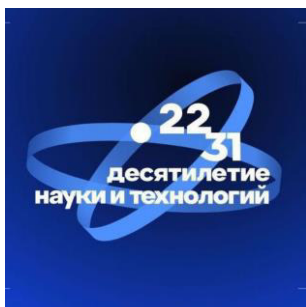
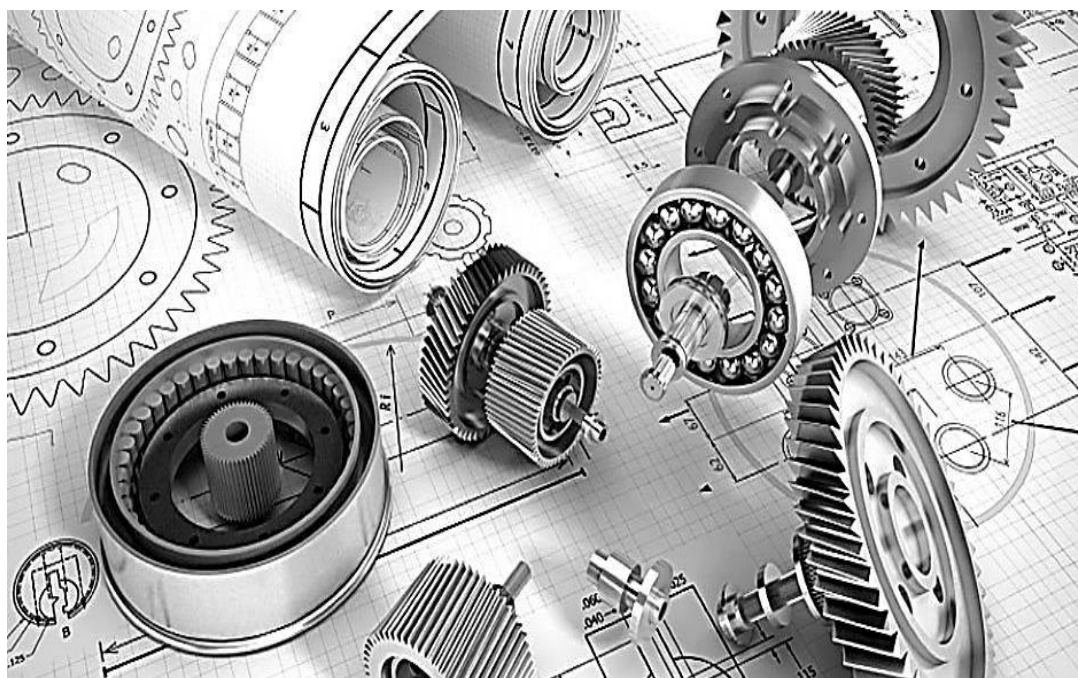




# **ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ**

**IX Всероссийская научно-техническая конференция  
молодых ученых и студентов  
с международным участием  
сборник статей**



**Пенза 2023**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Факультет промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта  
Кафедра «Транспортные машины»**

**МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР  
ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

# **ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ**

**Сборник статей  
IX Всероссийской научно-технической  
конференции молодых ученых  
и студентов с международным участием**

**16-17 марта 2023 г.**

**Пенза  
ПГАУ  
2023**

УДК 62+33  
ББК 3+39  
И 66

Под научной редакцией доктора технических наук, профессора, академика  
РАТ **В.В. Салмина** ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

**И66 Инновации технических решений в машиностроении и транспорте:** сборник статей XI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов с международным участием / Министерство науки и высшего образования РФ, Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В.В. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2023. – 478 с. – URL:[https://mnic.pgau.ru/file/doc/konferencii/2022/Сборник\\_МСК-22.pdf](https://mnic.pgau.ru/file/doc/konferencii/2022/Сборник_МСК-22.pdf) – Текст: электронный.

ISBN 978-5-00196-147-5

В сборнике статей представлены труды посвященные различным аспектам инновационных идей в машиностроении и транспорте. Изложены вопросы проектирования и конструирования современной авто-тракторной техники, применения новых технологий в машиностроительном производстве, создании новых конструкционных материалов, машин и механизмов.

The collection of articles presents works on various aspects of innovative ideas in mechanical engineering and transport. The issues of designing and constructing modern automotive equipment, the use of new technologies in machine-building production, the creation of new structural materials, machines and mechanisms are outlined.

УДК 62+33  
ББК 3+39

ISBN 978-5-00196-147-5

© МНИЦ ПГАУ, 2023

## ХАРАКТЕР ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ТЕЛ И УПРОЧНЯЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ПОВЕРХНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

Д.В. Авдеева, А.А. Михальчук, П.А. Гурин, Н.А. Миронычев

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза Россия*

Рассмотрены вопросы физико-механического воздействия рабочих тел и упрочняющего инструмента на наружные и внутренние поверхности деталей и труб. Получено аналитическое выражение для определения размерных характеристик деталей. Изучена топография обработанных поверхностей. Приведены практические рекомендации по назначению условий и режимов обработки.

**Ключевые слова:** схемы контактирования, рабочие тела, неровности, глубина внедрения и деформирования, топография, производительность обработки, технологические режимы

Вопросы повышения производительности обработки поверхностей различных по форме деталей и труб с отличным от круглого поперечного сечения связан с правильным выбором технологии, инструмента и оборудования. Известны методы эффективной механической обработки эластичным инструментом, пескоструйная, с наложением ультразвука и вибраций, потоком гидроабразивной суспензии, центробежно-планетарная обработка [1, 2, 3, 4, 8].

В процессе контактирования абразивных частиц в потоке гидроабразивной суспензии наблюдается комплекс взаимодействий: эффект скольжения, перекатывания по внутренней поверхности, пластической деформации и внедрения в поверхность трубы.

Абразивные частицы (рабочие тела) при движении в потоке суспензии или вязкой полимерной среде внедряются в поверхность на незначительную глубину, образуются царапины, а при скольжении срезают своим субмикрорельефом тонкие слои металла с выступающих неровностей. Наблюдается микрорезание и субмикрорезание. В случае обработки трубы с прямоугольным поперечным сечением преобладает удар рабочих тел о плоскости внутренней поверхности и пластическая деформация. Деформируются выступы и неровности, формируется регулярный микрорельеф.

Изучение топографии обработанных поверхностей, полученных различными методами позволило определить их состояние и характер неровностей. Равномерное размещение кратеров от удара абразивных частиц при гидроабразивной и пескоструйной обработке показано на рисунке 1. В поверхностном слое могут находиться сколы абразивных зерен, что в некоторых случаях недопустимо, т.к. приводит к интенсивному износу контактирующих поверхностей.



Абразивно-экструзионная обработка, проводимая путем циклического реверсивного прокачивания абразивно-полимерной массы или абразивного эластичного инструмента также характеризуются наличием шаржированных частиц в поверхностном слое деталей, причем, вследствие значительных давлений на абразивные зерна, наблюдаются глубокие риски на поверхности (рисунок 2).

Ультразвуковая безабразивная финишная обработка, при которой на контактирующий с поверхностью инструмент накладываются вибрации ультразвуковой частоты, позволяет нивелировать неровности поверхности, но вследствие единичного точечного контакта формирует особую текстуру поверхности (рисунок 3), незначительно изменяя первоначальные высотные параметры профиля [4].

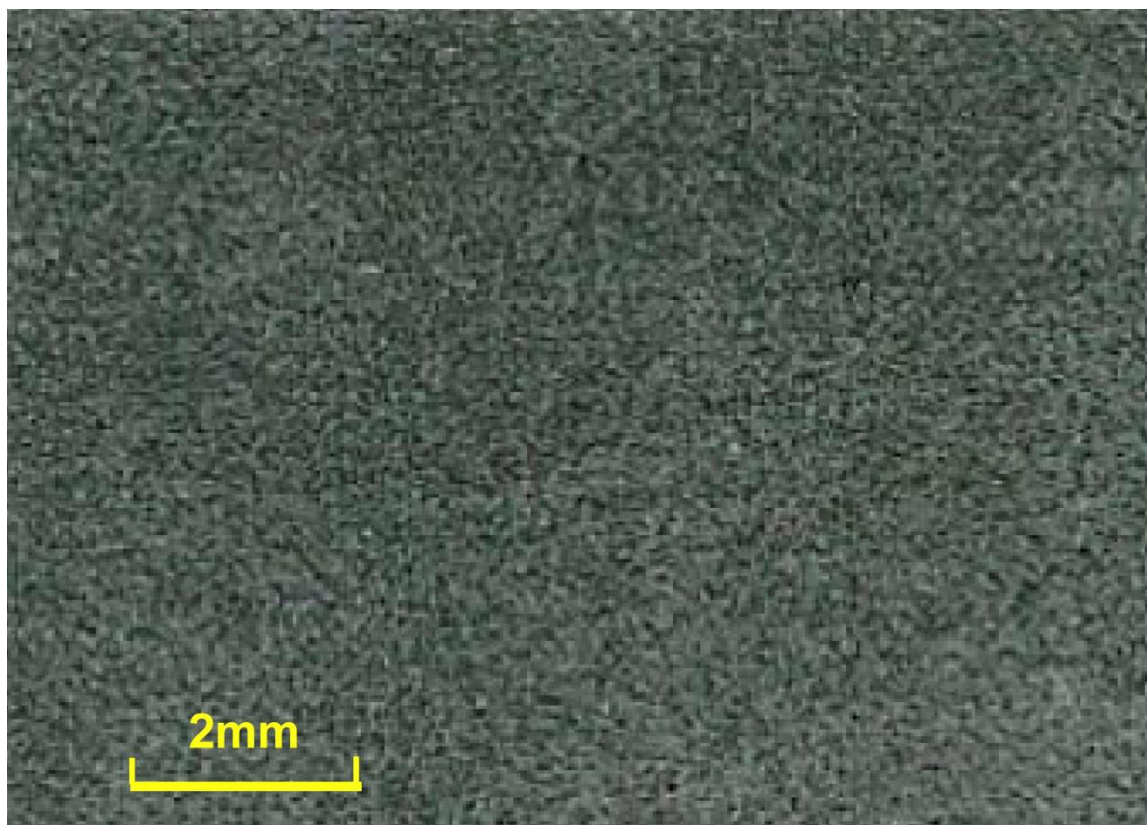


Рисунок 1 – Поверхность стальной пластины после пескоструйной обработки

#### Степень очистки Sa3C [1]

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что рабочая среда загрузки в трубах, контейнерах, обечайках круглого поперечного сечения при центробежно-планетарном вращении с различными скоростями характеризуется следующими режимами и воздействием на внутреннюю поверхность: каскадный, водопадный, смешанный каскадно-водопадный, полного центрифугирования [7]. В последнем случае обработка деталей в загрузке и внутренней поверхности не происходит.

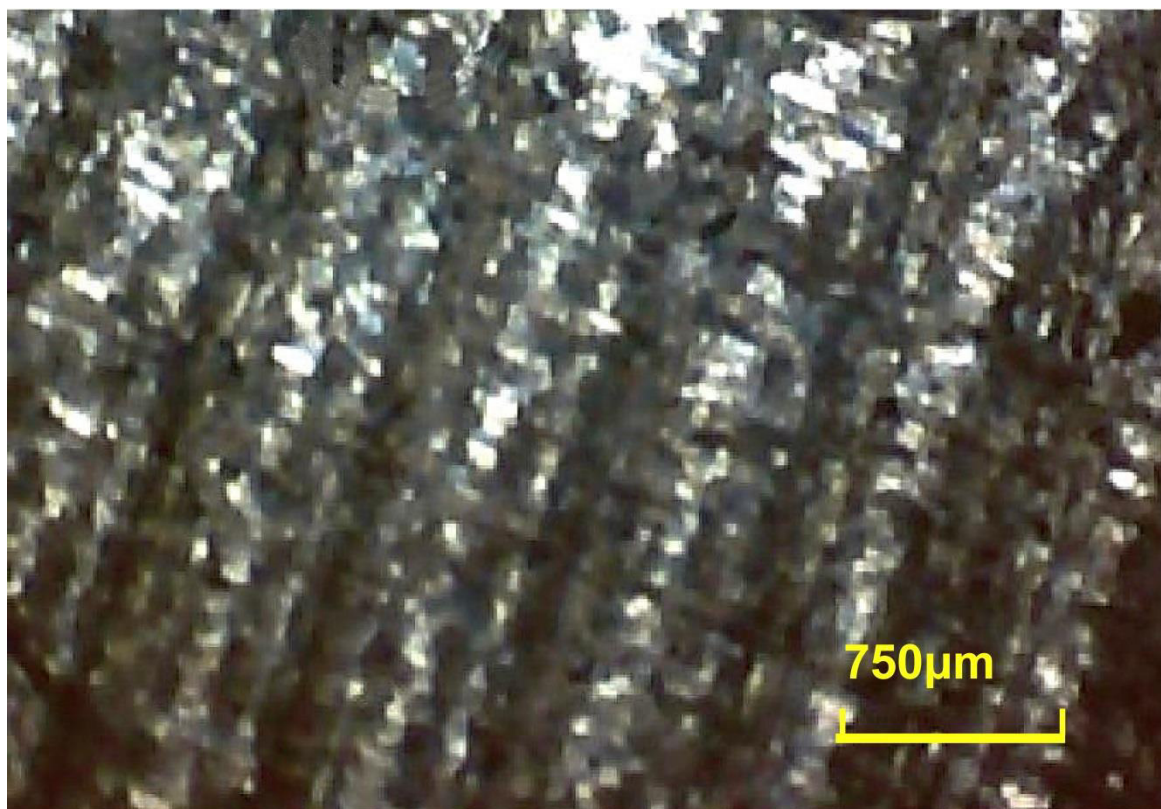


Рисунок 2 – Поверхность детали из алюминиевого сплава после абразивно-экструзионной обработки [3]



Рисунок 3 – Поверхность детали из алюминиевого сплава Д16Т после безабразивной ультразвуковой финишной обработки

Воздействие рабочих тел на стенки в трубах и контейнерах сечением прямоугольной формы и характер их движения при центробежно-планетарной обработке отличается от вышеперечисленных режимов. Добавляется ударный (метательный) эффект воздействия стенок трубы, которые при вращении трубы работают как лопасти насоса. Эффект удара сопровождается смятием неровностей на поверхности, формированием регулярного рельефа, причем с увеличением массы рабочих тел контактные давления возрастают, а глубина внедрения увеличивается. Вместе с тем происходит проскальзывание рабочей абразивной среды по поверхности с нивелированием выступов неровностей как в поперечном сечении, так и вдоль трубы.

На практике для достижения необходимых и эффективных условий обработки в центробежно-планетарных установках экспериментально подбираются соотношения частот вращения труб и системы

Физическое воздействие на поверхность детали при центробежно-планетарной обработке характеризуется как ударное и оценивается глубиной внедрения рабочего тела.

Глубина внедрения рабочего тела может быть определена по формуле [5]

$$h = \dot{x}d \sqrt{\frac{\rho_a}{6q}} \cdot \sin \left( \frac{1}{d} \sqrt{\frac{6q}{\rho_a}} \tau_b \right),$$

где  $\dot{x}$  – проекция скорости движения рабочего тела на ось X, направление оси – по радиусу вращения системы планетарной установки, м/с;

$d$  – диаметр рабочего тела (сферы), мм;

$\rho_a$  – плотность материала сферы, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau_b$  – время удара частица сферической формы с учетом пластического деформирования, определяемое по формуле [6];

$$\tau_b = \frac{\pi d}{2} \sqrt{\frac{\rho_a}{6q}}.$$

$q$  – среднее динамическое давление текучести.

Для высокопластичных металлов и их сплавов  $q$  можно принимать численно равной твердости материала (НВ) по Бринеллю в Па [5,6]. Диапазон скоростей соударения сферической частицы об упруго-пластическое полупространство от 0,2 до 5 м/с.

Проведены эксперименты по обработке труб из алюминия АД00. Полученные зависимости позволили установить значимость каждого из технологических режимов обработки. Существенное увеличение размеров рабочих тел (металлических шариков) ограничивается размером внутреннего пространства и заданной глубиной внедрения в поверхность. Отмечено также значимость и объемного содержания твердой фазы в рабочей загрузке. С увеличением степени заполнения интенсивность воздействия снижается, т.к. сокращается путь пролета рабочих тел до соударения и сила удара.

Поверхностный график изменения размера канала трубы с прямоугольным поперечным сечением представлен на рисунке 4.



Сводные показатели производительности абразивной и безабразивной обработки деталей из высокопластичных материалов и стали приведены в таблице.

**Зависимость**  
изменения размера канала  $\Delta a_v$  от времени обработки  $t$  и диаметра шариков  $d$

$$\Delta a_v = 6,614063 - 2,8632d - 0,07395t + 0,0475dt + 0,2048d^2$$

Частота вращения планшайб  $n_{пл} = 170 \text{ мин}^{-1}$

Частота вращения деталей  $n_{дет} = 480 \text{ мин}^{-1}$

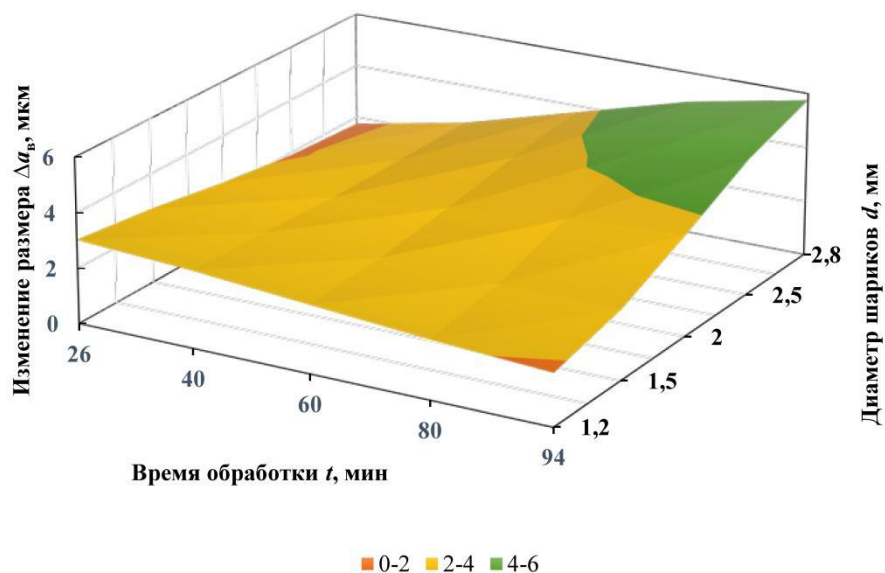


Рисунок 4 – График изменения размера канала трубы при центробежно-планетарной обработке

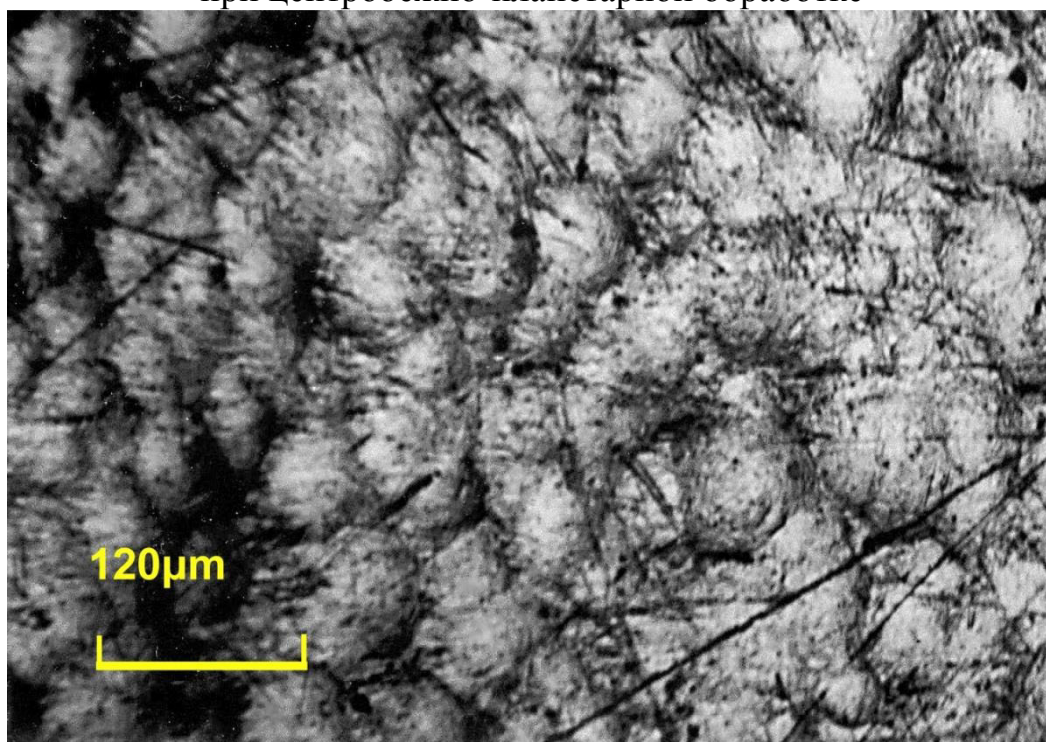


Рисунок 5 – Топография внутренней поверхности канала трубы после центробежно-планетарной обработки

Таблица 1 – Показатели производительности абразивной и безабразивной отделочной обработки наружных и внутренних поверхностей деталей

| <b>Метод обработки</b>                                  | <b>Припуск на обработку, мм</b>   | <b>Рабочий инструмент (среда)</b>                   | <b>Характер воздействия на поверхность</b> | <b>Область применения</b>                                           |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Гидроабразивная (пескоструйная)                         | Толщина дефектного слоя (до 5 мм) | Гидроабразивная суспензия, (кварцевый песок)        | Абразивный, ударный                        | Очистка металлической поверхности                                   |
| Абразивно-экструзионная                                 | До 1 мм                           | Вязкая на основе полимеров абразивная рабочая среда | Абразивное микрорезание зернами            | Очистка от загрязнений, удаление заусенцев, шлифование, полирование |
| Безабразивная ультразвуковая финишная (БУФО)            | В пределах высоты неровностей     | Индентор, дорн                                      | Вибрационное                               | Обкатка, дорнование, раскатка                                       |
| Центробежно-планетарная абразивная                      | 0,05–0,5                          | Гидроабразивная суспензия                           | Абразивное микрорезание зернами            | Очистка, шлифование                                                 |
| Центробежно-планетарная безабразивными рабочими средами | В пределах высоты неровностей     | Металлические и стеклянные шарики                   | Ударный                                    | Отделка, упрочнение                                                 |

### Список использованных источников

1 ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12с. [https://www.teh-stroy.ru/gost-r-iso-8501-1-2014.php?ysclid=lfneuz91w776176917#photo\\_d\\_fl](https://www.teh-stroy.ru/gost-r-iso-8501-1-2014.php?ysclid=lfneuz91w776176917#photo_d_fl)

2 Мартынов, А.Н. Основы метода обработки деталей свободным абразивом, уплотненным инерционными силами. – Саратов: Изд-во Саратов.ун-та, 1981. – 212 с.

3 Сысоева, Л.П. Абразивно-экструзионная обработка алюминиевых сплавов / Л.П. Сысоева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2015. – Т. 15. – № 2. – С. 40-50.

4 Самуль, А.Г., Гилета В.П., Насонов А.И. Микрогеометрия деталей из алюминиевых сплавов после ультразвукового поверхностно-пластического деформирования // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2021. – № 3 (74). – С.82-90.

5 Гольдсмит В. Удар. Теория и физические свойства соударяемых тел: Пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1965. – 443 с.

6 Контактное взаимодействие твердых тел при статических и динамических нагрузках / Рыжов Э.В., Колесников Ю.В., Суслов А.Г. – Киев: Наукова думка, 1982. – 172 с.

7 Бушуев, Л.П. О движении загрузки в барабанах планетарной центробежной мельницы / Л.П. Бушуев // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. – 1961. – № 1. – С. 167-169.

8 Кузнецов А.А., Гурин П.А., Миронычев Н.А. К вопросу контактного взаимодействия частиц уплотненной абразивной среды с обрабатываемой поверхностью деталей при центробежно-планетарной обработке / Сб.статей Всероссийской научно-практической конференции «Техника и технология современных производств». – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2019. – С.39-43.

## **THE NATURE OF INFLUENCE OF WORKING BODIES AND THE STRENGTHENING TOOL ON THE SURFACE OF DETAILS AT FINISHING PROCESSING**

**D.V. Avdeeva, A.A. Mikhalechuk, P.A. Gurin, N.A. Mirohychev**

*Penza State University,  
Penza Russia*

Questions of physicomachanical influence of working bodies and the strengthening tool on external and internal surfaces of details and pipes are considered. Analytical expression for definition of dimensional characteristics of details is received. The topography of the processed surfaces is studied. Practical recommendations about purpose of conditions and the modes of processing are provided.

**Keywords:** schemes of engagement, working bodies, roughnesses, depth of introduction and deformation, topography, processing performance, technological modes

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ВООРУЖЕНИЯ

П. Н. Агунькин<sup>1</sup>, А.В. Маринин<sup>2</sup>,  
Л.А. Маринина<sup>1</sup>, И.С. Барашкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Военная академия материально-технического обеспечения, (филиал, г. Пенза),  
г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В статье рассмотрены особенности технологического процесса ремонта оптико-электронных приборов комплексов вооружения и формы его организации: групповая, поточная.

**Ключевые слова:** ремонт, оптико-электронные приборы, технологический процесс, дефектация, восстановление работоспособности

Процесс организации капитального ремонта оптико-электронных приборов (ОЭП) включает решение задач по обеспечению требуемых показателей качества выпускаемых из ремонта изделий, боеготовности войск и экономической эффективности ремонта вооружения [1, 2].

Технологический процесс (ТП) капитального ремонта ОЭП представляет собой сложную систему отношений между людьми, в которые они вступают при восстановлении исправности и ресурса вооружения с использованием большого количества самого разнообразного и сложного технологического оборудования (рис. 1).

Для нормального функционирования этой сложной системы создается система управления сбором и обработкой оперативной информации о ходе ТП, об обеспеченности объектов ремонта запасными частями, инструментом, материалами, о состоянии технологического оборудования. Результатом обработки оперативной информации являются управляющие воздействия ТП.

Технологические процессы в зависимости от количества изделий, охватываемых ремонтом, разделяют на единичные и типовые. Единичный ТП относится к изделиям одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. Типовой ТП характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками.

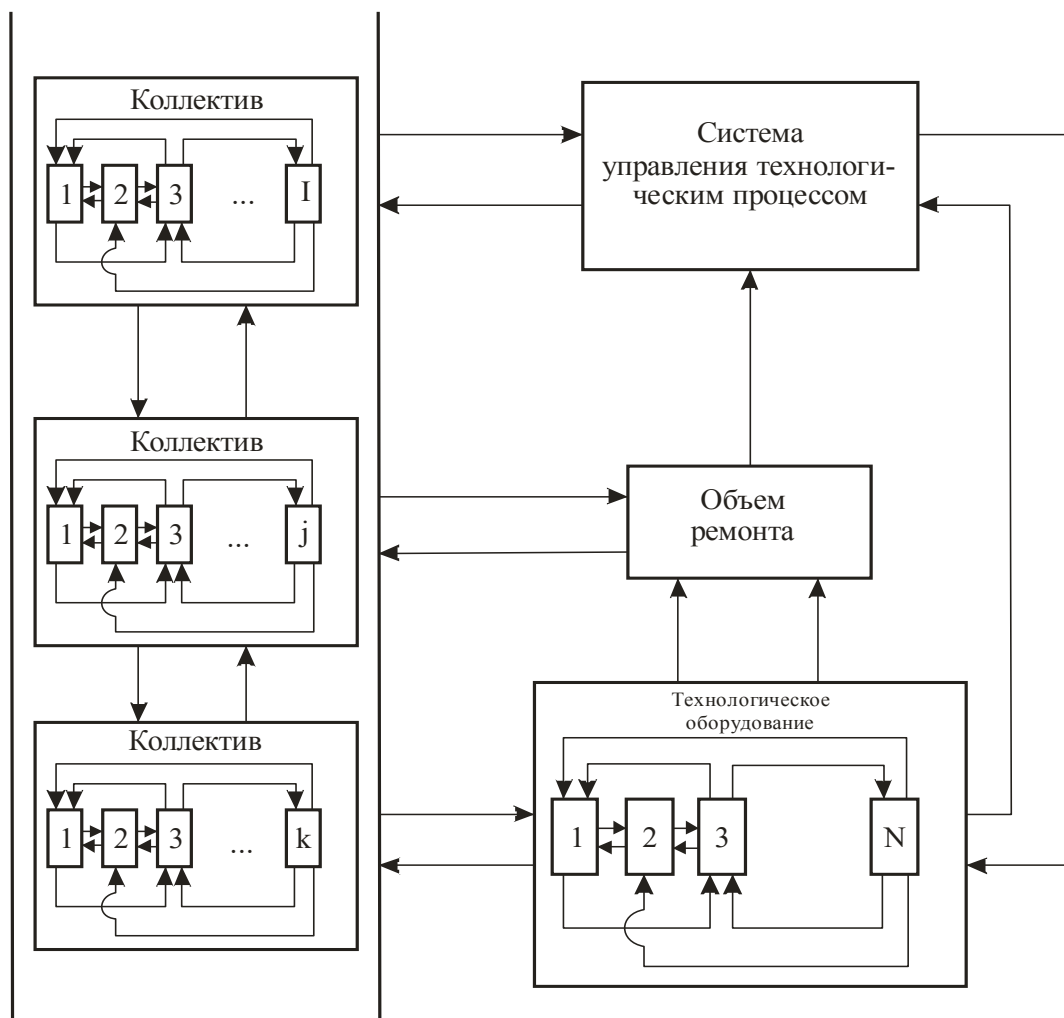


Рисунок 1 – Система отношений и взаимосвязей, реализуемых в ходе технологического процесса капитального ремонта ОЭП

По степени детализации содержания ТП может быть маршрутным, операционным и маршрутно-операционным. Маршрутный ТП выполняется по документации, в которой излагается общее описание содержания операций без указаний переходов и режимов обработки. Операционный ТП выполняется по документации, в которой содержание операций излагается подробно с указанием переходов и режимов обработки. Маршрутно-операционный ТП выполняется по документации, в которой содержание отдельных операций (простейших) излагается без указаний переходов и режимов обработки.

Типовая схема технологического процесса капитального ремонта оптоэлектронных приборов состоит из следующих видов работ: очистка; дефектация изделия в собранном виде; разборка изделия на составные части; очистка сборочных единиц и деталей; дефектация механических сборочных единиц, электрических устройств, оптических и электронно-оптических приборов и т.п.; восстановление работоспособности и ресурса сборочных единиц, посадок сопряженных деталей защитных и защитно-декоративных покрытий; сборка, ре-



гулировка и настройка сборочных единиц; электромонтажные работы, регулировка и настройка радиотехнических систем; сборка и юстировка оптических и электронно-оптических систем; контроль качества геометрических размеров, механических и электрических параметров; испытания; проверка средств измерений; окончательная отделка изделия после ремонта, комплектование ЗИП, консервация, упаковывание и пломбирование (рис. 2).

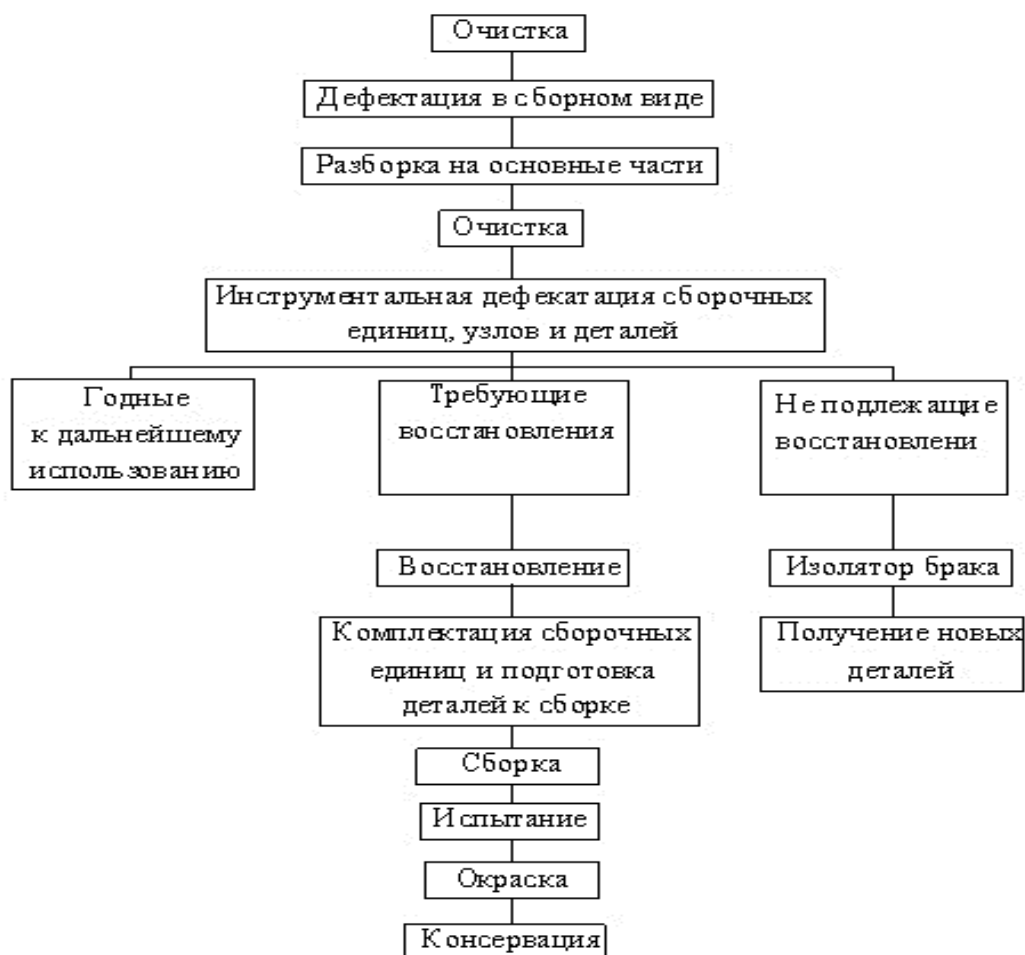


Рисунок 2 – Типовая схема ТП капитального ремонта ОЭП

Операции ТП могут выполняться последовательно, параллельно или последовательно-параллельно. В зависимости от установленного порядка выполнения операций ТП, расположения технологического оборудования, количеств изделий и направления их движения в процессе ремонта установлены две формы организации ТП:

– групповая, предусматривающая группирование изделий по конструктивно-технологическим признакам, характеризующаяся единством средств технологического оснащения одной или нескольких технологических операций и специализацией рабочих мест. Группы изделий для обработки в определенном

структурном подразделении (цехе, участке) устанавливаются с учетом трудоемкости обработки и объема выпуска;

– поточная, характеризующаяся специализацией каждого рабочего места на определенной операции, размещением рабочих мест в последовательности, строго соответствующей ТП, согласованным и ритмичным выполнением всех операций ТП на основе постоянства такта выпуска.

Схема технологического процесса капитального ремонта является универсальной и может быть применена для восстановления основных видов оптико-электронных приборов, состоящих на вооружении Вооруженных Сил Российской Федерации. Отличие могут составлять некоторые особенности конструкций оптико-электронных приборов различного назначения, влияющие на трудоемкость и сложность отдельных операций, таких как разборка, юстировка, способы испытаний.

### **Список использованных источников**

1. Руководство по капитальному ремонту. Издание 2-е, дополненное. – Введ. 17.09.75. – Москва: Военн. издат. 1976.

2. Методические указания. Надежность в технике. Методы контроля надежности изделий по параметрам технологического процесса их изготовления. РД 50-706-91. Введ. 01.01.92. – Москва: изд. Стандартов, 1991.

### **TECHNOLOGICAL PROCESSES OF RESTORATION OF OPTOELECTRONIC WEAPONS**

**P.N. Agunkin<sup>1</sup>, A.V. Marinin<sup>2</sup>, L.A. Marinina<sup>1</sup>, I.S. Barashkin<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Military Academy of Logistics, (branch, Penza)*

*Penza, Russia*

*<sup>2</sup>Penza State University,*

*Penza, Russia*

The article discusses the features of the technological process of repair of optoelectronic devices of weapons complexes and the forms of its organization: group, in-line.

**Keywords:** repair, optoelectronic devices, technological process, defection, restoration of operability

## ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЦЕНЗИИ МЧС ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С.Г. Аксенов, А.С. Ишмеева, А.Р. Сырлыбаева

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

Статья описывает процедуру получения лицензии МЧС по пожарной безопасности в строительстве, которая является важной задачей на этапе проектирования и строительства объектов.

**Ключевые слова:** лицензия, документы, пожарная безопасность в строительстве, специализированные компании

Пожарная безопасность в строительстве является одним из наиболее важных аспектов, которые должны учитываться при проектировании и эксплуатации объектов. В связи с этим, получение лицензии МЧС по пожарной безопасности является обязательным условием для многих организаций, занимающихся строительством и эксплуатацией объектов.

*Лицензия – это документ, который представляет собой разрешение на совершение какой-либо деятельности при условии соблюдения определенных требований. Сегодня в соответствии существует более 70 видов лицензий, например, на добычу полезных ископаемых, производство лекарственных средств, ввоз-вывоз товаров, проведение определенного вида работ и оказание услуг и т. д. К одному из таких видов деятельности относится деятельность в области пожарной безопасности при строительстве объектов.*

Ряд работ в сфере строительства можно проводить только при наличии специальных разрешений и допусков. Компании, осуществляющие деятельность в сфере обеспечения пожарной безопасности, должны понимать, что они несут ответственность за работу без лицензии МЧС, поэтому обязаны получить разрешительный документ. Не лицензированная деятельность признаётся противозаконной со всеми вытекающими последствиями. Законодательная система и КоАП выдвигает жёсткие требования к соблюдению нормативных актов при выполнении работ с лицензией МЧС. Меры ответственности предусмотрены различными статьями КоАП и УК России, и в совокупности могут составлять внушительные суммы денежных штрафов, либо более суровые наказания, вплоть до ареста. При нарушении правил последует предупреждение или штраф за работу без лицензии МЧС.

Получение лицензии МЧС по пожарной безопасности является сложной и многопроцессной процедурой, которая включает в себя следующие этапы:

- 1) Подготовка документов для подачи заявки на получение лицензии.

2) Проведение проверки объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности.

3) Обучение персонала и организация эвакуации в случае чрезвычайной ситуации.

4) Подписание договора на предоставление услуг по пожарной безопасности.

Согласно Ст. 14 ФЗ от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ основанием для отказа выдачи лицензии может быть:

1) наличие в представленных соискателем лицензии заявлении о предоставлении лицензии и (или) прилагаемых к нему документах недостоверной или искаженной информации;

2) установленное в ходе проверки несоответствие соискателя лицензии лицензионным требованиям.

К наиболее частым причинам отказа относятся:

1) отсутствие документов о поверке, либо просроченный документ о поверке на заявляемое оборудование;

2) отсутствие самого оборудования;

3) отсутствие в штате компании, подавшей заявление на получение лицензии специалистов со стажем не менее 3 лет. Это требование означает, что данный специалист должен проработать по трудовой книжке в штате организации, которая имела лицензию МЧС на протяжении тех трех лет, в течение которых он там работал. Возможно, такой сотрудник был оформлен в такой организации по совместительству, в данном случае в лицензирующий орган должен быть представлен трудовой договор о работе по совместительству, в качестве подтверждения стажа. Согласно пп. 92 п.1, ст. 333.33 гл. 25.3 Налогового Кодекса РФ государственная пошлина уплачивается в следующих размерах: 7500 рублей - выдача лицензии; 3500 рублей - переоформление лицензии и (или) приложения к ней в связи с внесением дополнений в сведения об адресах мест осуществления лицензируемого вида деятельности, о выполняемых работах и об оказываемых услугах в составе лицензируемого вида деятельности, в том числе о реализуемых образовательных программах; 750 рублей - переоформление документа, подтверждающего наличие лицензии и (или) приложения к такому документу в других случаях; 750 рублей - выдача дубликата документа, подтверждающего наличие лицензии. Лицензирующий орган принимает решение о предоставлении или об отказе в предоставлении лицензии в течение 45 рабочих дней со дня приема заявления.

Для получения лицензии, как и при любом лицензировании, необходимо собрать достаточно внушительный пакет документов, перечень которых можно уточнить на официальном сайте министерства.

В последнее время, появилось большое количество компаний, которые занимаются предоставлением услуг или проведением работ по пожарной безопасности. Данный вид деятельности является лицензированный согласно существующему законодательству, а это означает, что её осуществление невоз-

можно без выполнения особого условия, а именно получения пожарной лицензии МЧС, что повышает на неё спрос. Данный вид деятельности является весьма прибыльным, что привело к появлению рынка оказания услуг большого количества компаний, занимающихся подобной деятельностью, а малая конкуренция и большой спрос на проведение являются иногда решающими для создателей нового бизнеса.

Однако, получение указанного вида лицензии является сложным процессом, требующим сбора обширного пакета документов, посещения государственных органов и стояния в долгих очередях. Этот процесс может вызывать неудобства и непонимание со стороны государственных органов, что может негативно сказаться на настроении заявителя. Бюрократические процедуры, которые не несут реальной пользы и могут причинять вред, могут также стать препятствием на пути к получению лицензии. Кроме того, необходимость соблюдения строгих сроков и правил может привести к материальным потерям, а даже небольшая ошибка может привести к повторному прохождению процедуры. Таким образом, желающему получить данную лицензию предстоит преодолеть ряд сложностей, которые могут потребовать значительных финансовых затрат.

В связи с указанными сложностями, в процессе получения противопожарной лицензии МЧС, целесообразно обратиться за помощью к специализированным компаниям, которые имеют большой опыт в решении подобных вопросов. Работники этих компаний способны эффективно справиться с бюрократическими процедурами и минимизировать возможные негативные последствия для заявителя. Такой подход позволит уверенно рассчитывать на получение противопожарной лицензии в кратчайшие сроки.

Как известно, получение лицензии на пожарную безопасность требует обширной подготовки и знаний, тщательного внимания к деталям и соблюдения требований законодательства. Каждая деталь и возможный запрос клиента должны быть рассмотрены, не противореча действующему законодательству. В случае возникновения конфликтных ситуаций должен быть разработан план переговоров, разъясняющий клиентам невозможность тех или иных противоправных действий. Это лишь малая часть того, что необходимо сделать, чтобы быть полностью готовым к работе или оказанию услуг после завершения процесса лицензирования. Такой подход снижает затраты и позволяет избежать значительных потерь времени и нервов, связанных с бюрократическими процедурами. Длинные очереди и задержки могут утомлять и препятствовать своевременному сбору необходимых документов, требуя повторения процесса. Попытки заставить специалистов работать быстрее часто оказываются тщетными, и вся вина, скорее всего, будет переложена на клиента. Поэтому гораздо проще обратиться за помощью в специализированную компанию, которая является экспертом в этом вопросе.

Использование услуг специализированных компаний при получении противопожарной лицензии от МЧС является логичным и обоснованным выбором, поскольку позволяет сэкономить время, снизить затраты и избежать негатив-



ных последствий. Получение такой лицензии требует тщательной подготовки и знаний, а также внимательного следования правовым требованиям. Специалисты компаний могут эффективно ориентироваться в бюрократических процедурах и разрешать конфликтные ситуации, а также предоставлять советы по направлению бизнеса и предлагать необходимое оборудование. Даже если лицензия уже получена, услуги таких компаний могут оказаться полезными в случае изменения видов деятельности или данных компании. Фактор стоимости не должен играть значительную роль, поскольку потеря времени и нервов может оказаться гораздо более дорогой.

Также важно отметить, что компании, имеющие лицензию на пожарную безопасность, обладают необходимыми знаниями и навыками для проведения необходимых проверок и анализов, что позволяет убедиться в соответствии объекта требованиям законодательства и минимизировать риски возникновения пожара. Кроме того, такие компании могут предоставить услуги по обучению персонала и организации эвакуации в случае чрезвычайной ситуации, что повышает уровень безопасности на объекте. В целом, обращение к компании, специализирующейся на получении лицензии на пожарную безопасность, является эффективным решением для обеспечения безопасности объекта и минимизации рисков возникновения пожара.

### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48.
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
3. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. № 103. – С. 188-192.
4. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43
5. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.
6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.
7. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.

8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **OBTAINING A LICENSE OF THE MES FOR FIRE SAFETY IN CONSTRUCTION**

**S.G. Axenov, A.S. Ishmeeva, A.R. Syrlybaeva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article describes the procedure for obtaining a license from the Ministry of Emergency Situations (MChS) for fire safety in construction, which is an important task during the design and construction of facilities.

**Keywords:** license, documents, fire safety in construction, specialized companies

**УДК 004.89**

## **ЦИФРОВОЙ ПРОФИЛЬ ПАССАЖИРА КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ МЕГАПОЛИСОВ**

**С.А. Алексеев**

*Российский университет транспорта,  
г. Москва, Россия*

В статье рассмотрены ключевые предпосылки формирования цифровых экосистем перевозчиков скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта в целях повышения конкурентоспособности, развития интерфейсов взаимодействия с пассажиром и цифровой трансформации бизнес-моделей.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, профиль пассажира, высокоскоростной железнодорожный транспорт, пассажирские сервисы, обслуживание пассажиров

Современные мегаполисы и агломерации выступают в качестве распределительных пространственно-экономических центров, где комфортная городская среда, благоустройство территории, приемлемая экология, качество жизни, работы и передвижения, условия безопасности становятся важным аспектом технологического развития, а также расширения прав и возможностей жителей. В этой связи практическую значимость приобретает реализация клиентоцентричных сервисов на основе комплексного подхода, где лучшее решение: транс-

портная система, обеспечивающая максимально эффективную работу всех ее элементов – автомобилей, поездов, трамваев, автобусов, метрополитена, такси и средств индивидуальной мобильности [4].

Транспортная мобильность будущего связана прежде всего с повышением таких качественных характеристик услуг по перевозке как: удобство и доступность, надежность и устойчивое развитие транспорта. Решение таких задач будет достигнуто за счет использования быстро развивающихся инновационных технологий, таких как облачные технологии и интернет вещей (IoT), автоматизация и искусственный интеллект. Все транспортные средства будут взаимодействовать с объектами транспортной инфраструктурой, включая улично-дорожную сеть, с помощью датчиков и сенсоров, которые будут интегрированы в единую информационную сеть с центральной операционной системой. Это потребует от всех участников транспортного процесса адаптировать свою бизнес-инфраструктуру для удовлетворения новых потребностей пользователей транспортных услуг. Однако для эффективного преобразования своих бизнес-моделей операторы должны комплексно подходить к мониторингу потребностей пассажиров и клиентов, а также исследовать потенциал постоянно развивающихся технологий и техники.

Увеличение спроса на пассажирские перевозки обуславливает рост интенсивности конкурентной борьбы за пассажира, а изменение качественных параметров спроса и моделей потребительских предпочтений задает необходимость значительных преобразований бизнес-процессов перевозочных компаний. Так различные транспортные компании предлагают все более гибкие и быстрые маршруты, усиливается ценовая конкуренция (в т.ч. с использованием различных технологий и маркетинга продаж), все больше начинают применяться современные цифровые сервисы, происходит улучшение качества перевозочного процесса, развиваются новые виды мультимодальной и интермодальной мобильности в городах и агломерациях, развивается лоу-кост авиация и усиливаются позиции автотранспорта в межрегиональном сообщении. Кроме того, происходят значительные изменения в потребительской модели пассажиров [3]:

- удобство и комфорт поездки для пассажира становится определяющим фактором;
- снижается уровень интеракционной вовлеченности в процесс поездки;
- осуществляется индивидуализация опыта конкретного пассажира;
- перераспределяются предпочтения клиентов в сторону онлайн-покупок и заказов;
- появляются новые сегменты пассажиров: миллениалы, «цифровые кочевники», пожилые люди и т.д.

Обозначенные тенденции существенно нарастают, с одной стороны по причине широкого распространения и вовлечения в оборот инновационных, цифровых и наукоемких технологий [1], а с другой стороны по причине реализации внешних факторов – санкционное давление, ограничения в связи с инфекционными заболеваниями, боевые действия и др. Так например, широкую практику получили цифровые (мобильные) сервисные решения, связанные с поездкой пассажира (например, онлайн-расписание, построение маршрутов,

онлайн-покупка билетов), в т.ч. стационарная и онлайн-информация о пассажирах, развлекательные системы, системы безопасности, интеллектуальное управление потоками пассажиров, в то же время предоставляется множество онлайн- и офлайн-услуг, в т.ч. изменение маршрутизации в реальном времени, электронный билет, бесконтактная проверка поездок, покупки в прилегающих магазинах и др. сервисы [2].

Таким образом, современный пассажир представляет собой системный набор дифференцированных потребностей и предпочтений, формируемый в т.ч. из-за применения различных цифровых технологий и пассажирских сервисов, и содержащийся в информационных системах поставщиков услуг. При этом использование данных технологий и сервисов осуществляется потребителями транспортных услуг на протяжении всего клиентского пути, что предполагает генерацию и аккумулирование значительных массивов входящих данных и информации (цифровой профиль), которые носят коммерческий характер и могут представлять значительный интерес для различных субъектов бизнеса.

В этой связи в транспортном секторе возникает необходимость применения единой цифровой экосистемы, которая объединит множество участников и будет функционировать в различных сегментах рынка как «бесшовная цифровая среда» с возможностью реализации собственных и партнерских сервисов разных компаний на принципах взаимовыгодных отношений. Интеграция всех сервисов по предоставлению транспортных услуг в рамках единой цифровой экосистемы обеспечивает появление «бесшовного клиентского опыта», который подразумевает мгновенное переключение пассажира между различными сервисами, входящими в такую экосистему, через единый цифровой профиль.

Технологической основой (платформой) цифровой экосистемы должно являться применение искусственного интеллекта и машинного обучения, способного проводить обработку, анализ и интерпретацию «больших неструктурированных данных», которые, в итоге, подлежат монетизации при определенных условиях. При этом обмен данными между субъектами цифровой экосистемы может осуществляться на базе технологий криптошифрования и блокчейна, в т.ч. смарт-контрактов, что в большей мере позволит нивелировать риски, связанные соблюдением контрактных обязательств, безопасностью и обращением персональными данными.

Принципиальной схемой функционирования рассматриваемой цифровой экосистемы может быть объединение всех пассажирских сервисов и транспортных услуг под общим брендом как в виде одной компании или услуги, так и в форме маркетплейса со множеством бизнес-игроков. Все это потребует трансформации существующих бизнес-моделей и перестройки продуктового предложения с учетом взаимной интеграции, клиентоориентированности и построения целостного сотрудничества.

Безусловно создание такой цифровой интеллектуальной экосистемы целесообразно при наличии уже определенной технологической базы: опыта создания цифровых, IT и автоматизированных систем и баз данных; наличия определенных информационных и технических ресурсов; больших объемов входящего трафика и значительного числа лидов, которые могут быть обработаны. Реализация подобных проектов возможна на базе крупных транспортных

компаний, имеющих в т.ч. достаточный масштаб финансовых ресурсов. В свою очередь, более мелкие игроки могут встраиваться в экосистему в качестве внешнего участника, предлагая собственные, приобретенные или партнерские сервисы для интеграции.

Создание подобной цифровой интеллектуальной экосистемы позволит существенно интенсифицировать развитие компаний-участников, в т.ч.:

- обеспечить высокую конкурентоспособность предлагаемых сервисов и продуктов;
- генерировать доходность непрофильных видов деятельности (например, внебилетная выручка для перевозчиков);
- существенно расширить клиентские базы и снизить расходы на привлечение клиентов;
- увеличить стоимость компании, на базе которой реализована экосистема;
- развить инструменты и механизмы, содействующие развитию инноваций внутри компании (бизнес-акселераторы и бизнес-инкубаторы).

### **Список использованных источников**

1. Алексеев, С.А. Влияние цифровых и IT-технологий на трансформацию транспортного комплекса в условиях урбанизации / С.А. Алексеев // Экономика железных дорог. – 2021. – № 5. – С.22-30.

2. Алексеев, С.А. Перспективы развития инновационных интеллектуальных технологий на высокоскоростном железнодорожном транспорте / С.А. Алексеев // Экономика железных дорог. – 2021. – № 8. – С.43-55.

3. Bauer F., Dichter A., Rothkopf M. Travel and logistics: data drives the race for customers / Travel, Transport & Logistics, May 2018 – P.5-7.

4. Knupfer, S., Peloquin, S. Advancing urban transport infrastructure / Voices on Infrastructure, July 2019 – P.5-7.

## **DIGITAL PASSENGER PROFILE AS A BASIS FOR CREATING A DIGITAL INTELLIGENT ECOSYSTEM FOR DEVELOPMENT OF SPEED AND HIGH-SPEED TRANSPORT SYSTEMS OF MEGAPOLIS**

**S.A. Alekseev**

*Russian University of Transport,  
Moscow, Russia*

The article considers the key prerequisites for the formation of digital ecosystems of speed and high-speed rail transport carriers to increase competitiveness, develop interfaces for interaction with passengers and digitally transform business models.

**Keywords:** digital technologies, passenger profile, high-speed rail transport, passenger services, passenger service

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ АДДИТИВНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

М.С. Аносов, А.Г. Казаков, Е.С. Аносова, А.М. Михайлов

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева,  
г. Н. Новгород, Россия*

Исследовано влияние режимов получения конструкционных сталей и методов их последующей обработки на их механические и усталостные свойства. Отмечена особая роль повышения усталостной долговечности исследуемых сплавов в выборе режимов наплавки, а также вибрационных воздействий. Наиболее целесообразным технологическим методом обработки поверхностного слоя материала является метод поверхностного пластического деформирования, который приводит как к значительному упрочнению поверхности образца, так и снижению шероховатости до уровня  $Ra_{0,4}$ , что приводит к увеличению долговечности материала в 1,5...2х раза.

**Ключевые слова:** малоцикловая усталость, циклическая долговечность, Св-09Г2С, Св-07Х25Н13, аддитивное выращивание, WAAM, механические свойства

Как показали проведенные ранее исследования [1-2], одним из наиболее универсальных методов 3D-печати, обладающим высокой производительностью выращивания и позволяющим получить высокие показатели по прочности и пластичности материала, является метод аддитивного электродугового выращивания (WAAM). Учитывая, что большое количество деталей машин работает в условиях усталостных нагрузок, важной задачей является обеспечение усталостной прочности и долговечности деталей как в процессе их получения, так и при эксплуатации.

Известно, что в процессе получения материалов путем аддитивной электродуговой наплавкой за счет градиента температур в различных зонах наплавки, неустойчивости процесса, а также при не правильно выбранных режимах печати возникают различные дефекты в материале. К числу таких дефектов относятся такие дефекты как микропористость, микротрещины, несплавления металла на границе раздела наплавленных слоев, а также неравновесность фазового и химического состава сплава. Структурные дефекты оказывают существенное влияние на физико-механические характеристики получаемых материалов, в том числе усталостные свойства.

В качестве материалов для исследования выбраны широко применимые для электродуговой наплавки конструкционные стали Св-09Г2С и Св-



07X25H13. Химический состав исследуемых сплавов, соответствовал химическому составу, используемой для наплавки проволоки.

Микроструктурные исследования сплавов проводились на оптическом микроскопе KYENCE-VHX 1000 на предварительно подготовленных в рабочей зоне исследуемых образцов шлифах.

Для исследования сплавов на растяжение и усталость изготавливалась серия образцов, вырезка которых осуществлялась вдоль и поперек относительно направления наплавки из стенок, полученных на комплексе для 3D-печати электродуговой наплавкой.

Испытания на растяжение производилось на разрывной машине Tinius Olsen H100KU при скорости нагружения 5 мм/мин. Образцы на усталость нагружали по схеме консольного изгиба (коэффициент асимметрии цикла  $R=-1$ ). Испытания проводили с учетом требований ГОСТ 25.502-79 при частоте нагружения порядка 8Гц.

Ключевыми параметрами процесса наплавки являются сила тока и напряжение (удельная энергия процесса) дуги, которые определяют тепловложение процесса получения материала.

В проведенных ранее исследованиях на сплаве Св-09Г2С установлена зависимость между удельной энергией процесса наплавки и величиной зерна в структуре сплава. Так для сплава Св-09Г2С при погонной энергии меньше 400 Дж/мм в структуре металла наблюдаются микропоры и элементы не расплавившейся проволоки, дальнейшее увеличение погонной энергии вызывает рост зерна а, следовательно, и снижение механических характеристик материала и уменьшение долговечности материала [3]. В качестве оптимальной величины погонной энергии выбрана энергия 425Дж/мм.

Как показали исследования по влиянию погонной энергии процесса наплавки стали Св-07Х25Н13 на показатели получаемой структуры сплава и микротвердость предпочтительным был выбран режим с погонной энергией 562 Дж/мм, т.к. в данном случае образуется наименьшее количество  $\sigma$ -фазы, которая негативно сказывается на пластичности и вязкости стали [4]. Исходя из проведенных исследований для стали 07Х25Н13 наиболее предпочтительным принят термический цикл 350°С, т.к. он не приводит к резкому росту дендритов и позволяет более эффективно прогревать заготовку по сечению [4].

Как показывают проведенные исследования, после вибрационной обработки в процессе наплавки наблюдается прирост значений ударной вязкости сплавов в широком диапазоне температур на 50 %. В связи с этим следует также ожидать приращения, как показателей прочности при растяжении, так и усталостной прочности материала.

Еще одним из методов, существенно упрочняющим материал, полученный путем 3D-печати, является метод нанолегирования материала в процессе наплавки [5]. Данный метод, как показали исследования, проведенные на алюминиевом сплаве, позволяет существенно повысить механические характеристики и, следовательно, усталостную прочность материала.

Известно, что в процессе обработки на поверхности деталей формируется шероховатость, которая также значительно влияет на усталостную долговечность материалов. Проводились сравнительные испытания образцов из стали

09Г2С с шероховатостью поверхности в рабочем сечении после механической обработки, которая составляла порядка Ra 4 и после шлифования Ra0,8. Долговечность образцов с повышенными значениями параметра шероховатости поверхности оказалось на 15-30 % ниже, чем для образцов, прошедших обработку шлифованием.

Учитывая, что большинство методов поверхностного пластического деформирования (ППД) направлены как на снижение шероховатости поверхности, так и на ее упрочнение, данная группа методов наиболее интересна для изучения с точки зрения их влияния на усталостную прочность и долговечность. Для предварительной оценки влияния ППД на усталостную прочность материалов, полученных путем 3D-печати, после механической обработки было проведено поверхностное пластическое деформирование обработанной поверхности образцов в их рабочей зоне роликом по выбранным параметрам процесса.

Оценка усталостной долговечности образцов из сплава 09Г2С, обработанных ППД роликом, показала повышение усталостной долговечности материала на 40...50 % по сравнению с исходным состоянием.

Для исследования влияния различных режимов термической обработки на усталостные свойства сплава 09Г2С на части образцов был проведен полный отжиг и нормализация (930°С) для снятия внутренних напряжений в металле и улучшения структурного состояния, а также улучшение (закалка 930°С, отпуск 550°С) для повышения механических и усталостных свойств.

На основе проведенных исследований можно представить таблицу сравнения усталостной долговечности исследуемых сплавов в исходном состоянии и после проведения дополнительной технологической обработки. Результаты сравнения показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение путей повышения усталостной долговечности образцов

| Материал                                                                                                                                                | Изменение долговечности сплава 09Г2С           |             |                               |                                                         |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         | Образцы после фрезерования рабочей поверхности |             |                               |                                                         | Полирование рабочей зоны образцов (Ra0.8) |
|                                                                                                                                                         | Вибрационная обработка в процессе наплавки     | ППД роликом | Нормализация и отжиг образцов | Улучшение (сплав 09Г2С) / Аустенизация (сплав 07Х25Н13) |                                           |
| Св-09Г2С                                                                                                                                                | 1,1...1,25                                     | 1,4....1.6  | 1,2...1,3                     | до 2,0                                                  | 1,1...1,25                                |
| 07Х25Н13                                                                                                                                                | 1,15...1,35                                    | -           | -                             | до 2,4                                                  | 1,2...1,35                                |
| Усталостная долговечность материала образцов, полученных при оптимальных режимах наплавки принята за 1 (шероховатость рабочей поверхности порядка Ra4). |                                                |             |                               |                                                         |                                           |

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что наибольшее увеличение усталостной долговечности образцов наблюдается после проведения термической обработки (Улучшение (сплав 09Г2С) / Аустенизация (сплав 07Х25Н13)). Однако учитывая трудоемкость проведения указанных видов термической обработки и необходимость последующей обработки рабочих поверхностей, рационально в качестве метода повышения долговечности выбрать вибрационную обработку в процессе наплавки с последующей обработкой поверхностным пластическим деформированием обработанных поверхностей,

обеспечивающей существенное увеличение долговечности (до 2х раз) и улучшение качества рабочих поверхностей деталей машин.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-79-00095*

### **Список использованных источников**

1. Johnnieew Zhong Li. Review of Wire Arc Additive Manufacturing for 3D Metal Printing / Johnnieew Zhong Li, Mohd Rizal Alkahari, Nor Ana Rosli // International Journal of Automation Technology. 2019. 13(3):346-353. doi:10.20965/ijat.2019.p0346

2. Oliveira, J.P. Current Status and Perspectives on Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM) / J.P. Oliveira, Tiago Rodrigues, Valdemar Duarte, R.M. Miranda, Telmo Santos // Materials. 2019. Materials 12(7):1121. doi:12.1121.10.3390/ma12071121.

3. Исследование влияния режимов 3D-печати на структуру и хладостойкость стали 08Г2С / Кабалдин Ю.Г., Аносов М.С., Рябов Д.А., Колчин П.В., Шатагин Д.А., Киселев А.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2021. Т.19. №4. С. 64–70. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2021-19-4-64-70>

4. Оценка влияния термического цикла аддитивного электродугового выращивания на структуру и механические свойства при пониженной температуре стали ER309LSI (CB-07X25H13)/ Аносов М.С., Колчин П.В., Устинов Б.В., Мансуров Р.Ш.// Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-1. С. 85-88. doi: 10.18411/trnio-05-2022-23

5. Влияние термической и вибрационной обработки на хладостойкость и структуру стали ER70-S6, полученной методом 3D-печати электродуговой наплавкой// Шатагин Д.А., Аносов М.С., Желонкин М.В., Клочкова Н.С. // Технология металлов. 2022. № 10. С. 20-25. doi: 10.31044/1684-2499-2022-0-10-20-25.

### **WAYS TO IMPROVE THE FATIGUE CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL ALLOYS PRODUCED BY ADDITIVE ELECTRIC ARC SURFACE**

**M.S. Anosov, A.G. Kazakov, E.S. Anosova, A.M. Mikhailov**

*Nizhny Novgorod State Technical university R.E. Alekseeva,  
Nizhny Novgorod, Russia*

The influence of the modes of production of structural steels and the methods of their subsequent processing on their mechanical and fatigue properties has been studied. A special role is noted in the choice of surfacing modes, as well as vibration effects to increase the fatigue life of the alloys under study. The most appropriate technological method of processing the surface layer of the material is the method of surface plastic deformation, which leads both to a significant hardening of the sample

surface and a decrease in roughness to the level of Ra0.4, which leads to an increase in the durability of the material by 1.5...2 times.

**Keywords:** low-cycle fatigue, cycle life, Sv-09G2S, Sv-07Kh25N13, additive growing, WAAM, mechanical properties

**УДК 621.01**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ ЗВЕНЬЕВ И ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ**

**О.С. Антипов, В.А. Шорин**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье изложена последовательность вычислений для получения законов изменения кинематических, а также динамических параметров механической системы. Методика применима как в период установившегося движения, так и при разгоне и остановке (выбеге) машины.

**Ключевые слова:** механическая система, скорость, ускорение, момент инерции.

Во многих случаях схему механической системы можно представить в виде двух вращающихся звеньев с моментами инерции относительно оси вращения  $J_1$  и  $J_2$  (рис.1). Звенья соединены упругим элементом, имеющим постоянную или переменную жесткость  $c$ , которая представляет собой приведенную жесткость всех упругих элементов механизма. Момент инерции  $J_1$  является постоянной величиной, не зависящей от угла поворота  $\varphi_1$  звена 1, а приведенный момент инерции механизма  $J_2$  зависит от угла поворота  $\varphi_2$  звена 2. На звено 1 действует от асинхронного электродвигателя движущий момент  $M_d$ , являющийся функцией от угловой скорости вращения вала  $\omega_1$ , а к 2 приложен приведенный момент сил сопротивления  $M_c$ . Этот момент может зависеть от угла поворота  $\varphi_2$ , угловой скорости  $\omega_2$  звена 2 и времени  $t$  [1].

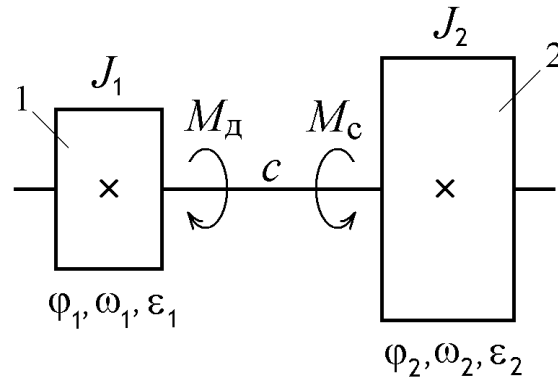


Рисунок 1 – Схема механической системы

Динамический анализ рассматриваемой схемы производим по двум обыкновенным дифференциальным уравнениям, имеющим вид

$$J_1 \varepsilon_1 = M_d - c(\varphi_1 - \varphi_2), \quad J_2 \varepsilon_2 + \frac{\omega_2^2}{2} \frac{dJ_2}{d\varphi_2} = c(\varphi_1 - \varphi_2) - M_c \quad (1)$$

где  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  – ускорения звеньев 1 и 2.

Значения  $J_2$  и  $M_c$  могут быть заданы аналитически или таблично. Статическая характеристика асинхронного электродвигателя задается графиком или уравнением

$$M_d = f(\omega_1) \quad (2)$$

Для рабочего участка характеристики двигателя функцию  $f(\omega_1)$  представляют полиномом первой или второй степени [2]. Численное интегрирование с применением компьютерных технологий позволяет полнее учесть влияние свойств двигателя на установившееся движение механизма. В этом случае вместо уравнения (2) необходимо использовать динамическую характеристику, которая задается дифференциальным уравнением

$$M_d + T_d (dM_d/dt) = f(\omega_1) \quad (3)$$

где  $T_d$  – электропостоянная (время) вычисляется по формуле  $T_d = 1/\omega_c - \omega_k$ ,

здесь  $\omega_c$  и  $\omega_k$  – синхронная и критическая угловые скорости двигателя. Вычисления показывают, что постоянная  $T_d$  для рассматриваемых двигателей принимает значения от 0,01 до 0,31 с. Система трех уравнений (1) и (2) или (1) и (3) может быть решена приближенно численным методом Рунге–Кутты с применением компьютерных технологий, используются стандартные программы. Также в случае применения компьютерных вычислений можно рекомендовать уточненный метод Эйлера–Коши. Здесь используется схема вычислений с пересчетом, позволяющим повысить на один порядок точность результатов по сравнению с обычным методом Эйлера. Кроме того, при пересчете просто осуществляется контроль правильности вычислений и выбора шага интегрирования. Для интегрирования уравнений (1) и (2) весь период времени движения

механизма делится на равные малые части – шаги интегрирования  $\Delta t$ . Значения  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \omega_1, \omega_2, \varphi_1, \varphi_2$ , а также  $M_d$  и  $M_c$  вычисляют последовательно шаг за шагом, переходя от положения механизма, соответствующего моменту времени  $t_i$ , к положению, соответствующему времени  $t_{i+1}$ . Принято, что на каждом малом промежутке времени  $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ , звенья 1 и 2 совершают равномерные движения. Тогда из уравнения (1) можно определить ускорения звеньев для момента времени  $t_i$ :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{1i} &= \frac{1}{J_1} (M_{di} - c_i(\varphi_{1i} - \varphi_{2i})); \\ \varepsilon_{2i} &= \frac{1}{J_{2i}} \left( c_i(\varphi_{1i} - \varphi_{2i}) - M_{ci} - \frac{\omega_{2i}^2}{2} \frac{J_{2i+1} - J_{2i}}{\varphi_{2i+1} - \varphi_{2i}} \right).\end{aligned}\quad (4)$$

Следовательно, угловые скорости и перемещения звеньев для момента времени  $t_{i+1}$  будут равны:

$$\left. \begin{aligned}\omega_{1i+1} &= \omega_{1i} + \varepsilon_{1i} \Delta t; & \omega_{2i+1} &= \omega_{2i} + \varepsilon_{2i} \Delta t; \\ \varphi_{1i+1} &= \varphi_{1i} + \frac{\omega_{1i} + \omega_{1i+1}}{2} \Delta t; & \varphi_{2i+1} &= \varphi_{2i} + \frac{\omega_{2i} + \omega_{2i+1}}{2} \Delta t.\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Найденные по формулам (5) угловые скорости и перемещения позволяют определить и значения угловых ускорений  $\varepsilon_{1i+1}$  и  $\varepsilon_{2i+1}$ , соответствующих моменту времени  $t_{i+1}$ . Вычисления выполняют по формулам (4), в которых заменяют нижние индексы  $i$  на  $i+1$ .

Вычисление второго приближения угловых скоростей и перемещений (пересчет согласно методу Эйлера–Коши) производят по формулам (5), в которые вместо  $\varepsilon_{1i}$  и  $\varepsilon_{2i}$  подставляют средние угловые ускорения:

$$\frac{\varepsilon_{1i} + \varepsilon_{1i+1}}{2}; \quad \frac{\varepsilon_{2i} + \varepsilon_{2i+1}}{2}. \quad (6)$$

В случае необходимости аналогично можно определить третье приближение. Взяв за тем следующий интервал времени  $t_{i+2} - t_{i+1} = \Delta t$ , вычисляют величины  $\varepsilon, \omega, \varphi$  для момента времени  $t_{i+2}$ .

При учете только статической характеристики из соотношения (2) получаем величину момента двигателя в  $i+1$  положении механизма.

$$M_{di+1} = f(\omega_{1i+1}). \quad (7)$$

Для численного интегрирования системы трех дифференциальных уравнений (1) и (3) следует заменить бесконечно малые величины  $dM_d$  и  $dt$  малыми, но конечными приращениями. Тогда из уравнения (3) для выбранного мо-

мента  $t_i$  получаем  $M_{di} + T_d \frac{M_{di+1} - M_{di}}{\Delta t} = f(\omega_{1i})$ , откуда первое приближенное значение момента двигателя будет равно

$$M_{di+1} = M_{di} (f(\omega_{li}) - M_{di}) - \Delta t / T_d \quad (8)$$

Второе приближенное значение определяем методом Эйлера–Коши

$$M'_{di+1} = M_{di} + (f(\omega_{li}) + f(\omega_{li+1}) - M_{di} - M_{di+1}) \Delta t / 2T_d. \quad (9)$$

Подставляя значения  $M_{di+1}$ , найденное по (8), в выражение (9) после преобразования получаем

$$M'_{di+1} = M_{di} \left[ 1 - \frac{\Delta t}{T_d} + \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta t}{T_d} \right)^2 \right] + \frac{1}{2} [f(\omega_{li}) + f(\omega_{li+1})] \frac{\Delta t}{T_d} - \frac{1}{2} f(\omega_{li}) \left( \frac{\Delta t}{T_d} \right)^2. \quad (10)$$

Начальные условия для периода разгона при  $t_0=0$  принимаются следующие:  $\varphi_{10}=0$ ,  $\varphi_{20}=0$ ,  $\omega_{10}=0$ ,  $\omega_{20}=0$ , при этом обозначим индексом «0» переменные величины  $J_{10}$ ,  $J_{20}$ ,  $M_{d0}$ ,  $M_{c0}$ ,  $c_0$ . Момент двигателя  $M_{d0}$  представляет собой величину пускового момента, который определяется по каталогу. Вычисления производятся последовательно по формулам (4–7).

Начальные условия при анализе только установившегося движения соответствуют началу цикла:  $t_0=0$ ,  $\varphi_{10}=0$ ,  $\varphi_{20}=0$ ,  $\omega_{10}=\omega_{20}=\omega_0$ ,  $J_{10}$ ,  $J_{20}$ ,  $M_{d0}$ ,  $M_{c0}$ ,  $c_0$ . Момент  $M_{d0}$  и угловая скорость  $\omega_0$  в начале цикла предварительно принимаются равными номинальному моменту и угловой скорости вала двигателя. Затем действительную угловую скорость в начале цикла установившегося движения уточняем. По найденным значениям  $\omega_{10}$  и  $\omega_{20}$  находим  $M_{d0}$ ,  $M_{c0}$  производят новые вычисления. При анализе установившегося движения используются те же формулы (4–7). Для последующего учета динамической характеристики электродвигателя определение момента  $M_{di+1}$  производится по формуле (10) вместо формулы (7). Начальными условиями в этом случае служат результаты предыдущих вычислений. Скорость в начале цикла уточняют тем же способом. Далее производится последнее окончательное интегрирование.

Последовательность вычислений для получения законов изменения кинематических, а также динамических параметров рассматриваемой системы может быть представлена в виде таблиц или диаграмм  $\varphi_1(t)$ ,  $\varphi_2(t)$ ,  $\omega_1(t)$ ,  $\omega_2(t)$ ,  $\varepsilon_1(t)$ ,  $\varepsilon_2(t)$ ,  $M_d(t)$ ,  $M_c(t)$ . Данные расчеты применимы как в период установившегося движения, так и при разгоне и остановке (выбеге) машины.

### Список использованных источников

1. Тимофеев, Г.А. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / Г.А. Тимофеев и др. под ред. Г.А.Тимофеева. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 566 с.
2. Дементьев, Ю.Н. Чернышев А.Ю. Электрический привод: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010, 232 с.



# INVESTIGATION OF THE MOVEMENT OF A MECHANICAL SYSTEM TAKING INTO ACCOUNT THE MALLEABILITY OF LINKS AND ENGINE CHARACTERISTICS

O.S. Antipov, V. A. Shorin

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the sequence of calculations for obtaining the laws of change of kinematic and dynamic parameters of a mechanical system. The method is applicable both during steady-state traffic and during acceleration and stop (run-out) of the car.

**Keywords:** mechanical system, speed, acceleration, moment of inertia

УДК 539.3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛА С УПРУГО ПОДАТЛИВЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ

В.Н. Багапов<sup>1</sup>, Д.Е. Черногубов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Технический университет УГМК,  
г. Верхняя Пышма, Россия*

<sup>2</sup>*Уральский федеральный университет,  
г. Екатеринбург, Россия*

В данной работе рассматривается задача по определению параметров ступенчатого вала с упруго податливым закреплением. Производится поиск коэффициента жесткости для пружин траверсы, при котором расход материала для изготовления вала будет минимален. При этом учитываются ограничения по прочности и минимально возможному внешнему диаметру.

**Ключевые слова:** сопротивление материалов, оптимизация, ступенчатый вал, статически неопределимая система, метод сил

**Условие задачи.** Ступенчатый вал (рис. 1, *а*), состоящий из трех участков, нагружен сосредоточенными и распределенным скручивающими моментами. Левый край вала жестко заделан, справа крепится абсолютно жесткая траверса (рис. 1, *б*), концы которой упираются в упругие пружины с коэффициентом жесткости  $k$ . Определим величину коэффициента жесткости пружин, при котором объем материала вала будет минимальным.

Длины участков вала:  $l_1 = 1,1$  м,  $l_2 = 1,3$  м,  $l_3 = 0,7$  м, внешние нагрузки (скручивающие моменты):  $M_1 = 1,5$  кНм,  $M_2 = 2$  кНм,  $m = 2,5$  кНм/м. Характеристики материала: модуль сдвига  $G = 80$  ГПа, расчетное сопротивление  $R = 60$  МПа. Длина траверсы  $2a = 1$  м. Внутренний диаметр вала  $d = 20$  мм, минимальная толщина стенки  $s_{\min} = 2$  мм, минимально допустимый внешний диаметр  $D_{\min} = d + 2s_{\min} = 24$  мм. Внешние диаметры всех участков вала  $D_1, D_2, D_3$  – изменяемые параметры в задаче по оптимизации.

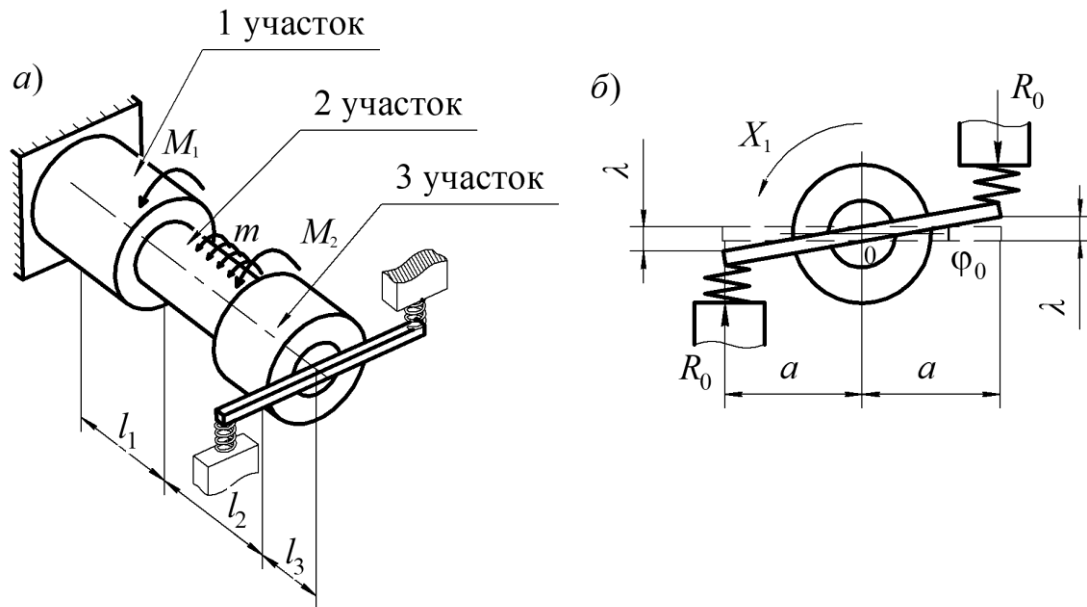


Рисунок 1 – а) схема вала; б) схема траверсы

**Решение.** Под действием внешних моментов вал деформируется (закручивается), вследствие чего пружины сжимаются на величину  $\lambda$  и траверса поворачивается на угол  $\phi_0$  (рис. 1, б).

Осадка пружины  $\lambda$  зависит от ее коэффициента жесткости  $k$  и от силы  $F$  приложенной к пружине  $\lambda = \frac{F}{k}$ , а угол поворота траверсы в случае малых деформаций вала равен  $\phi_0 \approx \operatorname{tg} \phi_0 = \frac{\lambda}{a}$ .

Вал с двумя закрепленными концами является статически неопределимой системой (степень статической неопределимости  $n = 1$ ). Для его расчета методом сил [1] выбираем основную систему (ОС) путем отбрасывания траверсы (рис. 2), тогда каноническое уравнение (уравнение совместности деформаций) будет выглядеть следующим образом

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1p} = \phi_0.$$

Здесь  $X_1$  – неизвестный момент, передаваемый валу траверсой,  $\delta_{11}$  – угол поворота свободного края ОС от единичного момента  $\bar{X}_1 = 1$ ,  $\Delta_{1p}$  – угол поворота свободного края ОС от внешней нагрузки.

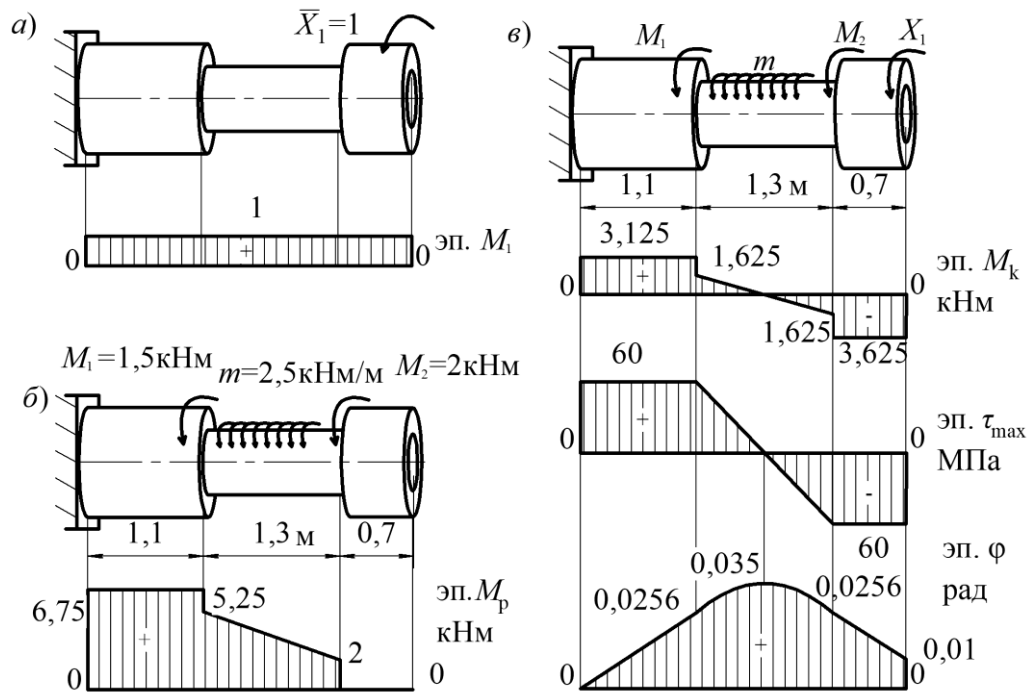


Рисунок 2 – основная система метода сил и эпюры:  
а) от единичного момента; б) от внешней нагрузки; в) для оптимального варианта статически неопределимого вала

Угловые перемещения, входящие в каноническое уравнение метода сил, находим методом Мора

$$\delta_{11} = \sum_{i=1}^3 \int_0^{l_i} \frac{\bar{M}_{li} \bar{M}_{li}}{GI_{pi}} dx, \quad \Delta_{1p} = \sum_{i=1}^3 \int_0^{l_i} \frac{\bar{M}_{li} M_{pi}}{GI_{pi}} dx.$$

Здесь  $\bar{M}_{li}$  – крутящие моменты в поперечных сечениях ОС от единичного момента  $\bar{X}_1 = 1$  (рис. 2, а),  $M_{pi}$  – крутящие моменты в поперечных сечениях ОС от внешней нагрузки (рис. 2, б),  $I_{pi} = \frac{\pi}{32} (D_i^4 - d^4)$  – полярные моменты инерции поперечных сечений вала.

Записывая уравнение равновесия для траверсы (рис. 1, б)

$$\Sigma M_0 = 0; \quad X_1 - 2R_0 a = 0$$

и учитывая, что  $F = -R_0$ , получаем 
$$X_1 = \frac{-\Delta_{1p}}{\delta_{11} + \frac{1}{k \cdot 2a^2}}.$$

Тогда крутящие моменты в статически неопределимом вале будут равны  $M_k = M_p + \bar{M}_1 X_1$ .

Для проверки прочности вала, на каждом участке определим величины максимальных касательных напряжений  $\tau_{\max} = \frac{M_{k, \max}}{W_p}$ , где  $W_{pi} = \frac{2I_{pi}}{D_i}$  – полярные моменты сопротивления поперечных сечений.

В данной работе определялись оптимальные значения диаметров всех участков вала  $D_1, D_2, D_3$  используя в качестве целевой функции объем материала, затрачиваемого на вал [2, 3]

$$V = \min \left( \sum_{i=1}^3 A_i l_i \right) = \min \left( \sum_{i=1}^3 \frac{\pi}{4} (D_i^2 - d^2) l_i \right).$$

Ограничения при решении задачи оптимизации: во всех сечениях вала должно выполняться условие прочности  $|\tau_{\max}| \leq R$ ; диаметры всех участков не могут быть меньше, чем минимально допустимый диаметр  $D_i \geq D_{\min}$ .

Расчеты по поиску оптимальных параметров вала выполнены в математической программе Mathcad Prime с использованием инструмента «Блок решения» и функции оптимизации Minimize, осуществляющей поиск минимума целевой функции при заданных ограничениях.

В таблице 1 приведены значения минимального объема материала вала и диаметров всех его участков в зависимости от значения коэффициента жесткости пружин  $k$ , а на рисунке 3 эти же зависимости в графической форме в логарифмическом масштабе.

**Выводы.** Из полученных результатов расчета следует, что при малых коэффициентах жесткости  $k = 0 \dots 10^3$  Н/м оптимальные параметры вала практически не меняются и совпадают с параметрами вала с не закрепленным правым краем. Минимум объема материала достигается при значении коэффициента жесткости пружин  $k = 7,188 \cdot 10^5$  Н/м. При коэффициентах жесткости  $k \geq 10^8$  Н/м оптимальные параметры совпадают с параметрами вала с жестко закрепленным правым краем. Эпюры крутящих моментов, максимальных касательных напряжений и углов закручивания для оптимального варианта приведены на рисунке 2, в. Максимальные касательные напряжения во всех характерных сечениях такого вала одинаковы по абсолютной величине и равны расчетному сопротивлению материала  $R = 60$  МПа. Траверса повернулась на угол равный  $\varphi_0 = 0,01$  рад  $\approx 0,573^\circ$ . Осадка пружин составила  $\lambda = \varphi_0 \cdot a = 5$  мм.

Таблица 1 – минимальный объем материала вала и диаметры его участков при различных значениях коэффициента жесткости пружин  $k$

| Коэффициент жесткости пружины $k$ , Н/м | Объем материала $V$ , дм <sup>3</sup> | Внешние диаметры участков вала |            |            |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------|------------|
|                                         |                                       | $D_1$ , мм                     | $D_2$ , мм | $D_3$ , мм |
| 1                                       | 2                                     | 3                              | 4          | 5          |
| 0                                       | 11,291                                | 83,149                         | 76,502     | 24,000     |
| $10^3$                                  | 11,271                                | 83,089                         | 76,430     | 24,000     |

|                                      |              |               |              |               |
|--------------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| $10^4$                               | 11,221       | 82,936        | 76,249       | 24,000        |
| $10^5$                               | 10,835       | 78,460        | 70,866       | 49,793        |
| <b><math>7,188 \cdot 10^5</math></b> | <b>7,900</b> | <b>64,452</b> | <b>52,05</b> | <b>67,684</b> |
| $10^6$                               | 8,021        | 63,380        | 53,613       | 68,627        |
| $10^7$                               | 8,475        | 63,588        | 56,308       | 70,320        |
| $10^8$                               | 8,531        | 63,818        | 56,491       | 70,438        |
| $\infty$                             | 8,537        | 63,844        | 56,512       | 70,452        |

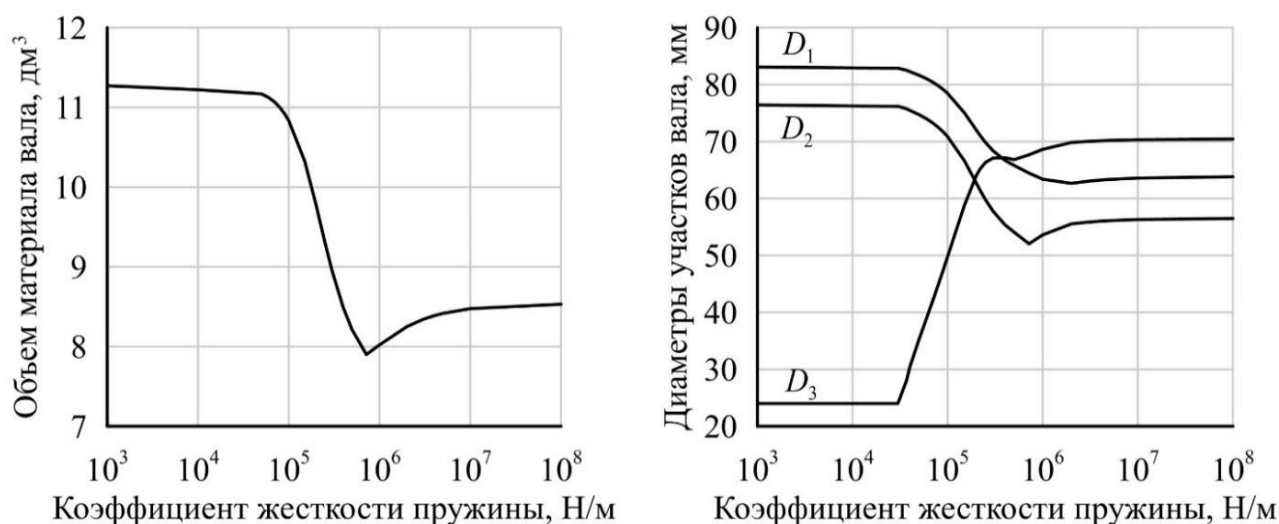


Рисунок 3 – Зависимости минимального объема материала вала и диаметров его участков от коэффициента жесткости пружин  $k$

### Список использованных источников

1. Александров, А.В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А. В. Александрова. – 9-е изд., пер. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 293 с.
2. Тухфатуллин, Б.А. Нелинейные задачи строительной механики. Методы оптимального проектирования конструкций / Б.А. Тухфатуллин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2021. – 106 с.
3. Багапов, В.Н. Задача по определению оптимальных параметров ступенчатого вала и ее решение в программе Mathcad / В.Н. Багапов, Д.Е. Черногобов // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: Сборник статей XXVI Международной научно-технической конференции, Пенза, 15–16 августа 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 13-17.

# DETERMINATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF A STEP SHAFT WITH ELASTICLY COMPLIANT SUPPORT

V.N. Bagapov<sup>1</sup>, D.E. Chernogubov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Technical University UMMC,  
Verkhnyaya Pyshma, Russia*

<sup>2</sup>*Ural Federal University,  
Ekaterinburg, Russia*

This article describes the problem of determining the parameters of a stepped shaft with an elastically compliant support. A search of parameters for the stiffness coefficient for the traverse springs is made, at which the consumption of material for the manufacture of the shaft is minimal. At the same time, restrictions on strength and the smallest possible external diameter are considered.

**Keywords:** strength of materials, optimization, stepped shaft, statically indeterminate system, force method

УДК (075.8) 33

## ДОСТИЖЕНИЕ СВЕРХРЕЗУЛЬТАТОВ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

И.В. Балахонова

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье анализируется такое условие достижения сверхрезультатов средних промышленных предприятий, как преодоление эффекта социальной лености на базе цифровизации.

**Ключевые слова:** цифровизация, эффект социальной лености, эффективность работы станков (ОЕЕ)

В настоящее время, как и 30 лет назад, экономика России вошла в полосу «шторма», связанного как с жесткой санкционной политикой Запада, так и с мировым трендом на деглобализацию. Экономическая агрессия коллективного Запада требует от российской промышленности сверхрезультатов [1]. За короткий период необходимо увеличить объем производства гражданской и военной продукции в несколько раз [3]. Отечественные промышленные предприятия

должны достигнуть сверхрезультаты в условиях нехватки трудовых ресурсов, доминирования «стратегии дезертирства» как в цепочках поставок, так и в трудовых коллективах и других неблагоприятных обстоятельствах.

Наши промышленные предприятия 30 лет назад столкнулись с резким снижением спроса на свою продукцию, с необходимостью перепрофилирования, с глобальной конкуренцией. Сейчас задача стоит противоположная – необходимо резко нарастить производство отработанной и новой продукции в условиях жесткой конкуренции за трудовые ресурсы. В 2022 году в России спрос на рабочие профессии (универсалы - токаря и фрезеровщики, наладчики станков с ЧПУ, слесаря, сварщики и т.д.) по сравнению с 2021 годом возрос на 51 %, а в Пензенской области - на 68 % [2]. В СССР токарь-универсал 6-го разряда на предприятии военно-промышленного комплекса (ВПК) получал в среднем 600-700 рублей (зарплата+премия), что в текущих ценах составляет 200 000 – 300 000 рублей. В современной России токарь-универсал 6-го разряда на предприятии ВПК может рассчитывать на зарплату+премия 60 000 – 100 000 рублей, что по покупательной способности ниже примерно в 3 раза по сравнению с поздней эпохой СССР. Кроме того, с учетом развития технологий у данной профессии нет будущего. Через 10-15 лет у промышленных предприятий не будет потребности в токарях-универсалах, их заменят высокотехнологичные токарные станки с ЧПУ, которые будут обслуживать интеллектуальные роботы. Поэтому молодежь не хочет получать навыки на умирающие рабочие профессии, которые в настоящее время являются остродефицитными.

Доступность технологий и покупных комплектующих, цифровое планирование и цифровой контроль при текущей технологии и наличии трудовых ресурсов не смогут обеспечить увеличения продуктивности предприятия в несколько раз. Требуется ускоренная цифровая трансформация всех процессов, связанных с производством продукции на каждом отечественном предприятии. Выигрывать будут те предприятия, которые смогут обеспечить рабочим и инженерно-техническим работникам (далее -ИТР) большую зарплату по сравнению со своими соседями в регионе. Однако, в рыночной экономике поднять зарплату рабочим и ИТР в 2-3 раза предприятие может только при условии резкого увеличения производительности труда по добавленной стоимости.

В связи с вышеописанными неблагоприятными условиями необходимо отметить следующий парадокс в отечественной промышленности: производительность труда на малых промышленных предприятиях (от 70 до 700 человек) существенно выше, чем на средних (от 1500 до 3000 человек). Причем в мире картина зеркальная: на средних промышленных предприятиях производительность труда выше, чем на малых. Данный парадокс говорит об неэффективности организации производства на отечественных средних промышленных предприятиях, который связан с такими социально-психологическими факторами как: «Социальная лень», «Потерянность в толпе», «Меньше работаю, получаю столько же (уравниловка)».

Социальная лень или потеря мотивации, проявляется в том, что работники предприятия прилагают меньше усилий, работая в группе, полагаясь на сво-

их коллег при выполнении различных заданий. Почти 100 лет тому назад французский инженер Макс Рингельман [6] задался вопросом, будут ли все члены коллектива прикладывать столько же усилий, как и одиночки. Для этого был проведен эксперимент на основе соревнования по перетягиванию каната. Оказалось, что каждый участник групп затрачивал на 18 % усилий меньше, чем если бы тянул один.

Вопреки распространенному мнению, что **»коллектив – это сила»**, было доказано, что в действительности у членов группы может быть меньше оснований хорошо трудиться над коллективной целью. Получается, что имеет место социально-психологический фактор.

Рассмотрим еще один распространенный психологический фактор, влияющий на коллективную работу не менее, чем **»Социальная лень»**, этот фактор называется **»Потерянность в толпе»**.

Суть данного фактора в том, что индивид может чувствовать себя **потерянным в толпе, обезличенным**, считая, что его усилия не будут вознаграждены. Чем больше количество участников в группе, тем больше каждый из них склонен чувствовать себя деиндивидуализированным (утратившим свою индивидуальность, свое «Я» и слившимся с толпой). А это приводит к демотивации, понижению желания трудиться и падению производительности.

Возможен и другой вариант, но уже осознанный, когда индивид будет понимать, что весь обезличенный коллектив работает над достижением целей, и, если он (индивид) не сделает что-то максимально эффективно или просто эффективно, то все равно кто-то сделает это, вытянет и поэтому можно не стараться, можно прикладывать меньше усилий, ведь персональной оценки и ответственности не будет. У него будет четкий триггер – **»меньше работаю, получаю столько же»**.

Социальная лень определяет снижение личной ответственности индивида в коллективе, а значит, приводит к снижению прилагаемых им усилий. Таким образом, это явление снижает общую эффективность всего коллектива. При этом члены группы не чувствуют себя **»лодырями»**, они считают, что усилия прикладывают одинаково и в одиночку, и в группе.

На рисунке 1 приведено три варианта развития эффекта Рингельмана (эффект социальной лени) в рабочих группах на предприятии:

- 1-й вариант: классическое развитие эффекта социальной лени по формуле оценки средней эффективности каждого члена команды, принимающего участие в работе группы рассчитывается по формуле (1);
- 2-й вариант: ускоренное развитие эффекта социальной лени, когда все члены команды не верят в групповой успех;
- 3-й вариант: «эффект муравьев», когда происходит медленное развитие эффекта социальной лени при условии, что произошло командообразование в группе.

$$C = (100 \% - 7 \% ) * (\text{Количество Группы} - 1) \quad (1)$$



## Эффект социальной лениности при увеличении группы

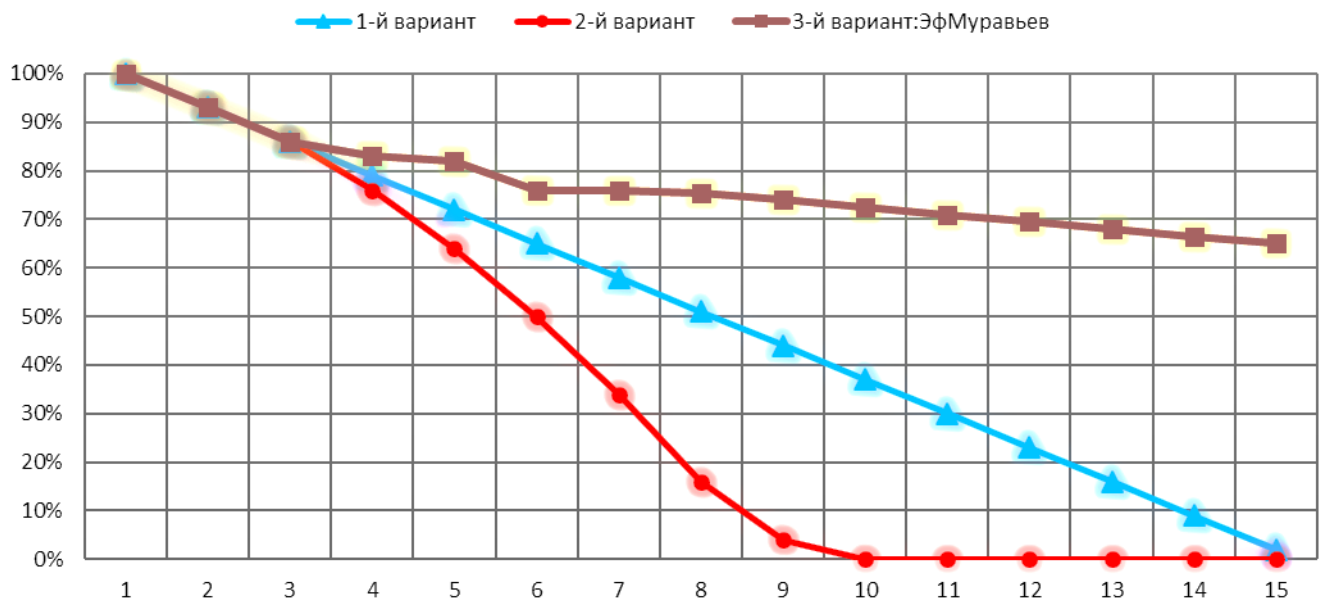


Рисунок 1 – Эффект Рингельмана при решении задачи группой

Далее рассмотрим опыт участия в проекте развития производственной системы промышленного предприятия, где основным результатом стало преодоление «эффекта социальной лениности».

Входные данные:

1. На производственном участке были следующие ресурсы: 32 станка с ЧПУ и 34 наладчика;
2. Режим работы участка: 2 смены по 12 часов и 7 дней в неделю силами 4 бригад по 7 человек (с учетом, что 2 работника находятся в отпуске). В среднем один наладчик-оператор обслуживал 4 станка с ЧПУ;
3. На участке форма оплаты труда окладно-премиальная, причем премия начислялась всем работникам одинаково, исходя из выполнения или не выполнения производственных планов участка (практиковалась уравниловка);
4. Эффективность работы станков (далее - ОЕЕ) не превышала 50 %, т.е. на практике ОЕЕ свыше 70 % достигалось только на 17 станках (из 34), причем в ночную смену (с 19-30 до 7-30 следующего дня) ОЕЕ был существенно ниже, чем в дневную (с 7-30 до 19-30).

Первоначально был сделан вывод о том, что в ночную смену – когда за рабочими нет контроля со стороны менеджмента (мастера, распреды, технологи, нач. участка и т.п.) социальная лениность особенно давала о себе знать.

На I-м этапе проекта реализовали предложение по переходу на режим 17 часов (2 смены по 8 часов) 7 дней в неделю. Работало 3 бригады по 11 работников (в условиях Ковида на практике – 8-9 работников). ОЕЕ вырос на 5 %, а продуктивность участка осталась на прежнем уровне (как и при работе 24 часа в сутки). При этом произошло сокращение расходов на ночные выплаты рабочим и на электроэнергию (7 часов ночью станки не работали, помещение участ-

ка не освещалось). Однако через несколько месяцев ОЕЕ опять снизилось до 50 %, т.е. опять усилилась социальная леность.

На II-м этапе проекта были внедрены следующие мероприятия:

1. Налажено цифровое сменно-суточное планирование работы каждого из 34 станков участка (один раз в неделю) в ERP-системе;
2. Налажено ежесменное цифровое диспетчирование исполнения сменно-суточных заданий на каждом станке (в ERP-системе);
3. Налажен еженедельный автоматический анализ причин неисполнения сменно-суточных заданий в разрезе каждого из 34 станков в ERP-системе;
4. На основании анализа было налажено формализованное взаимодействие производства со вспомогательными процессами (бюро по разработке управляющих программ на станки с ЧПУ, службы обеспечения участка режущим инструментом, служба ремонта и профилактики станков с ЧПУ);
5. Работа участка была переведена на режим 24 часа (2-е смены по 12 часов) 7 дней в неделю;
6. Количество наладчиков и операторов участка увеличили на 15 %.

Результаты были следующие: ОЕЕ стал выше 60 % (как в дневную, так и в ночную смену); продуктивность данного производственного участка выросла более чем в 2 раза; в связи с увеличением продуктивности участка зарплата+премия работников производственного участка выросла более чем на 30 %.

По выше описанному эксперименту делаем следующие выводы:

- Наличие индивидуальной ответственности за определенные задания резко снижает эффект социальной лености. При анонимности вклада в общее дело усиливается эффект социальной лености, а с повышением индивидуальной ответственности эффект резко снижается;
- Цифровое планирование индивидуальных заданий; цифровой мониторинг выполнения; анализ отклонений от сроков; орг.выводы по результатам регулярного анализа производственной ситуации - все это закрепляет результат и не дает возвратиться социальной лености (как это было на I-м этапе эксперимента). Наблюдается эффект муравьев (3-й вариант на рис.1) – когда увеличение группы не ведет к резкому снижению эффективности;
- Эффект лености растет вместе с увеличением группы (бригада свыше 9 человек без командообразования практически не даёт эффекта от добавления новых сотрудников);
- Преодоление эффекта социальной лености можно достичь без использования индивидуального материального стимулирования отдельных работников (т.е. результат был достигнут при сохранении уравниловки начисления премий работникам на участке). На первое место выходит социальное стимулирование и материальное стимулирование группы;
- В группах, где доминируют индивидуальные достижения (красная или оранжевая система ценности [4] склонны к возрастанию социальной лености; и наоборот – там, где доминируют коллективные достижения (синяя или зеленая системы ценностей) фактор социальной лености снижается.

Проведенный эксперимент ещё раз подтвердил «Хоторнский эффект» [5] – на производительность труда социально-психологический фактор оказывает гораздо большее влияние, чем физические и технологические условия труда. Однако, на предприятиях «Хоторнский эффект» имеет тенденцию к затуханию и новому развитию социальной лености (что наблюдалось после I-го этапа эксперимента). Для закрепления «Хоторнского эффекта» главным инструментом выступила цифровизация планирования и контроля индивидуальной работы каждого члена группы (на II-м этапе эксперимента). Таким образом, преодоление эффекта социальной лености на базе цифровизации ведет к росту производительности труда по добавленной стоимости, что в свою очередь позволяет предприятию более успешно конкурировать за трудовые ресурсы.

### **Список использованных источников**

1. Балахонова, И.В. Цена вопроса перехода на новую экономическую модель для российского общества - 2022, <https://penza-online.ru/ekonomika/tsena-voprosa-perekhoda-na-novuyu-ekonomicheskuyu-model-dlya-rossiyskogo-obshchestva>
2. В Пензенской области вырос спрос на опытных токарей и фрезеровщиков – 2023, <https://penza.aif.ru>
3. Глазьев, С.А. России нужна мобилизационная экономика с рыночным инструментарием - 2022, <https://aurora.network>
4. Спиральная динамика Грейвза: пути развития человека – <https://4brain.ru>
5. Хоторнский эффект: от чего на самом деле зависит производительность труда - <https://4brain.ru>
6. Эффект Рингельмана: осознанная лень или бессознательное бездействие? - <https://4brain.ru>

## **ACHIEVING SUPER RESULTS OF THE RUSSIAN INDUSTRY IN ADVERSE CONDITIONS**

**I.V. Balaxanova**

*Penza State University*

In the article analyzes such a condition for achieving super results in medium-sized industrial enterprises as overcoming the effect of social laziness on the basis of digitalization.

**Keywords:** digitalization, the effect of social laziness, overall equipment effectiveness (OEE)

## АЭРОГЕЛЬ КАК ОДИН ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.А. Барило

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов–на-Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи материала аэрогель. Описаны его физические и химические свойства. Рассмотрены области применения данного вещества. Приведены способ условия получения аэрогеля.

**Ключевые слова:** аэрогель, нанотехнологии, теплоизоляционные материалы, наноматериалы

Аэрогель самое лёгкое вещество в твердом состоянии, которое до сегодняшнего дня было известно человечеству. Двухкоренное слово состоит из латинских определений: «aer», что переводится, как «воздух» и «gelatus», означающее «твердый». Итак, аэрогель – это самое легкое в мире прозрачное и твердое вещество, которому сопутствуют такие качества, как жаростойкость и крайне низкая теплопроводность, что делает его необычайно ценным материалом во многих областях промышленности [1].

В первую очередь, особенно кварцевые аэрогели, это превосходные теплоизоляторы, которые можно использовать в строительстве, авиации, космонавтике, машиностроении и, конечно же, в лёгкой промышленности для пошива одежды. Кроме этого, аэрогели гигроскопичны, следовательно, их можно использовать для любых материалов, боящихся сырости – они попросту будут оттягивать влагу на себя. Для стремительно развивающегося технического прогресса на сегодняшний день наибольшую ценность представляют именно кварцевые аэрогели, хотя это еще далеко не «завершение карьеры» для такого материала [2].

Аэрогелю отведено 15 позиций в Книге рекордов Гиннесса – больше, чем любому другому материалу. Иногда называемый «замороженным дымом» аэрогель производится в процессе сверхкритической сушки жидких гелей из алюминия, хрома, оксида олова или углерода. На 99,8 % аэрогель состоит из пустого пространства, что делает его полупрозрачным. Аэрогель фантастически изолирует – если у вас щит из аэрогеля, он защитит вас от потока огня. Причем так же защитит и от холода. Из него можно было бы построить теплый купол на Луне. У аэрогелей невероятная площадь поверхности внутренних фрактальных структур – кубик аэрогеля с гранью в один дюйм обладает внутренней площадью, эквивалентной футбольному полю. Несмотря на низкую плотность, аэро-

гель рассматривался в качестве компонента военной брони из-за своих изолирующих свойств [3].

Следует отметить, что плотность  $1 \text{ кг/м}^2$ , это уже не предел возможностей, так как у металлических решеток такой показатель еще превосходней. Так, плотность графенового аэрогеля составляет  $0,16 \text{ кг/м}^3$  (немного больше у аэрографита –  $0,18 \text{ кг/м}^3$ ). Из углеродных (графитных) гелей уже сейчас научились изготавливать конденсаторы, которые лучше всего аккумулируют солнечную энергию. В диапазоне от 250 до 14300 нанометров такое вещество отражает всего 0,3 % света, и емкость такого конденсатора составляет  $77 \text{ ф/м}^3$  или 104 ф/грамм вещества.

Неподвижный воздух всегда являлся самой лучшей теплоизоляцией для стен и фундаментов зданий. Отсюда и пустотелый кирпич, полые перекрытия, колодцевая кладка или двойные стены в бетонных многоэтажных домах. Но время порой делает приятные сюрпризы – так случилось и на этот раз. [4]

Аэрогель на основе стекловолокна сейчас имеет более низкую теплопроводность, нежели воздух и сохраняет свою эффективность при температуре от  $-200^\circ\text{C}$  до  $650^\circ\text{C}$ , то есть, в естественных условиях такая изоляция попросту не имеет равных. Материал относится к классу НГ (не горючий) и имеет высокую устойчивость к открытому пламени. Такие полотна, где используется кварцевый порошкообразный аэрогель, имеют толщину не более 2-6 мм.

Где его применяют: [5]

- изоляция бытовых и промышленных холодильников, морозильных камер;
- защита теплотрасс с надземным и подземным монтажом;
- в промышленности используют для защиты холодного и горячего водоснабжения (ХВС/ГВС);
- изоляция трубопроводов любого типа;
- для электрических бойлеров и других емкостей;
- защита от образования конденсата на строительных, технических и научно-исследовательских объектах;
- криогенная техника и оборудование;
- изоляция вентиляционных каналов, шахт и кессонов;
- утепление специализированной/обычной одежды и обуви;
- для защиты стен, фундаментов, кровель, лоджий, балконов, бань и саун.

Процесс производства аэрогелей сложен и трудоемок. Сначала при помощи химических реакций гель полимеризуется. Эта операция занимает несколько суток и на выходе получается желеобразный продукт. Затем спиртом из желе удаляется вода. Полное ее удаление – залог успешности всего процесса. Следующий шаг - «суперкритическое» высушивание. Оно производится в автоклаве при высоком давлении и температуре, в процессе участвует сжиженный углекислый газ.

Первенство в изобретении аэрогеля признано за химиком Стивеном Кистлером (Steven Kistler) из Тихоокеанского колледжа (College of the Pacific) в Стоктоне, Калифорния, США, опубликовавшего в 1931 году в журнале Nature свои результаты.

Кистлер заменял жидкость в геле на метанол, а потом нагревал гель под давлением до достижения критической температуры метанола (240°C). Метанол уходил из геля, не уменьшаясь в объёме; соответственно, и гель «высыхал», почти не ужимаясь.

Все процедуры проходят в среде инертного газа: без кислорода и углекислого газа, для исключения окислительных процессов.

### **Список использованных источников**

1. Аэрогель [электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL <http://www.aerogelrussia.ru/>
2. Иванов, Н.Н., Иванов А.Н. Теплоизоляционный аэрогель и пьезоактивная пленка PVDF – современные перспективные материалы для космической техники и космического приборостроения // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина». – 2011. – № 2. – С. 46-52.
3. Aspen Systems. Аэрогель [электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL <http://www.forbes.ru/forbes/issue/2010-07/56056-tonshe-i-teplee>
4. Фаликман, В.Р. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве строительных материалов // Строительные материалы. – 2013. – № 9. – С. 77-81.
5. Рыбакова, О.А., Лысенко А.В., Алмаметов В.Б. Прочная невесомость или аэрогель // Труды международного симпозиума «Надежность и Качество». – 2008. – Том 2. – С. 103-104.

## **AEROGEL AS ONE OF THE PROMISING MATERIALS IN MODERN INDUSTRY**

**K.A. Barilo**

*Donskoy State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article reveals the essence and objectives of the aerogel material. Its physical and chemical properties are described. The fields of application of this substance are considered. The method and conditions for obtaining aerogel are given.

**Keywords:** aerogel, nanotechnology, thermal insulation materials, nanomaterials

## ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА: ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ

К.А. Барило

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи переработки и утилизации отходов техногенных отходов. Описаны главные отходообразующие отрасли экономики; Этапы движения отработанных материалов. Рассмотрены несколько основных методов переработки промышленных отходов.

**Ключевые слова:** переработка, утилизация, техногенные отходы, промышленное производство, экология

Ежегодно в стране формируется 5 млрд. тонн мусора, большая доля которого – техногенные отходы, образующиеся при промышленном производстве. Проблема их переработки – приоритетная экологическая и экономическая задача, так как появление ненужных отработанных материалов свидетельствует о неразумном использовании натуральных ресурсов [1].

Согласно ГОСТ 25916-83 техногенные отходы – это остатки материалов и сырья, которые образовались в ходе производства и утратили начальные свойства. Главные отходообразующие отрасли экономики:

- угольная промышленность (55 %);
- черная и цветная металлургия (25 %);
- добыча прочих полезных ископаемых (15 %);
- химическая и лесная промышленность, сельское хозяйство, строительство и энергетика (в сумме около 5 %).

Согласно данным Росприроднадзора вторично используется или обезвреживается только 20-60 % образующихся отработанных материалов, остальная часть отправляется на хранение [2].

Увеличение объемов мусора – проблема экологов всего мира. Отходы на свалках наносят ощутимый ущерб экологии, отравляют почву и наполняют воздух опасными веществами. Несколько весомых проблем, к которым приводит несвоевременная утилизация:

Свалки – это источник вредоносных бактерий, место обитания грызунов и насекомых, которые являются переносчиками многих опасных заболеваний.

Загрязнение почвы и вод мирового океана – только переработка сырья способна остановить этот пагубный для всего человечества процесс.

Парниковый эффект – отходы на свалках провоцируют его усиление, тем самым существенно изменяя климат.

Увеличение общего объема мусора – ни для кого не секрет, что некоторые отходы в естественной среде разлагаются несколько десятилетий.

Во всех перечисленных случаях проблемы могут быть решены. В этом поможет утилизация, основанная на комплексном подходе со стороны органов власти и населения [3].

Проведение утилизации регламентируется на законодательном уровне. Правила и нормы прописаны в Федеральном законе от 24.06.1998 N 89-ФЗ “Об отходах производства и потребления”. Утилизация техногенных отходов – важнейший фактор в увеличении эффективности современных промышленных производств и сохранения сырьевой базы. Помимо этого, переработка несет экологическую составляющую, снижая воздействие на окружающую среду.

Утилизация отработанных материалов имеет сложную организацию в части технологии переработки.

Основное правило утилизации – это максимально сократить опасность для окружающей среды и здоровья населения. Предпочтение при этом отдается наиболее экологичным способам.

Весь путь движения отработанных материалов включает в себя несколько этапов:

- сбор;
- временное хранение;
- отправка на конечный пункт (утилизацию или захоронение).

Назначаются ответственные лица, осуществляющие контроль над движением жидких или твердых промышленных отходов.

Сразу после образования отработанные вещества, материалы сортируют. При этом учитывают параметры:

- степень вреда;
- агрегатное состояние;
- свойства (способность к восстановлению).

Дальнейший порядок действий зависит от вида утиля. Например, газообразные вещества сразу пропускают через очистные сооружения. Твердые и жидкие материалы оценивают по свойствам. Если они не содержат полезных компонентов, переработать их не получится. Однако материалы, в состав которых входят важные вещества, нуждаются в дополнительной обработке перед утилизацией. Их отправляют в накопители. Это специальные емкости, располагаемые на открытом пространстве или под землей. Здесь утиль проходит этап обезвреживания [4].

### **Гетерогенный катализ**

Это один из основных методов переработки промышленных отходов (газообразных, текучих). Существующие разновидности данной технологии:

- термокаталитическое окисление: может использоваться, если сырье содержит лишь малую долю горючих примесей, температура рабочей среды составляет 200-400°C;
- термокаталитическое восстановление: метод используется для утилизации материалов, содержащих нитрозные газы;



- пофазное каталитическое окисление (технология для восстановления сточных вод).

### **Пиролиз**

Экологическая проблема загрязнения воды, грунтов и атмосферы частично решается благодаря пиролизу. Его виды:

сухой: утилизация осуществляется в бескислородной среде;

окислительный: кислород, подается, наоборот, достаточно интенсивно, что позволяет уничтожить материалы, вещества, которые нельзя переработать в обычных условиях.

### **Биохимические методы**

В основе метода – воздействие микроорганизмов. Такой вариант подходит не для всех материалов, а лишь для тех, что могут выступать в качестве источника пищи для патогенных частиц. Конечным продуктом является органическая масса, которую можно использовать в сельскохозяйственных целях.

### **Механические методы**

Не применяется в качестве самостоятельного метода. Метод используют, когда сырье еще не отправлено на переработку. Основные операции с утилем:

- дробление;
- сепарация (извлечение деталей), к данной группе относят и гидравлическую технологию;
- разделение.

### **Утилизация отходов, не подлежащих переработке**

Рассматривают разные способы, что зависит от вида утиля. Некоторые из материалов подлежат уничтожению, другие отправляются на полигоны для захоронения.

Обезвреживание: термическая или химическая обработка

Под воздействием высоких температур мусор меняет свойства. Для этого применяют специальные печи. Материалы в них уничтожаются, объем уменьшается до 10 % от первоначального. Такой метод используется с целью уничтожения вредных компонентов [5].

## **Список использованных источников**

1. Государственные доклады об охране и о состоянии окружающей среды Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>.

2. Металлургические технологии переработки техногенных месторождений, промышленных и бытовых отходов / С.Н. Кузнецов, Е.П. Волынкина, Е.В. Протопопов, В.Н. Зоря. – Новосибирск: изд. СО РАН, 2014. – 294 с

3. Худякова, Л.И., Войлошников О.В., Тимофеева С.С. Магнийсиликатные породы горнодобывающей промышленности и технологии их утилизации. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. – 177 с

4. Боков, В.Г., Заверткин В.Л., Лазарев В.Н. Богатство в отвалах (проблемы утилизации горнопромышленных отходов в России) // Центр. 1994. № 8 – 9. С. 12 – 14

5. Мормиль, С.И., Сальникова В.Л., Амосов Л.А., Хасанова Г.Г., Семячков А.И., Зобнин Б.Б., Бурмистренко А.В. Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду / Под ред. Ю.А. Боровкова. – Екатеринбург: НИА–Природа, ДПР по Уральскому региону, АООТ «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ», Геологическое предприятие «Девон», 2002. – 206 с.

## **TECHNOGENIC PRODUCTION WASTE: RECYCLING AND DISPOSAL**

**K.A. Barilo**

*Donskoy State Technical University,  
Rostov, Russia*

The article reveals the essence and tasks of processing and disposal of man-made waste. The main waste-forming branches of the economy are described; the stages of the movement of waste materials. Several basic methods of processing industrial waste are considered.

**Keywords:** recycling, utilization, technogenic waste, industrial production, ecology

**УДК 550.34.038.4**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ**

**К.А. Барило, С.А. Голосовский**

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи лазерных технологий в производстве. Описаны технологических операций, которые используются для выполнения технологических операций; Преимущества использования лазера в производстве. Рассмотрены несколько вариантов использования данной технологии.

**Ключевые слова:** лазер, лазерные технологии, производство, технологические операции, оптимизация

Благодаря максимальной эффективности и высокой производительности, лазерные технологии в промышленности сегодня находят довольно широкое

применение. Благодаря своей универсальности они используются в различных отраслях, начиная от медицины, и заканчивая строительством летательных аппаратов. Высокая точность фокусирования лазерного луча позволяет исключить вероятность деформирования поверхности обрабатываемого материала. Лазерное излучение плавит малое количество металла, что обеспечивает экономичность при проведении различного рода работ.

Лазерные технологии используются для выполнения следующих технологических операций:

- сварки;
- резки;
- маркировки и гравировки;
- термообработки;
- сверления отверстий и пр.

В настоящее время области применения лазеров расширяются с каждым днем. А все благодаря многочисленным преимуществам данной технологии. Доля энергии, употребляемой индустриально развитыми странами в виде лазерного луча, стремительно растет. Развитие многих отраслей промышленности, науки и техники, в настоящее время практически невозможно представить без применения лазеров и устройств на их основе [1].

Сразу же после появления лазерного оборудования и начала исследования взаимодействия лазерного луча с различными материалами стало ясно, что этот инструмент может найти широкое применение в разнообразных промышленных технологических процессах. Дело в том, что лазерный импульс несёт в себе огромный запас энергии (рубиновый лазер при кратковременном импульсе может достичь мощности в несколько миллиардов ватт). При попадании подобного луча на поверхность материала он вызывает мгновенное разогревание этой поверхности вплоть до сти вплоть до испарения даже очень тугоплавкого материала [2].

Данный процесс позволяет сократить трудоемкость операций раскроя и получить с высокой точностью сложные контуры деталей и рисунки. Технологически непростые элементы одежды или рисунка могут выполняться в считанные секунды. Лазерный луч является идеальным инструментом, который обеспечит гладкий и точный срез.

С помощью лазера создается фактура и рисунок, а края плотной тканой ткани подвергаются обработке. При этом обрабатывается край синтетических тканей, что не позволяет расползаться. Резка лазерным луче может выполняться для различных материалов, кожевенных полуфабрикатов, тканей из натуральных волокон (лен, хлопок), нетканых теплозащитных материалов

Среди многочисленных преимуществ лазеров обязательно стоит отметить следующие: [3]

- высокая технологичность и большой запас ресурса;
- отсутствие расходных материалов;
- отсутствие контакта с поверхностью;

- высокая скорость и максимальная точность работы;
- возможность работы с тонкими и легко деформируемыми материалами;
- отсутствие необходимости в последующей обработке области среза;
- возможность полной автоматизации всех технологических процессов;
- высокая производительность;
- быстрая окупаемость.

Лазеры нашли применение во многих отраслях человеческой деятельности. Благодаря им можно не только увеличить скорость обработки материалов, но и оптимизировать рабочий процесс [4].

Лазеры активно применяются в машиностроении благодаря отсутствию необходимости настраивать линию при смене производственного направления, что значительно снижает стоимость готовых изделий и увеличивает производительность предприятия. При необходимости можно легко и быстро перейти с производства одного типа деталей на другой, независимо от их размера и конфигурации. Чтобы освоить выпуск новой детали не потребуется много времени. Его потребуется ровно столько, сколько составление самого чертежа и ввод его в компьютер, с помощью которого происходит управление лазером. При этом качество готовых изделий всегда остается на высоте.

Особенно востребовано применение лазерных технологий в автомобильной промышленности. Благодаря тому, что с помощью такого вида оборудования можно выполнять множество задач, оно используется для изготовления различной техники и всевозможных деталей.

Промышленный лазер имеет множество применений. Технология особенно полезна для обработки различных материалов на этапе производства. Лазер не только положительно повлиял на скорость, но и на точность работы. Обработка лазером проще и удобнее, чем использовавшиеся ранее методы, что напрямую сказывается на эффективности работы.

Это технология чаще всего используется в промышленности для:

- лазерной маркировки,
- лазерной резки,
- лазерной закалки,
- лазерной сварки,
- лазерного напыления,
- лазерной обработки поверхности [5].

Казалось бы, в силу своих преимуществ лазер должен найти широкое применение, но препятствием для его более широкого применения является высокая стоимость таких устройств. Не каждая компания может себе позволить покупку лазера, к счастью, можно воспользоваться услугами сторонней компании.

### **Список использованных источников**

1. Григорьянц, А.Г. Основы лазерного термоупрочнения сплавов / Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. – Москва: Высшая школа, 1988. – 160 с.

2. Андрияхин, В.М. Процессы лазерной сварки и термообработки / В.М. Андрияхин. – Москва: Наука, 1988. – 176 с.
3. Рэди Дж. Промышленные применения лазеров: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1981. – 638 с.
4. Рыкалин, Н.Н. Лазерная обработка материалов / Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, А.Н. Какора. – Москва: Машиностроение, 1975. – 296 с.
5. Черноиванов, В.И. Некоторые результаты разработки и внедрения лазерной технологии в промышленность / В.И. Черноиванов, В.Е. Архипов, Е.М. Биргер // М-лы совещания «Лазерные технологические установки и перспективы их применения на предприятиях отрасли». – Москва: 1986. – 83 с.

## MODERN LASER TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION

**K.A. Barilo, S.A. Golosovsky**

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article reveals the essence and objectives of laser technologies in production. Describes the technological operations that are used to perform technological operations; Advantages of using a laser in production. Several options for using this technology are considered.

**Keywords:** laser, laser technologies, production, technological operations, optimization

**УДК 614.844.6**

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ МАШИН

**А.А. Беззубов, А.В. Стригин, Н.Е. Курносков**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В данной статье рассматривается повышение пожарной безопасности комбайн путем разработки и внедрения в транспортное средство системы пожаротушения подкапотного пространства.

За основу берется пневмогидродинамический распылитель с возможностью смешивать различные химические вещества с жидкостью, эжектировать и распылять на очаг возгорания подкапотного пространства.

**Ключевые слова:** комбайн, зерноуборочная машина, пневмогидродинамическое эжектирование, распыляющее устройство, датчики дыма и пламени, антипирены.

В сезон уборки урожая с полей все чаще приходит информация о возгораниях зерноуборочных машин. Касается не только старых моделей, но и современных, которые первый сезон вышли в поле. В результате возгорания фермеры теряют машины, но еще страшнее, если огонь перекинется на урожай и соседние объекты [1].

Уборка происходит при высокой температуры, техника работает на пределе своих возможностей, в то время когда везде условия пожарной безопасности очень высоки, повсюду легковоспламеняющиеся предметы все может вспыхнуть даже от небольшого перегрева механизмов комбайна.

К сожалению, с каждым годом такие случаи встречаются все чаще и чаще, что сильно бьет по экономической составляющей фермеров и уборочных компаний. Один сгоревший комбайн наносит как минимум убытка на сумму свыше 5 миллионов рублей.

По собранным данным только в России за год сгорает порядка 100 зерноуборочных машин разных марок и изготовителей.

Причины возгораний носят разный характер, но практически всегда возникает в одном месте, там, где температура особенно высока.

Нагрев кинематических пар из-за выведенного из строя подшипника будут стопорить вал маховика, вследствие чего происходит нагрев ременной передачи. В этом случае возгорание обеспечено.

Растительные остатки не только хорошо горят, но и имеют свойства проникать под все уплотнения и также приводить к неправильной работе механизма, которое с увеличением усилий будет перегреваться, разжигая собой пыль.

Еще одной из причин будет являться причина достаточно распространенная в транспортных средствах. Проблемы с двигателем или протечка горючих смесей встречаются реже, но их воспламенение осуществляется очень просто. В современные комбайны также как и в машины в соответствии с экологическими требованиями заводы изготовители в погоне за снижением выбросов устанавливают на свою технику горячие турбокомпрессоры, увеличивают систему выпуска отработавших газов. Все это не идет на пользу пожарной безопасности, ведь чем выше температура этого узла, тем больше вероятность возникновения очага возгорания.

В настоящее время существуют меры предупреждения пожаров, такие как проведение ЕТО, и своевременная продувка комбайн. Также на комбайне всегда должны быть полностью заряженные и готовые к применению огнетушители. Но как показала практика этих огнетушителей не достаточно, чтобы полностью потушить возгорание и спасти зерноуборочную машину и урожай.

Заводы изготовители ищут решение данной проблемы. Поэтому предлагается использовать систему, основанную на пневмогидродинамическом эжектировании пожаротушащей среды. Решение проблемы базируется на более

ранних технических решениях [Патент 189180 Российская Федерация МПК А62С 3/07. Устройство пожаротушения автомобиля], доказывающих принципиальную возможность создания эффективного средства пожаротушения. На рисунке 2 изображена схема автоматической системы пожаротушения.

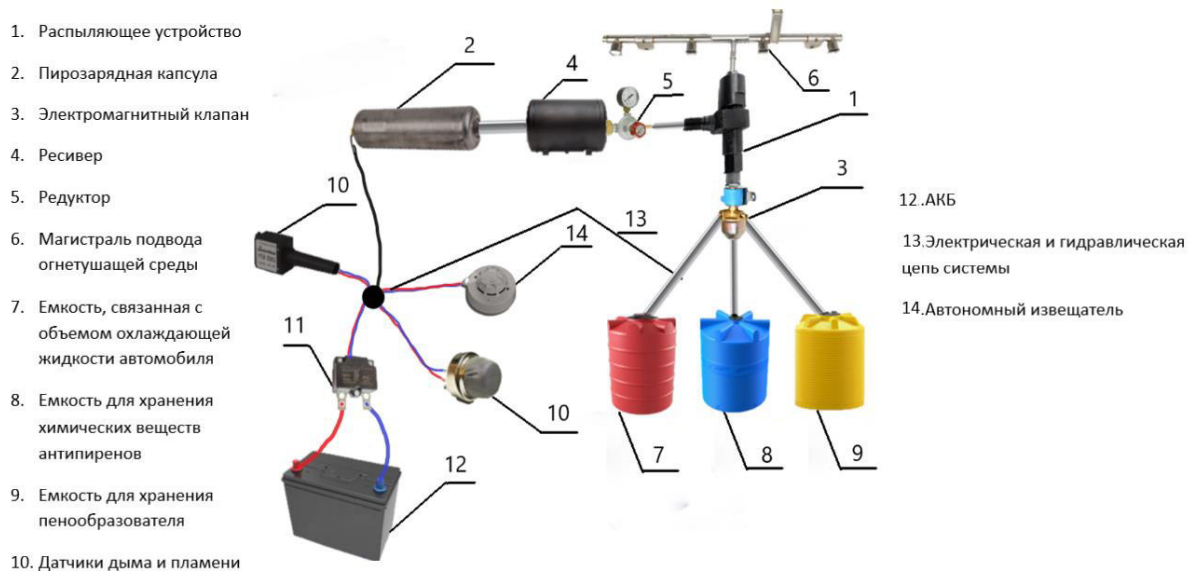


Рисунок 1 – Схема автоматической системы пожаротушения

В основе создания системы использован пневмогидродинамический распылитель (рис.2), позволяющий смешивать, диспергировать и распылять огнетушащую смесь с дисперсностью 100-150 мкм в рамках единого процесса.

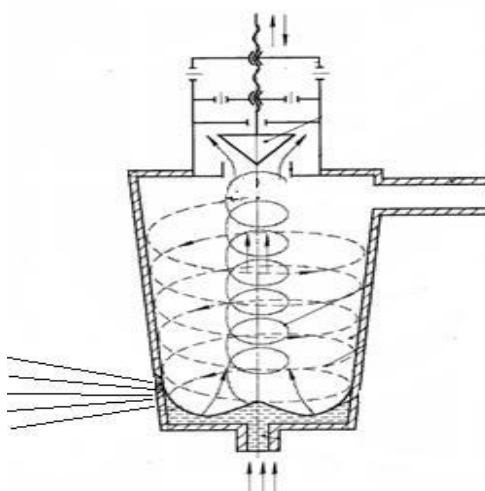


Рисунок 2 – Схема распыляющего устройства

Отличительным признаком представленного технического решения является то, что используется объем жидкости из системы охлаждения двигателя, что в значительной мере увеличивает объем пожаротушающего средства.

Так же можно выделить следующие преимущества системы:

- Оптимальный размер огнетушащей смеси;
- работа устройства осуществляется без участия человека.
- огнетушащая среда не оказывает негативного влияния на механизмы;
- оптимальное время работы системы для полного устранения возгорания;
- применяемые в устройстве вещества и комплектующие общедоступны.

Используя полученную информацию, возможно создание устройства автоматической системы пожаротушения, адаптированной к зерноуборочным машинам, которая поможет свести случаи возгорания к минимуму.

### **Список использованных источников**

1. URL: [https://dzen.ru/media/v\\_mire\\_sel\\_hoz/pochemu-goriat-kombainy-na-poliah-5e81693b96544a69b3c4f432](https://dzen.ru/media/v_mire_sel_hoz/pochemu-goriat-kombainy-na-poliah-5e81693b96544a69b3c4f432)
2. Патент 189180 Российская Федерация, МПК А62С 3/07. Устройство пожаротушения автомобиля, опубл. 15.05.2019.
3. Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции 14-15 ноября 2022 г «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА МК-48-22» Министерство науки и высшего образования РФ, Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В.В.– Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022 – 184 с.

## **AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEM GRAIN HARVESTERS**

**A.A. Bezzubov, A.V.Strigin, N.E. Kurnosov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

This article discusses improving the fire safety of the combine harvester by developing and implementing a fire extinguishing system for the engine compartment in the vehicle.

It is based on a pneumohydrodynamic sprayer with the ability to mix various chemicals with liquid, eject and spray on the ignition source of the engine compartment.

**Keywords:** combine harvester, grain harvester, pneumohydrodynamic ejection, spraying device, smoke and flame detectors, flame retardants



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ИЗДЕЛИЙ

А.В. Беломестнов, А.И. Зуев, А.А. Кузякин

*Сибирский Федеральный Университет, Институт нефти и газа,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассматриваются принцип технологического ресурса изделий и методы его определения.

**Ключевые слова:** ресурс, изделие, вероятностный, параметрический, анализ

Ресурс сложных технических изделий (машин, систем машин, приборов, инструментов, конструкций и сооружений) является важной технико-экономической характеристикой. При существующих в настоящее время темпах прогресса в науке и технике поколения ряда машин и приборов должны сменяться примерно каждые десять лет. Фактический ресурс должен быть согласован с оптимальными значениями срока службы. К сожалению, в большинстве отраслей назначенный ресурс не достигает оптимальных с экономической точки зрения значений, а по ряду изделий средний фактический ресурс оказывается меньше назначенного.

В зависимости от того, как выбирают начальный момент времени, в каких единицах измеряют продолжительность эксплуатации и что понимают под предельным состоянием, понятие ресурса, естественно, получает естественно различное толкование. В качестве меры продолжительности может быть выбран любой неубывающий параметр, характеризующий продолжительность эксплуатации объекта. Для самолетов и авиационных двигателей естественной мерой ресурса служит налет в часах, для автомобилей – пробег в километрах, для прокатных станов – масса прокатанного металла в тоннах и т.п. Если наработку измерять числом производственных циклов, то ресурс будет принимать дискретные значения. Однако универсальной мерой продолжительности остается единица времени.

В данной статье рассмотрим следующие методы оценки остаточного ресурса:

- вероятностный;
- параметрический (на основе магнитной характеристики металла), а также методы;
- анализ временных рядов.

Работу вероятностного метода проиллюстрируем на примере оценки ресурса для различных вероятностных повреждений образцов легкого сплава АМг-6 и стали ЭП-630, испытанных при действии суммы случайных процессов различной интенсивности и подвергающиеся консольному изгибу на электро-

динамических установках с автоматическим поддержанием реализуемого случайного процесса.

На основе исследований ряда сплавов при различных нагрузениях установлено, что, с точки зрения влияния на долговечность, любой процесс может быть представлен тремя параметрами: математическим ожиданием напряжений  $\sigma_s$ , отражающим статическое смещение процесса нагружения объекта (например, под действием установленного груза); средним квадратичным отклонением напряжений  $S$ , характеризующим интенсивность динамического нагружения; параметром структуры процесса  $G$ , интегрально оценивающим вероятностное соотношение ординат и максимумов процесса.

Время воздействия на объект представляется числом пересечений центрированным процессом нулевого уровня с заданным знаком производной –  $N_0$ . Представление случайных и других процессов с помощью отмеченных параметров позволяет описать результаты усталостных испытаний, полученных при различных видах нагружений (гармоническом, полигармоническом, случайном, смешанном).

В основу подхода положен неразрушающий метод текущего контроля (в процессе всего срока службы) по результатам измерения такой магнитной характеристики металла, как коэрцитивная сила ( $H_c$ ). Подобный подход давно признан в металлургии и машиностроении при сдаточном контроле готовой металлопродукции по механическим свойствам.

Кроме исходных положений, также принималось во внимание, что  $H_c$  – это одна из наиболее структурочувствительных магнитных характеристик металла, поэтому по результатам измерений  $H_c$  контролируются механические свойства не только нового металла (конкретно-прокатного валка), но и прослеживается динамика изменения состояния рабочего слоя в процессе всего срока службы валка.

При измерениях  $H_c$  поверхности катания у 60 штук прокатных валков в течение их срока службы показано, что данный параметр неразрушающего контроля оправдал такие ожидания. Всю эту группу валков наблюдали в течение полутора лет. При контроле на рабочую поверхность валка наносили координатную сетку с привязкой ее к конструкции валка для выполнения всех последующих замеров в одних и тех же точках в процессе перевалок. Измерения выполняли ручным портативным магнитным структуроскопом КРМ-Ц-К2М.

Таким образом, при эксплуатации коэрцитивная сила напрямую связана с действующими эксплуатационными напряжениями и накоплением повреждений в металле, которые определяют остаточный ресурс конструкции.

Под временным рядом будем подразумевать множество значений ресурса, зафиксированных в определенное время. Подобные ряды очень часто формируются для контроля технологического процесса, а также для учета ресурсных затрат и ряда других целей. Модели, в основе которых лежит использование данных временных рядов (или временных серий), позволяют получать прогнозы фиксируемых значений в ближайшем будущем. Построение таких моделей содержит в себе два этапа:

- Анализ внутренней структуры данных и поиск количественных и качественных тенденций. Обычно на этом этапе происходит не прямое разделение исходных данных на систематический (прогнозируемый) и случайный (не поддающийся прогнозу) компоненты.

- Построение модели и прогнозирование.

Существуют два подхода к созданию моделей:

- Статические методы прогноза – производят оценку тенденций, формирующих систематический компонент только один раз, на начальной стадии анализа данных, полагая их статичность и неизменность на протяжении всего периода рассматриваемого времени. Данные методы все будущие ошибки прогноза рассматривают только в качестве случайного компонента.

- Адаптивные методы прогноза – в отличие от статических методов, модернизируют оценки, полученные на первом этапе исследования после каждого нового наблюдения. Методы, принадлежащие к данной категории, предполагают, что часть ошибок прогноза, которые возникают вследствие неправильного формирования систематического компонента на предыдущих шагах, может быть устранена.

Однако данные методы позволяют получать удовлетворительный прогноз только для относительно «стабильных» данных, тенденции которых не склонны к резкому изменению. Следовательно, их применение наиболее подходит в условиях стабильной экономики.

### **Список использованных источников**

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. – Введ. 01.07.1990. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 38 с.

2. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости. – Введ. 01.07.1983. – Москва : Издательство стандартов, 1982. – 80 с.

3. Щубочкин, А.Е. Развитие методов и средств вихретокового и магнитного контроля металлопроката для оценки его остаточного ресурса : дис. ... д-ра техн. наук : 05.11.13 / Щубочкин Андрей Евгеньевич. – Москва, 2014. – 226 с.

## **TECHNOLOGICAL RESOURCE OF PRODUCTS**

**A.V. Belomestnov, A.I. Zuev, A.A. Kuzyakin**

*Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses the principle of the technological resource of products and methods of its determination.

**Keywords:** resource, product, probabilistic, parametric, analysis

**ПРОИЗВОДСТВО БЕСШОВНЫХ И ШОВНЫХ ТРУБ  
ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ С ВНУТРЕННИМ  
ПРОТЕКТОРОМ ДЛЯ АТОМНОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ  
И НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Д.Е. Бижанов, А.В. Хорин**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В данной статье приводится обоснование преимуществ слоистых металлических материалов (СММ) перед с внутренним протектором (ВП) перед монометаллическими материалами и востребованности технологии в национальной экономике, описывается принцип повышения коррозионной стойкости СММ с ВП и оптимальная технология их получения и дальнейшей сварки, приведены результаты испытаний экспериментальных образцов.

**Ключевые слова:** слоистые металлические материалы с внутренним протектором, материалы повышенной коррозионной стойкости, сварка взрывом

Потребность в производстве новых, более качественных коррозионно-стойких материалов обусловлена тем, что в химической и нефтегазовой промышленности трубопроводные системы работают в сильно коррозионных средах, в которых ресурс их работы ограничивается 2-3 годами. Ежегодно в результате коррозии производится замена до 40 тыс. км промыслового трубопровода. Широко применяемые в настоящее время коррозионностойкие моно- и биметаллические материалы не могут в полной мере осуществить повышение ресурса работы. Инновационным решением в данном вопросе являются применение СММ с ВП [1].

Данная группа материалов представляет собой железоуглеродистые слои сталей с различным электрохимическим потенциалом, образующие короткозамкнутые гальванические элементы, трансформирующие ход коррозионных процессов при переходе от одного слоя к другому, что многократно замедляет процессы коррозии. Предварительные коррозионные исследования данного материала, проведённые в ОАО НПО ЦНИИТМАШ, свидетельствуют о возможности повысить коррозионную стойкость в сравнении с нержавеющей сталью аустенитного класса в 6 раз и более.

Слоистую бесшовную трубу с ВП можно изготовить несколькими методами:

– металлургические методы (центробежное литье, наплавка), основанные за счет взаимодействия расплавленного металла и твердых компонентов;

– механические методы (прокатка, прессование, волочение и др.). Основанные на получении сварки при макроскопической пластической деформации твердых металлов;

– термодиффузионный метод, основанный на сплошной сварке и малой пластической деформации (термодиффузионная сварка).

Соединения в данных методах часто оказываются на низком уровне, ввиду образования трещин и пор, вследствие большой разницы в температурах плавления и механических свойствах составляющих слоев, является проблемой, без решения которой невозможно получить качественный материал. Поэтому вопрос о совершенствовании существующих способов получения СММ с ВП труб является актуальным, требующим создания новой перспективной технологии, позволяющей использовать энергию взрывчатых веществ для создания как готовых, так и передельных труб, удовлетворяющих требованиям сегодняшнего дня.

Способ производства труб сваркой взрывом основан на принципе сварки металлов при высокой скорости соударения металлических поверхностей, в результате чего на границе их раздела возникают значительные пластические деформации и температуры, приводящие к сближению металлов на расстояние взаимодействия атомов и увеличивающие подвижность частиц. Этим способом получают готовые и передельные трубы с наружным диаметром от 60 до 200 мм. С толщиной стенки от 6 до 40 мм.

В зависимости от расположения взрывчатого вещества могут быть предложены схемы:

- наружное плакирование;
- внутреннее плакирование – данная схема является оптимальной для труб с малыми толщинами стенок;
- комбинированное плакирование (используется синхронный заряд; противозаряд).

Соударение пластин при сварке взрывом сопровождается образованием ударно-сжатого газа (далее УСГ) в зазоре, который распространяется со гиперзвуковой скоростью (свыше 5М). При этом происходит нагрев ударно-сжатого газа, возрастает его плотность и давление. УСГ нагревает поверхности свариваемых пластин до их соударения, что может повлиять на качество соединения. В случае сварки взрывом цилиндрических изделий истечение газа отсутствует. По мере прохождения УСГ по зазору имеет место его постоянное накопление по массе. Линейное увеличение массы УСГ по длине свариваемых поверхностей влияет на процесс соединения: происходит более раннее образование сплошных прослоек литого металла, чем при сварке взрывом листов.

В зависимости от вида воздействия коррозионной среды плакирование может быть:

- в условиях одностороннего (наружного или внутреннего) воздействия для труб с толщиной стенок до 8 мм включительно;

– в условиях двустороннего воздействия для труб с толщиной стенок от 9 мм и более.

В ходе разработки были рассчитаны параметры сварки взрывом для трехслойной трубной заготовки с одним внутренним протектором (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры сварки взрывом для трехслойной трубной заготовки с одним внутренним протектором

| Соединение труб                 | Первая и вторая | Вторая и третья |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Параметр                        | Значения        |                 |
| Угол соударения, град           | 21              | 16              |
| Скорость соударения, м/с        | 730             | 545             |
| Зазор, м                        | 0,008           | 0,007           |
| Характеристики ВВ               |                 |                 |
| Скорость детонации, м/с         | 2000            |                 |
| Плотность ВВ, г/см <sup>3</sup> | 0,85            |                 |
| Толщина ВВ по периметру, мм     | 25              |                 |

Предложена комплексная двухстадийная технология получения трёхслойной бесшовной трубы из СММ с ВП, сочетающая сварку и прокатку.

Технология получения бесшовных труб из СММ с ВП включает в себя:

- 1) получение исходной заготовки сваркой взрывом (гильзы);
- 2) удаление механическим резанием обтекателя и донной заглушки;
- 3) полученную многослойную цилиндрическую заготовку подвергают ВИК и ультразвуковому контролю в 100 % объеме и направляют на прокатный стан для получения трубной заготовки соответствующего диаметра и длины;
- 4) калибровка и термообработка трубы.

Данная технология применима для получения труб длиной от 1 м до 7 м.

После получения слоистых труб необходимо проводить исследования такие как:

– Ультразвуковой контроль эхо-импульсным методом, П112-2,5 и П112-5. Для проведения УЗК поверхности слоистых цилиндрических заготовок использованы специальные раздельно-совмещенные преобразователи DFI50410 с частотой 5 МГц (ТУ 24.33.30-001-09494191-2021) [2].

– Оптическая микроскопия (ТУ 24.33.30-001-09494191-2021).

– Испытание на срез (ТУ 27.32.09.010-2005).

– Механические испытания на сплющивание (ГОСТ 8695-75).

– Коррозионные испытания (ТУ 24.33.30-001-09494191-2021).

Для производства шовных труб из СММ с ВП необходимо получения листов из данного материала. Существует несколько методов получения материалов с ВП:

- пакетная прокатка;

- сварка взрывом + термическая обработка и правка;
- пакетная прокатка + сварка взрывом или + сварка взрывом + прокатка;
- электродуговая наплавка + прокатка или + электрошлаковая наплавка + прокатка;
- газодинамическое напыление;
- газотермическое напыление;
- электроосаждение + прокатка;
- аддитивная технология послойного синтеза

Наиболее перспективной технологией получения листов из СММ с ВП является СВ при которой, за один подрыв можно получить многослойные материалы (до 8 чередующихся слоёв нержавеющей и углеродистой стали толщиной каждого слоя до 2 мм) с площадью листов до 9 м<sup>2</sup>. В наших экспериментах – от 3,5 до 9 м<sup>2</sup>.

В момент инициирования ВВ происходит совместная пластическая деформация металлов в узком слое толщиной до 1 мм. Высокотемпературная плазма очищает поверхности от оксидных пленок, активирует атомы поверхностных слоев, а высокое контактное давление сминает все неровности и шероховатости, обеспечивая высокую прочность неразъемного соединения.

Для получения листовых заготовок использовалась параллельная схема сварки взрывом. Неподвижную пластину и метаемые пластины располагают с рассчитанным расстоянием. На первую метаемую пластину укладывают заряд взрывчатого вещества. В вершине угла устанавливают детонатор. Сварка производится на опоре (металлическая плита, бетон, песок, дробь и т.д.) При инициировании по заряду взрывчатого вещества распространяется фронт детонации со скоростью  $D$  до нескольких тысяч метров в секунду. Под действием высокого давления расширяющихся продуктов взрыва метаемая пластина приобретает скорость  $v_0$  порядка нескольких сотен метров в секунду и соударяется с неподвижной пластиной под определенным углом  $\gamma$ . Вследствие высоких скоростей соударения и давления в зоне контакта происходит очистка поверхностей сминаются все неровности и шероховатости, и активируют атомы поверхностных слоев и образования соединения в узком слое толщиной до 1 мм. Соединение обычно имеет характерную волнообразную форму, однако встречаются соединения и без волнообразования [3].

Технологический процесс изготовления шовной трубы из СММ с ВП включает в себя 4 технологических операций:

- получения листов из СММ с ВП методом СВ;
- раскрой;
- вальцовка;
- сварка.

Для сварки шовных труб из СММ с ВП возможно применения нескольких промышленных способов:

- ручная дуговая покрытыми электродами;
- ручная аргонодуговая неплавящимся электродом;

- механизированная аргонодуговая плавящимся электродом;
- автоматическая под флюсом;
- комбинированные способы сварки.

Для выполнения продольных протяженных стыковых швов труб из СММ с ВП выбирается автоматическую дуговую сварку под флюсом проволокой сплошного сечения [4]. Качество сварных соединений напрямую зависит от правильного выбора режимов сварки.

Для проверки рассчитанных режимов, была выполнена автоматическая сварка под флюсом контрольно-сварного соединения (испытательный образец) пластины из СММ с ВП толщиной 20 мм. После сварки был проведен неразрушающий контроль такой как ВИК и радиографический контроль - снимок сварного шва, показал отсутствие как внешних так внутренних дефектов. В качестве разрушающих испытаний использовали одноосное растяжение и статистический изгиб СММ с ВП, по результатам которого образцы выдержали испытания в соответствии с нормативными требованиями (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты испытаний на статистический изгиб

| № п.п. | Способ сварки | Вид, типоразмер деталей      | Марка основного материала | Размер образца, мм | Направление изгиба Угол изгиба под нагрузкой/угол изгиба без нагрузки, град. Оценка результатов испытаний              |
|--------|---------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | АФ            | Плоский шестислойный образец | 09Г2С+<br>12Х18Н10Т+      | 19,4х19,9<br>х 250 | Сжатие плакирующих слоев. Параллельно сварному шву 160/155 Соответствует требованиям п.9 ГОСТ 6996-66                  |
| 2      |               |                              | 09Г2С+<br>12Х18Н10Т+      |                    | Сжатие основного слоя. Параллельно сварному шву 97/90 Разрушение образца произошло при угле изгиба 97° по сварному шву |

### Список использованных источников

1. Rozen, A.E. Corrosion resistance of multilayer explociad metals / A.E. Rozen, I.I. Reformatskaya, E.V. Kuznetsov, I.S. Los', P.I.Abramov, I.V. Denisov, A.V. Khorin, A.A. Rozen // В сборнике: Explosive production of new materials: science, technology, business, and innovations. X International Symposium on Explosive Production of New Materials: collection of abstracts. 2010. – С. 63.

2. Хорин, А.В. Возможность использования ультразвукового контроля для исследования новых композиционных материалов / А.В. Хорин, К.Д. Куликов, П.И. Захарова // В сборнике: Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации («Шляндинские чтения - 2022»), материалы XIV Международной научно-технической конференции с элементами научной школы и конкурсом научно-исследовательских работ для обучающихся и молодых ученых. Пенза, 2022. – С. 279-280.



3. Розен, А.Е. Структурообразование межслойных границ слоистого металлического материала при сварке взрывом / А.Е. Розен, А.Е. Корнеев, А.В. Хорин, А.В. Прыщак, А.С. Гуденко, А.А. Розен, Д.В. Козлов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2020. – № 11 (246). – С. 41-45.

4. Корольков, А.О. Особенности получения сварных соединений из слоистого металлического материала с внутренним протектором / А.О. Корольков, Е.Г. Исаков, А.Е. Розен // В сборнике: Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием. Под научной редакцией В.В. Салмина. Пенза, 2022. – С. 111-115.

## **PRODUCTION OF SEAMLESS AND SEAM PIPES MADE OF CORROSION RESISTANT LAYERED METAL MATERIALS WITH INNER PROTECTOR FOR NEEDS OF ATOMIC, CHEMICAL AND OIL AND GAS INDUSTRY**

**D.E. Bizhanov, A.V. Khorin**

*Penza state university,  
Penza, Russia*

The article justifies the advantages of layered metal materials with inner protector over monometallic materials and demand for such technology in national economics, describes fundamentals of corrosion resistance increase in layered metal materials with inner protector and optimum technology of their production and further welding, provides the results of experimental samples tests.

**Keywords:** layered metal materials with inner protector, materials of increased corrosion resistance, explosion welding

**УДК 621.762**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСПЛАВА КАРБИДА ВОЛЬФРАМА**

**Д.А. Борисов, А.С. Бажутин, М.В. Глебов**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

Работа посвящена исследованиям по определению поверхностного натяжения расплава карбида вольфрама на основе геометрических параметров фор-

мирующей капли. Получены исходные данные для моделирования процессов с расплавом карбида вольфрама

**Ключевые слова:** порошковая металлургия, характеристики расплава карбид вольфрама

Аддитивные технологии используют в качестве сырья порошковые материалы и гранулят на их основе. Одним из обязательных условий, определяющих пригодность и эффективность порошкового сырья, является форма и размеры частиц. Известно большое количество способов получения порошковых материалов [1] обладающие различными достоинствами и недостатками. Так одним из первых появился механический способ диспергирования, в настоящее время не удовлетворяющий нужды порошковой металлургии из-за того, что временные и энергозатраты растут в квадратичной пропорции к уменьшению размеров зерен (пропорционально площади их совокупной поверхности); чем мельче зерна, тем быстрее нарастают затраты на их получение. Форма частиц, получаемая в результате размолла в шаровых вращающихся мельницах, обычно осколочная, с острыми гранями и незначительной шероховатостью, тогда как для спекания лучше подходят частицы сферической формы. Химические методы получения порошков позволяют достичь получения мелкодисперсного порошка, но зерна порошка, полученные данными методами, тяготеют к гексагональной (в плане) форме, в то время как для использования в порошковой, металлургии предпочтительны порошки с зернами сферической формы. Другая проблема – более высокая, чем в случае изготовления механическим методом, пористость зерен порошка [1], которая при определенных обстоятельствах может повлиять на качество инструмента или изделий, изготавливаемых из порошков, полученных химическими методами. Также к факторам, влияющим на применимость способа, относится его относительная дороговизна, необходимость использования сложной аппаратуры и квалифицированного, специально обученного персонала.

Одним из наиболее эффективных способов получения порошков из тугоплавких материалов является распыление расплавов [2, 3]. Развитием этого метода является технология центробежно дугового распыления материалов [4, 5, 6]. Данный метод позволяет получать частицы порошка в широком диапазоне размеров и максимально приблизить их форму к сферической, что способствует повышению качества заготовок, получаемых методом порошковой металлургии [7].

Исследования новых способов и повышение их эффективности предполагают моделирование процессов, происходящих в зоне формирования пленки расплава и отрыва капель с центробежного устройства. Проблемой является отсутствие базовых характеристик расплавов карбида вольфрама и других тугоплавких материалов, необходимых для использования в расчетных моделях [8, 9]. Одной из определяющих характеристик является коэффициент поверхностного натяжения расплава.

Определение этого параметра для карбида вольфрама представляет особую трудность в виду высокой температуры плавления карбида вольфрама и экстремальных условий диспергирования означенным методом, что делает практически нереализуемыми общепринятые методики [10, 11].

Основой для методики определения указанного показателя послужил метод Ф. Башфорта для определения коэффициента поверхностного натяжения расплава по геометрическим характеристикам капли расплава [12, 13, 14] при ее отделении («метод висячей капли») и капли расплава на горизонтальной поверхности («метод лежащей капли»). Однако, в первоисточниках, описывающих подобный метод, содержатся порой достаточно противоречивые сведения, касающиеся геометрических замеров капель и методики расчета.

Для определения уровня адекватности методики проведены априорные эксперименты на металлах и сплавах с малой температурой плавления. Теоретические выкладки были проверены путем получения и замеров капель расплавов свинца и олова, коэффициенты поверхностного натяжения которых известны. Ряд экспериментов показал применимость метода Ф. Башфорта для определения коэффициента поверхностного натяжения. Эксперимент проводился в среде инертного газа, расплав металла класса чистоты ЧДА сливался из фарфорового тигля; моменты равновесия и отрыва капли отслеживались при помощи высокоскоростной видеокамеры.

Съемка позволила получить фотографии, которые после импорта в CAD систему подвергались окомтуриванию, масштабированию и обмеру. Расчет геометрии капли и фотографии с её получением из свинца и из карбида вольфрама представлены на рисунке 1.

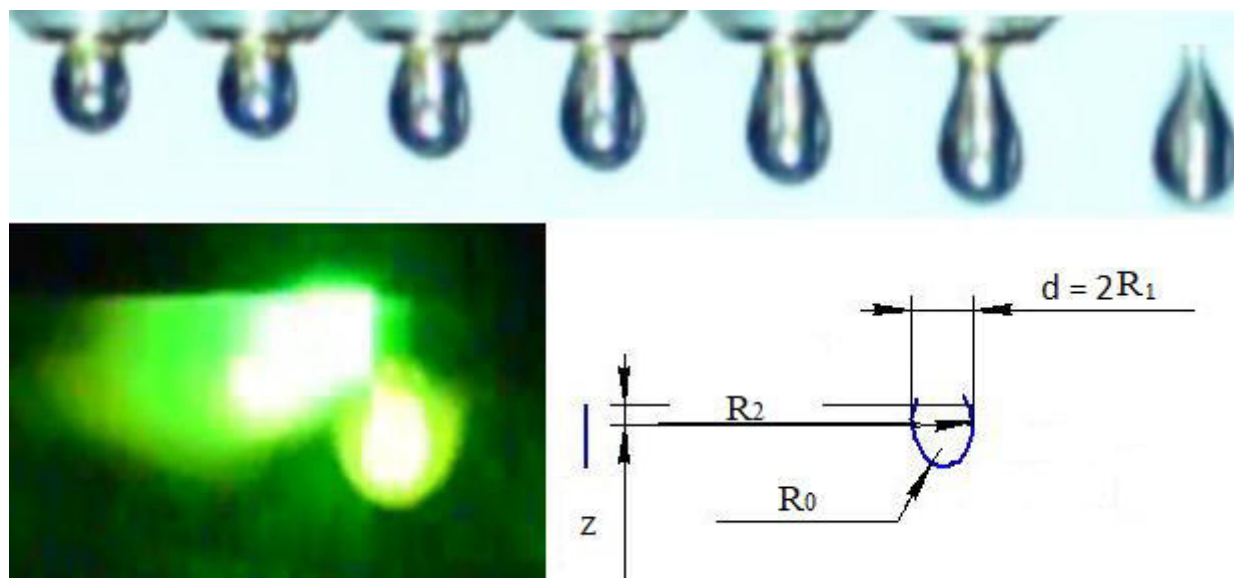


Рисунок 1 – фотографии получения капель Pb и WC и определение коэффициента поверхностного натяжения расплава карбида вольфрама

Однако, для тугоплавких материалов слив из тигля оказался неприемлемым из-за значительных градиентов температуры по линии контакта капли. По-

этому была разработана схема (рисунок 2) и разработано устройство для электродугового оплавления электродов из тугоплавких материалов.

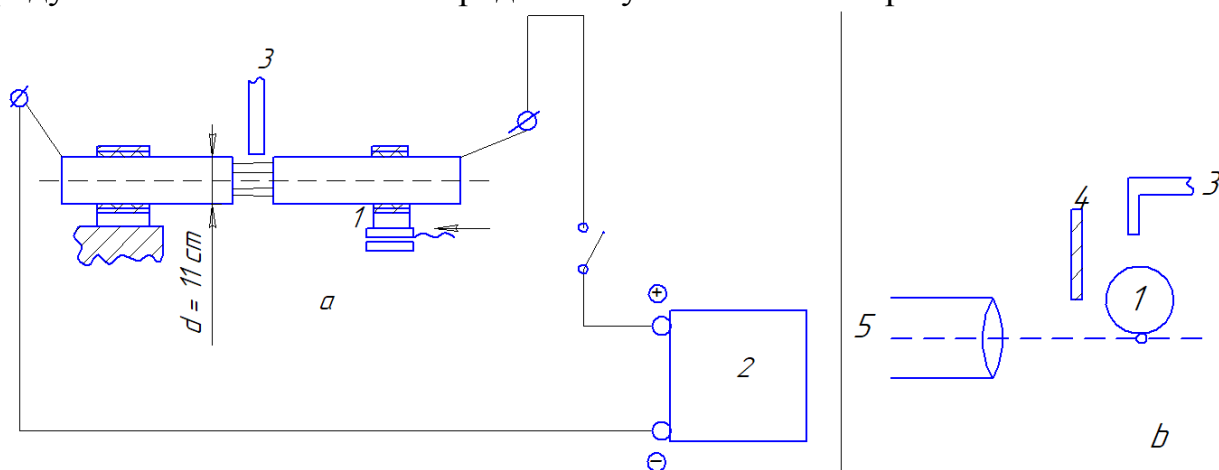


Рисунок 2 – Определение коэффициента поверхностного натяжения расплава карбида вольфрама

Схема включала в себя 2 электрода - донор 1, устройство для поджига и поддержания стабильной дуги 2, систему экранировки зоны наблюдения 3, сопло подачи инертных газов 4, систему съема высокоскоростной камерой 5. Токи регулировались в широких пределах от 60 до 300 А в зависимости от диаметра электродов, расстояния поджига, состава газовой среды. Электроды были закреплены через изолирующие трубки и закреплены в обоймах, лежащих на одной оси, подключены к инвертору и подводились вручную.

Для уменьшения погрешности от дисторсии использовался ряд объективов с фокусным расстоянием от 80 до 500 мм, рабочие диафрагмы от 8 до 11.

Основной проблемой примененной методики является поведение плазменного канала дуги, нестабильность которого зависит от многих конструктивных и технологических факторов: степени несоосности электродов, их геометрических неточностей, гетерогенности состава электродов, системы управления дугой, характеристики системы подачи напряжения на электроды и т. п. Поэтому для оценки параметров отклика использовалась интервальная характеристика, обеспечивающая статистически обоснованные показатели [15].

Для определения коэффициента поверхностного натяжения для капель расплава карбида вольфрама был применен метод висячей капли; была принята расчетная формула:

$$\sigma = \frac{z\rho g}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_0}}, \quad (1)$$

где  $z$  – расстояние от горизонтальной плоскости наибольшего сечения висячей капли до плоскости, отстоящей от нижней точки висячей капли (ее полюса) на расстояние, равное диаметру капли в горизонтальной плоскости наибольшего сечения;

$R_0$  – радиус поверхности капли в ее полюсе (у нижней точки);

$R_1$  – радиус капли в плоскости ее наибольшего горизонтального сечения;

$R_2$  – радиус капли в точке, лежащей на окружности ее максимального горизонтального сечения, в плоскости, перпендикулярной горизонтальной.

$\rho$  – удельная плотность расплава карбида вольфрама, принималась при расчетах равной  $15350 \text{ кг/м}^3$ ;

$g$  – ускорение свободного падения, принималось равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

Были проведены замеры геометрических характеристик капель расплава карбида вольфрама, подстановка значений этих замеров в формулу дало разброс расчетных значений коэффициента поверхностного натяжения капель карбида вольфрама в пределах от  $1055 \text{ мН/м}$  до  $1742 \text{ мН/м}$ . На основании полученных данных были определены математическое ожидание параметра, его дисперсия, среднее квадратичное отклонение; рассчитан доверительный интервал параметра и доверительный интервал среднего квадратичного отклонения по критериям Пирсона  $q$  и  $\chi^2$ .

При расчетах в качестве единицы измерения значений коэффициента поверхностного натяжения использовалась единица измерения  $[\text{Н/м}] \cdot 10^{-3}$ .

Математическое ожидание параметра  $\sigma$  определяем как

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i}{n} = 1431.$$

Отклонение параметра  $\sigma_i$  от ожидаемого результата определяем как

$$\lambda = |\mu - \sigma_i|.$$

Дисперсию параметра  $\sigma$  в данном случае определяем как несмещенную дисперсию:

$$D_\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2}{n-1} = 55507.$$

Среднее квадратичное отклонение параметра  $\sigma$  определяем как

$$s_\lambda = \sqrt{D_\lambda} = 235,6.$$

Табличные значения для доверительной вероятности  $P=0,95$  и количества замеров  $n=70$ :

критерий Стьюдента  $t=1,997$ ;

критерии Пирсона  $q=0,174$ ;

$$\chi_1^2 / (n - 1) = 1,354;$$

$$\chi_2^2 / (n - 1) = 0,695.$$

Используя табличные критерии, определим доверительный интервал для математического ожидания  $\mu$  параметра  $\sigma$ :

$$\varepsilon = \pm t \frac{s_\lambda}{n} = \pm 6,72;$$

$$\mu = 1431 \pm 6,72.$$

Используя критерий Пирсона  $q$ , определим доверительный интервал для среднего квадратичного отклонения  $s_\lambda$ :

$$s_\lambda (1 - q) < s_\lambda < s_\lambda (1 + q);$$

$$235,6(1-0,174) < s_\lambda < 235,6(1+0,174)$$

$$194,6 < s_\lambda < 276,6.$$

Доверительный интервал для среднего квадратичного отклонения по параметру  $\chi^2$ :

$$\frac{s_{\lambda}}{\chi_1^2/(n-1)} < s_{\lambda} < \frac{s_{\lambda}}{\chi_2^2/(n-1)};$$

$$\frac{235,6}{1,354} < s_{\lambda} < \frac{235,6}{0,695};$$

$$174 < s_{\lambda} < 339.$$

Приведенные выкладки наводят на вывод о том, что примененный метод позволяет определить математическое ожидание коэффициента поверхностного натяжения карбида вольфрама по результатам 70 опытов с достаточно высокой точностью ( $\approx 0,9$  %); доверительный интервал для среднего квадратичного отклонения расчетной величины коэффициента поверхностного натяжения, рассчитанный по критерию Пирсона  $\chi^2$ , совпадает с доверительным интервалом, рассчитанным по критерию q, но незначительно смещен вверх и вниз.

### **Вывод.**

Проведенные исследования доказали принципиальную применимость методики «висящей капли» для определения характеристик расплавов металлов. В результате определен коэффициент поверхностного натяжения расплава твердого сплава ВК6 на основе карбида вольфрама с температурой жидкой фазы около 2920°C, получена статистически достоверные оценки данного параметра:

- математическое ожидание – 1431 мН/м;
- доверительный интервал математического ожидания – 6,72 мН/м;
- среднее квадратичное отклонение – 235,6 мН/м;
- доверительный интервал для среднего квадратичного отклонения по параметру  $\chi^2$  – от 174 до 339 мН/м.

Данные параметры используются при моделировании поведения расплава указанного материала при центробежно-дуговом диспергировании.

### **Список использованных источников**

1. Гиршов, В.Л., Котов С.А., Цеменко В.Н. Современные технологии в порошковой металлургии: учеб. пособие/ В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н. Цеменко.- СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010.- 385 с
2. Патент РФ № 2 446 915 В22F 9/10. Способ получения порошка тугоплавкого материала и устройство для его осуществления / А.Ю. Вахрушин, Б.В.Сафронов, А.П.Чуканов, Р.А.Шевченко // Оpubл. 10.04.2012 в БИ №10
3. Патент РФ № 2 395 369 В22F 9/12. Способ получения мелкодисперсных порошков / А.А.Лисенков, В.Т.Барченко, В.Д.Гончаров и др. // Оpubл. 27.07.2012 в БИ №21
4. Оценка кинематики технологического способа электродуговой сфероидизации металлических порошков/ А.Е. Зверовщиков, И.Е. Дадушкин, В.Н. Беспятов / Техника и технология современных производств. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2019. -124 с

5. Заявка на изобретение «Способ электродугового диспергирования тугоплавкого материала» / А.Е. Зверовщиков, С.А. Нестеров, Д.А. Шелахаев, М.И. Артемьев; заявитель Пензенский гос. ун-т; подана 10.06.2021, рег. номер 6210100060-0

6. Патент №2746197 В 22F 9/08. Способ получения мелкодисперсного порошка тугоплавкого материала / А.Е. Зверовщиков, В.З. Зверовщиков, К.М. Колмаков., Д.А. Борисов // Оpubл.: 08.04.2021 Бюл. № 10

7. Kolmakov, K.M., Zverovshchikov A.E. Technology for Producing Fine Tungsten Carbide Powders // Materials Science Forum. – 2021. – Vol. 1037, – P. 111-118. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.111

8. Alexander Zverovshchikov, Konstantin Tarantsev, Dmitry Borisov Determination of the parameters of the spray area during electric arc dispersion of the material// Materials Today: Proceedings ISSN 2214-7853 Scopus

9. Alexander Zverovshchikov, Konstantin Tarantsev, Dmitry Borisov Determination of the time of formation of particles during arc centrifugal dispersion// Materials Today: Proceedings ISSN 2214-7853 Scopus

10. ГОСТ 33419-2015

11. ГОСТ Р 50003-92

12. Еременко, В.Н., Иванов М.И., Лукашенко Г.М., Марценюк П.С., Ниженко В.И., Хиля Г.П. Физическая химия неорганических материалов. Том 2. Поверхностное натяжение и термодинамика металлических расплавов. – Киев: Наукова думка, 1988. – 328 с.

13. Кошевник А.Ю., Кусаков М.М., Лубман Н.М. // Журн. физ. химии. 1953. Т. 27. № 12. С. 1886

14. Bashforth F., Adams J.C. An attempt to test the theories of capillary action by comparing the theoretical and measured forms of drops of fluids. Cambridge: Univarsity Press, 1883.

15. Планирование экспериментов в машиностроении: справочник / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. - Минск: Вышэйшая школа, 1985.

## **DETERMINATION OF THE SURFACE TENSION COEFFICIENT OF THE TUNGSTEN CARBIDE MELT**

**D.A. Borisov, A.S. Bazhutin, M.V. Glebov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The work is devoted to research on determining the surface tension of a tungsten carbide melt based on the geometric parameters of the forming droplet. The initial data for modeling processes with tungsten carbide melt are obtained

**Keywords:** powder metallurgy, characteristics of tungsten carbide melt

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА

Л.В. Василенков

*Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск, Россия*

В данной статье описан опыт выполнения индивидуального задания расчетно-графической работы «Моделирование кронштейна подшипникового узла» в программном комплексе Компас по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика». Описаны этапы выполнения задания, приведены трехмерные модели деталей и сборки.

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование, инженерная графика, кронштейн подшипникового узла

Обучаясь по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»), на учебных занятиях по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика», мы познакомились с программным комплексом Компас и научились создавать в нем трехмерные модели и оформлять основную конструкторскую документацию. В Сибирском государственном университете путей сообщения в рамках борьбы со студенческим плагиатом расчетно-графические работы выполняются по индивидуальным вариантам [1]. По чертежам различных изделий, необходимо создать трехмерные модели всех деталей, собрать сборку, выполнить сборочный чертеж, спецификацию, чертеж общего вида и рабочие чертежи деталей. Моим вариантом задания был кронштейн подшипникового узла.

Сначала я ознакомился с применением данных изделий и узнал, что кронштейны чаще всего используются для фиксации приводного вала, во избежание его биения во время вращения. В машиностроительной отрасли имеют широкое применение узлы крепления, в том числе кронштейны. Кронштейны в зависимости от своего назначения могут быть изготовлены с помощью литья, штамповки или сварки. Основным требованием к их конструкции является прочность. Они изготавливаются, как правило, из чугуна СЧ15 двух видов - торцовые и врезные. В крышках применяются резиновые уплотнители, для предотвращения вытекания смазочной жидкости (трансмиссионного масла).

Затем я изучил их конструкцию. Корпуса могут быть разъемными и неразъемными. Кронштейн из моего варианта задания представляет собой разъемный конструкционный блок, состоящий из двух разъемных частей, соединяемые болтовым соединением, уплотнительной втулки и фланца. Способ применения: на вал монтируется подшипник и резиновое уплотнение, далее на вал



монтируется кронштейн, после чего фиксируется крышкой с помощью болтов. Весь этот узел фиксируется фланцем.

Ознакомившись с конструкцией и принципом действия, я приступил к моделированию кронштейна в программе «Компас». Трехмерные модели сварного корпуса, крышки кронштейна, уплотнительной втулки и фланца представлены на рисунке 1.

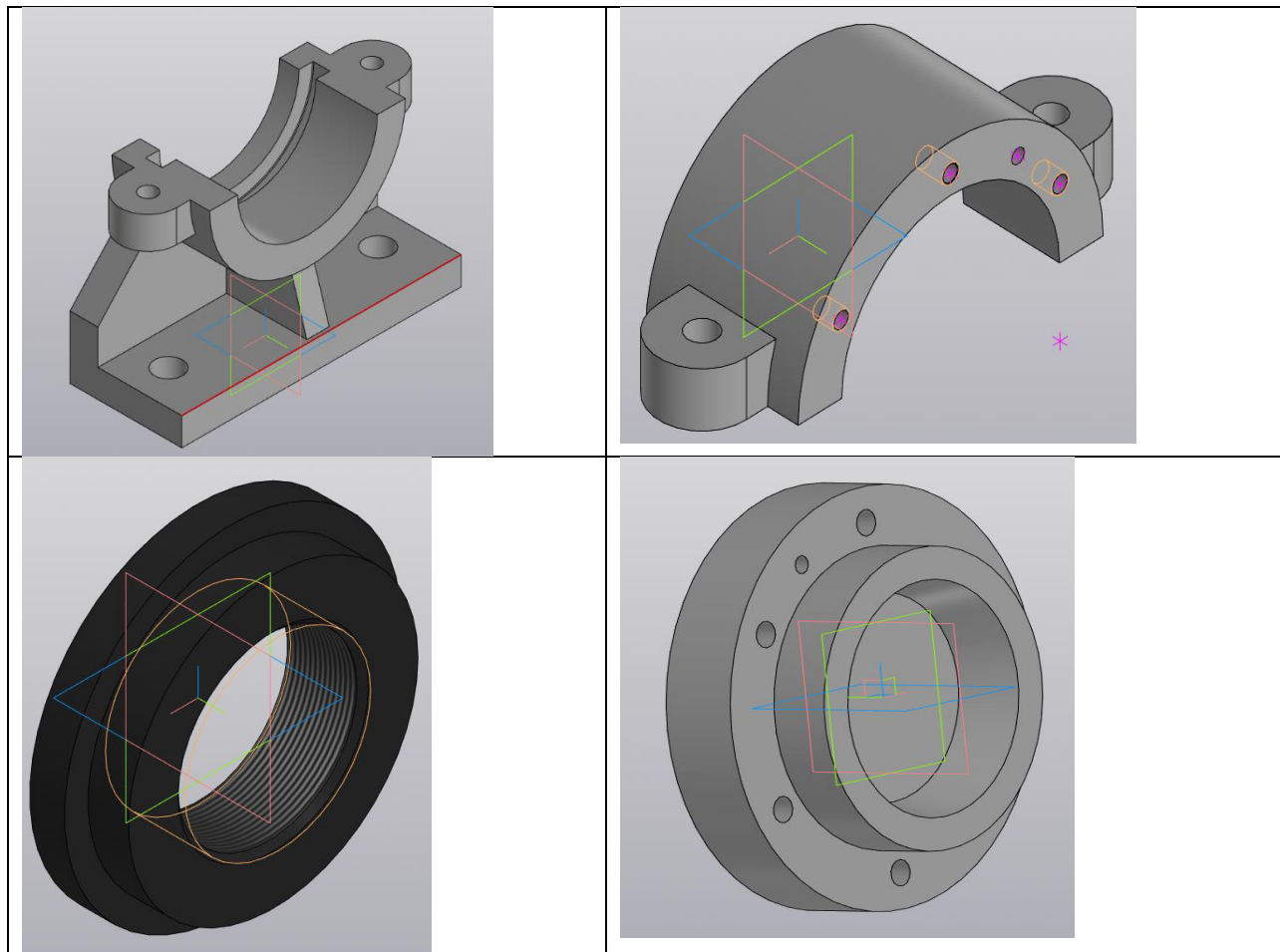


Рисунок 1 – Компоненты для кронштейна подшипникового узла

Выполнив трехмерные модели всех входящих в изделие оригинальных деталей, я приступил к сборке. Стандартные изделия выбирались мной по заданным параметрам из библиотеки. Полученная трехмерная модель кронштейна подшипникового узла представлена на рисунке 2.

Сборка, представленная на рисунке 2, является заключительным этапом моделирования моей работы. Все чертежи пока находятся в завершающей стадии оформления.

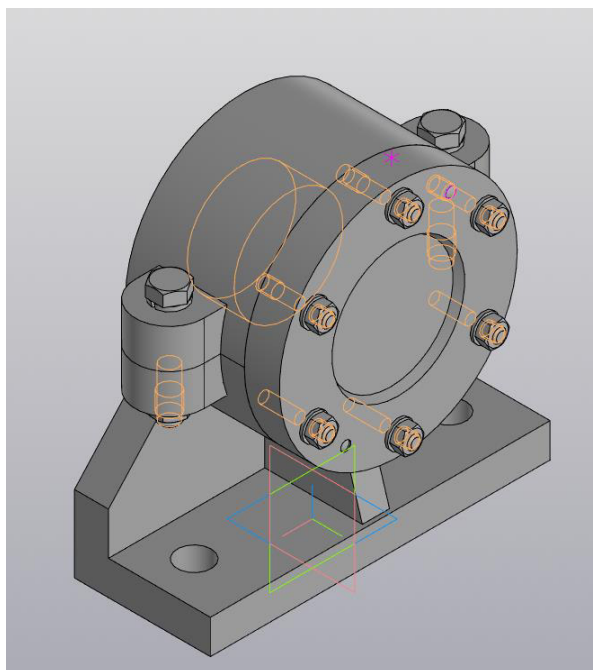


Рисунок 2 – Модель кронштейна подшипникового узла

В процессе выполнения данного задания я узнал о видах, конструкции и применении кронштейнов подшипниковых узлов в машиностроении. Полученные знания пригодятся мне в дальнейшей учебе по моей специальности при изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования». Кроме этого, я освоил навыки трехмерного моделирования и оформления основной конструкторской документации в программе Компас. Изучая дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика» на первом курсе, мы получаем практическую основу для использования систем автоматизированного проектирования во время изучения специальных дисциплин на старших курсах [2]. Индивидуальные задания развивают ответственность и организованность и мотивируют на вовлечение в научно-исследовательскую работу [3], что положительно скажется на формировании профессиональных компетенций.

Считаю, что данные умения и навыки мне пригодятся в дальнейшем курсовом и дипломном проектировании и в будущей профессиональной деятельности.

### Список использованных источников

1. Петухова, А.В. Плагиат в графических работах студентов технического вуза / А.В. Петухова, О.Б. Болбат // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. – 2018. – № 2(4). – С. 60-70. – EDN YYSSZV.
2. Вольхин, К.А. Опыт использования САПР в инженерной графической подготовке студентов технического вуза / К.А. Вольхин, О.Б. Болбат // Омский научный вестник. – 2012. – № 2(110). – С. 287-289. – EDN NODHNT.

3. Болбат, О.Б. Роль научно-исследовательской работы студентов в подготовке будущих специалистов / О.Б. Болбат, Е.С. Закирова, О.Ю. Хекало // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2021. – № 11-2. – С. 62-66. – DOI 10.37882/2223-2982.2021.11-2.07. – EDN EBIESX.

## **BEARING ASSEMBLY BRACKET SIMULATION**

**L.N.Vasilenkov**

*Siberian State University of Railways,  
Novosibirsk, Russia*

And graphic work «Modeling of the bearing unit bracket» in the Compass software complex in the discipline «Descriptive geometry and engineering graphics.» The steps of the task are described, 3D models of parts and assemblies are given.

**Keywords:** three-dimensional modeling, engineering graphics, bearing unit bracket

**УДК 62-592**

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГУСЕНИЧНАЯ ПЛАТФОРМА: СУЩНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**М.С. Викторов, С.В. Суменков, А.С. Суменков**

*Пензенский Государственный Университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены существующие многофункциональные гусеничные платформы. Затрагиваются их преимущества и недостатки. Выделены особенности внедрения нововведений, а также обозначены перспективы их использования при текущей обстановке в промышленности, экономике и непосредственно в автомобилестроительной отрасли.

**Ключевые слова:** гусеничная платформа, движитель, амфибия

В настоящее время технические средства для преодоления водных преград характеризуются большим разнообразием решений, определяемых областью применения, весом и габаритами перевозимого груза, а также особыми требованиями, предъявляемыми к амфибийным транспортным средствам.

Для обеспечения оптимальных ходовых качеств, требуется согласовать режимы работы основных элементов- корпуса, силовой установки и водоходно-

го движителя. Это достигается путём моделирования рабочих процессов, связанных с функциями амфибийного транспортного средства, что позволяет рассчитать системообразующие элементы для достижения наилучших гидродинамических качеств и скоростных характеристик амфибии.

Сложность и актуальность поставленной задачи определяется тем, что существующие решения реализованы практически на пределе допустимых габаритов машин, а дальнейшее увеличение грузоподъемности требует разработки новых схем и конструктивных решений для паромных машин и решения задач, направленных на повышение эффективности рабочих процессов.

С целью обоснования актуальности внедрения и оптимизации конструкций, необходимо их детально изучить и выявить преимущества и недостатки в различных условиях применения.

Аналитический обзор плавающей техники показывает, что существует множество вариантов их схемных и конструктивных исполнений, направленных на достижение поставленных задач.

### **1. Водомётный движитель (альтернатива гребным винтам)**

К водометным движителям обычно включает в себя водозаборник, насосную систему, сопло и реверсивно-рулевое устройство. Водозаборник, насосная камера и сопло образуют водовод водометного движителя.

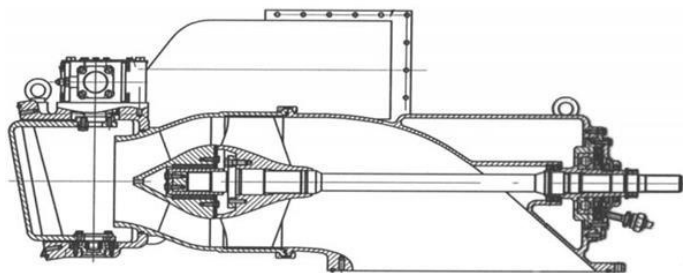


Рисунок 1 – Водомётный движитель

По сравнению с другими типами движителей водомётные имеют следующие преимущества: возможность выбора компоновки; большая мощность при ограниченной массе и размерах; хорошая защита от повреждений при движении по суше, входе в воду и выходе из нее; насосная система может использоваться как высокопоточное водоотливное устройство для удаления забортной воды из корпуса транспортных средств или как пожарный насос.

Недостатки: снижение пропульсивных характеристик и высокая стоимость производства. В некоторых случаях отмечается возможность засорения в процессе эксплуатации.

### **2. Плавающая двухзвенная гусеничная машина**

Содержит гидродинамические крылья, изогнутые от земли в продольной и вертикальной плоскостях и установленные в межзвеньевом пространстве, симметрично относительно продольной оси машины. Крылья приводятся в рабочее положение перед преодолением водных преград, имеют фиксаторы для рабочего и транспортного положения и оснащены вертикальными гидродина-

мическими направляющими лопастями. В районе ведущих колес установлены передние и бортовые гидродинамические щиты.

Недостатки: из-за отсутствия в конструкции гидродинамического оборудования скорость движения на плаву довольно низкая.

Сила тяги гусеничных водоходных движителей, необходимая для преодоления сопротивления движению, оказывается недостаточной для достижения желаемой скорости, из-за влияния обратного потока, образованного раздвоением над звеньевой дорожкой, и сильного возмущения водной среды.

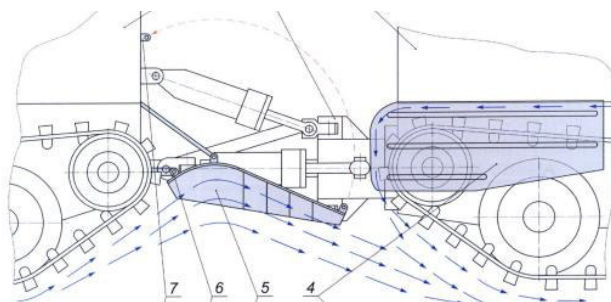


Рисунок 2 – Плавающая двухзвенная гусеничная машина

### 3. Гребной гусеничный движитель

Гусеничная лента эластичной объемной формы приводятся в движение ведущими колесами транспортного средства. Форма выполнена в виде поперечных канавок и рифлений по внешней и внутренней поверхностям гусеницы. Гусеничная лента снабжена лопастными элементами, выполненными в виде поперечных L-образных гребней. Также лента имеет инерционные, или электромагнитные, или механические устройства для переключения положения L-образных гребней. Достигается улучшение маневренности и функциональных возможностей транспортных средств.

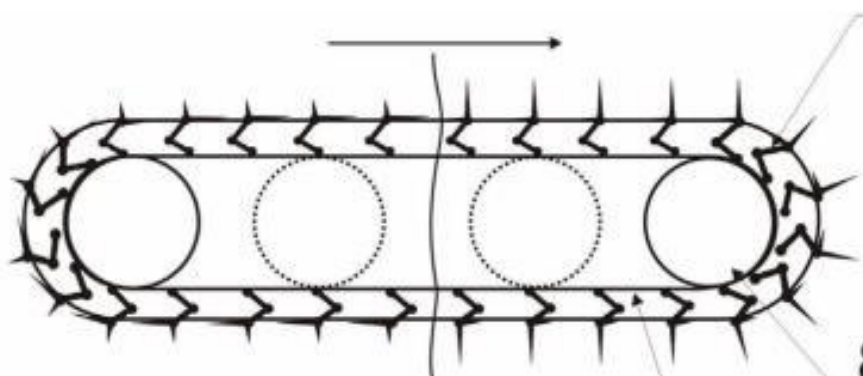


Рисунок 3 – Гребной гусеничный движитель

Задачей предлагаемого изобретения является создание гусеничной ленты для транспортных средств обеспечивающей высокую проходимость, без снижения скорости при эксплуатации вездехода в сложных дорожных условиях: грунту, снегу, водной среде, что позволяет расширить эксплуатационные и функциональные возможности транспортного средства. Недостатком данной конструкции является то, что грунтозацепы могут свободно отгибаться во время движения, тем самым снижая скорость и проходимость.

В результате анализа современного состояния техники, была определена потребность современной амфибийной техники в надежных, недорогих и удобных конструкциях водоходных движителей. В условиях военного положения вышеуказанные изобретения могут быть использованы для транспортных целей, диверсионной деятельности, при форсировании водных преград в условиях высоких волн.

В таких условиях водометный движитель является предпочтительной конструкцией среди рассмотренных. Он имеет простую конструкцию, демонстрирует высокую надёжность в эксплуатации и имеет наименьшие потери скорости при повороте.

#### **Список использованных источников**

1. Апиломов, Д.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / Д.П. Апиломов. – М: ИНФРА-М, 2019. – 258 с.
2. Сиванов, А.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.В. Сиванов, Л.П. Полянсков. – М: Риор, 2020. – 106 с.
3. Черепяхин, В.Д. Технологические процессы в машиностроении. – Москва: Лань, 2019. - 174 с.

#### **MULTIFUNCTIONAL CRAWLER PLATFORM: THE ESSENCE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

**M.S. Viktorov, S.V. Sumenkov, A.S. Sumenkov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article considers the existing multifunctional tracked platforms. Their advantages and disadvantages are discussed. The features of the introduction of innovations are highlighted, as well as the prospects for their use in the current situation in industry, the economy and directly in the automotive industry.

**Keywords:** caterpillar platform, mover, amphibian

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

А.Е. Пономаренко, В.А. Вихорь, Р.И. Шалимов

*Сибирский Федеральный Университет, Военно-инженерный институт,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассмотрены цифровые технологии и основные инструменты для цифровизации производства, а также раскрыты их основные преимущества по сравнению с их аналоговыми предшественниками.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, продвинутая аналитика, цифровизация, блокчейн, диагностика

Цифровые технологии – технологии, которые основаны на представлении сигналов дискретными полосами аналоговых уровней, а не в виде непрерывного спектра.

**Рассмотрим из них наиболее популярные в использовании, Big data – это различные инструменты, подходы и методы обработки данных для того, чтобы их использовать для конкретных задач и целей.**

Решения класса Advanced Analytics (продвинутая аналитика) позволяют выполнять более глубокий анализ данных, выявлять закономерности и причины произошедших событий, прогнозировать будущие результаты. Для эффективного применения продвинутой аналитики необходимо внедрение механизмов работы с данными: сбор, хранение и управление качеством. Поэтому наряду с аналитическим инструментарием обязательные элементы инфраструктуры – это «платформа данных», а также инструменты, собирающие и передающие данные – мобильные приложения, датчики промышленного интернета вещей, производственные системы и др.

Цифровизация поможет промышленным предприятиям решать многие кадровые проблемы на самом производственном объекте, находящемся за сотни километров от головного офиса. Например, вопросы охраны труда. Установленное на производстве специальное оборудование – медицинские киоски, которые по многим физиологическим параметрам могут быстро оценить физическое состояние работника без привлечения врачей, – сегодня позволяет справляться с непредвиденным ухудшением здоровья и травматизмом персонала. Кроме этого, высокий потенциал эксперт видит в использовании работниками носимых устройств (браслет), особенно востребованных при работе на опасных участках.

**Predictive maintenance** – интеллектуальная диагностика оборудования. Технология позволяет прогнозировать отказы в работе оборудования и время его простоя, планировать и оптимизировать затраты на ремонт. При этом визуализировать сценарии таких сбоев позволяют технологии дополненной реальности: проходя мимо оборудования, которое имеет отклонения в работе, с помощью AR-очков можно увидеть, как оно сигнализирует красным цветом. По-

добные решения компания создает в собственном Центре виртуальной реальности, некоторые из них уже полностью готовы для пилотирования и внедрения в бизнес-процессы заказчиков.

В основе предиктивной диагностики лежат накопленные данные о работе оборудования. Поэтому предприятиям следует накапливать данные и хранить «про запас», чтобы в будущем использовать их для анализа различных сценариев и построения гипотез – например, для прогнозирования поломки оборудования. И чем раньше компании осознают необходимость сбора таких данных, тем точнее будет прогноз. Для этих целей во многих отраслях уже начали строить «озера данных» (Data Lake). Технология позволяет недорого хранить большой объем разрозненных данных, чтобы в дальнейшем при необходимости использовать их для разных бизнес-целей.

Блокчейн идеально подходит для избавления от «бумажной работы», так как единожды внесенная информация уже не может быть изменена или удалена из базы данных, клиент, получив достоверные сведения, может мгновенно отреагировать, избегая традиционную «волокиту» с документами.

Общий принцип ведения банковских и торговых операций, перехода прав собственности, а также многих других процедур, по сути, оставался неизменным последние 100 лет, до начала экспериментов с внедрением блокчейна и осознания потенциала этой технологии, на базе которой в нефтегазовой отрасли можно, например, организовать торговую площадку, где процесс купли-продажи топлива или сырья происходит мгновенно, а покупатель имеет возможность видеть процесс изменения цен и другую важную информацию в реальном времени.

С помощью блокчейна капитаны танкеров могут оперативно и без задержек получать необходимую им документацию на перевозимый груз, стоимость которого достигает сотен млн долл. США. Технология блокчейна способна не только сократить время ожидания необходимых документов, но и, как следствие, сократить финансовые затраты за счет снижения времени простаивания кораблей в портах. Таким же образом блокчейн может быть задействован в наземной логистике – к примеру, мониторинг перемещения грузовых автомобилей, данные о которых мгновенно поступают в систему, а на соответствующие запросы поступает оперативный отклик от автоматизированной системы, очень облегчает работу всех задействованных в работе звеньев.

Промышленный интернет вещей (IIoT) – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных к ним промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека.

На первом этапе внедрения IIoT на промышленное оборудование устанавливают датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы. В результате становится возможным сбор информации, которая позволяет руководству получать объективные и точные данные о состоянии производства. Обработанные данные предоставляются всем подразделениям предприятия. Это помогает наладить взаимодействие между сотрудниками разных подразделений и принимать обоснованные решения.



Полученная информация может быть использована для предотвращения внеплановых простоев, поломок оборудования, сокращения внепланового техобслуживания и сбоев в управлении цепочками поставок, тем самым позволяя предприятию функционировать более эффективно.

При обработке огромного массива неструктурированных данных, поступающих с датчиков, их фильтрация и адекватная интерпретация становится приоритетной задачей. Поэтому особую значимость приобретает представление информации в понятном пользователю виде. Для этого используются передовые аналитические платформы, предназначенные для сбора, хранения и анализа данных о технологических процессах и событиях, работающие в реальном масштабе времени.

Промышленный Интернет Вещей позволяет создавать производства, которые оказываются более экономными, гибкими и эффективными, чем существующие. Беспроводные устройства с поддержкой протокола IP, включая смартфоны, планшеты и датчики, уже активно используются на производстве. Имеющиеся проводные сети датчиков в ближайшие годы будут расширены и дополнены беспроводными сетями, благодаря чему на предприятиях существенно расширятся зоны применения систем мониторинга и управления.

По мере становления цифровых экосистем производственные предприятия из изолированных систем, самостоятельно выполняющих все необходимые для производства продукции производственные и бизнес-процессы, будут преобразовываться в открытые системы, объединяющие различных участников рынка; управлять средствами производства в этих системах будет не персонал, а облачные сервисы, конечная цель всех этих трансформаций – не выпуск продукции, а предоставление услуг потребителю.

### **Список использованных источников**

1. Цифровизация промышленности [Электронный ресурс]: Центр2М. – Москва, 2019. - Режим доступа: <https://center2m.ru/tsifrovizatsiya-promishlenosti>
2. Цифровизация Российского ТЭК [Электронный ресурс]: Neftegaz.RU – Москва, 2018. - Режим доступа: <https://digitalization.neftegaz.ru>
3. Тенденции развития нефтехимической промышленности [Электронный ресурс]: Control Engineering Россия. – Москва, 2018. - Режим доступа: <https://controlengrussia.com/rynok/ahmed-wafi/>

## **DIGITALIZATION OF ENTERPRISE MANAGEMENT**

**A.E. Ponomarenko, V.A. Vikhr, R.I. Shalimov**

*Siberian Federal University, Military Engineering Institute,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses digital technologies and the main tools for digitalization of production, as well as their main advantages in comparison with their analog predecessors.

**Keywords:** digital technologies, advanced analytics, digitalization, blockchain, diagnostics

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТБОРТОВКИ С УТОНЕНИЕМ СТЕНКИ КОМПЬЮТЕРНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Г.А. Вобликов

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В работе рассматривается вопрос о получении деталей из листовой заготовки методом отбортовки с утонением стенки. Исследуются сопротивление деформированию, а также средние напряжения в изделии. Приводятся результаты компьютерного моделирования, в том числе приводятся схемы распределения средних напряжений и сопротивления деформированию.

**Ключевые слова:** отбортовка, степень утонения, компьютерное моделирование, штамповка, утонение стенки

Современная промышленность и потребительский сегмент требует получения высококачественных и недорогих изделий, поэтому перед инженерами и учеными стоит задача в разработке новых технологий и усовершенствовании уже существующих. Поэтому работа, в частности, в области обработки металлов давлением не стоит на месте и постоянно предлагаются все новые способы и устройства для штамповки, а также исследуются существующие.



Рисунок 1 – Сопротивление деформированию

Одним из важных процессов обработки металлов давлением является отбортовка, которая в свою очередь представляет собой часть листовой штамповки [1]. Поэтому исследование этой операции является важной задачей, которую можно решить с помощью компьютерного моделирования [2-7], например, в программе QForm 3D. Для этого было проведено моделирование по отбортовке стального диска при холодной температуре с коэффициентом утонения 0,5, что соответствует максимально возможному утонению без разрушения материала. И были получены изображения того, как распределено сопротивление деформированию (рис. 1).

Согласно полученному изображению, на последней стадии формоизменения величина сопротивления деформированию достигает 640 МПа, при этом характеристика распределена практически равномерно по всей формируемой поверхности.

Далее было проведено исследование средних напряжений (рис. 2).

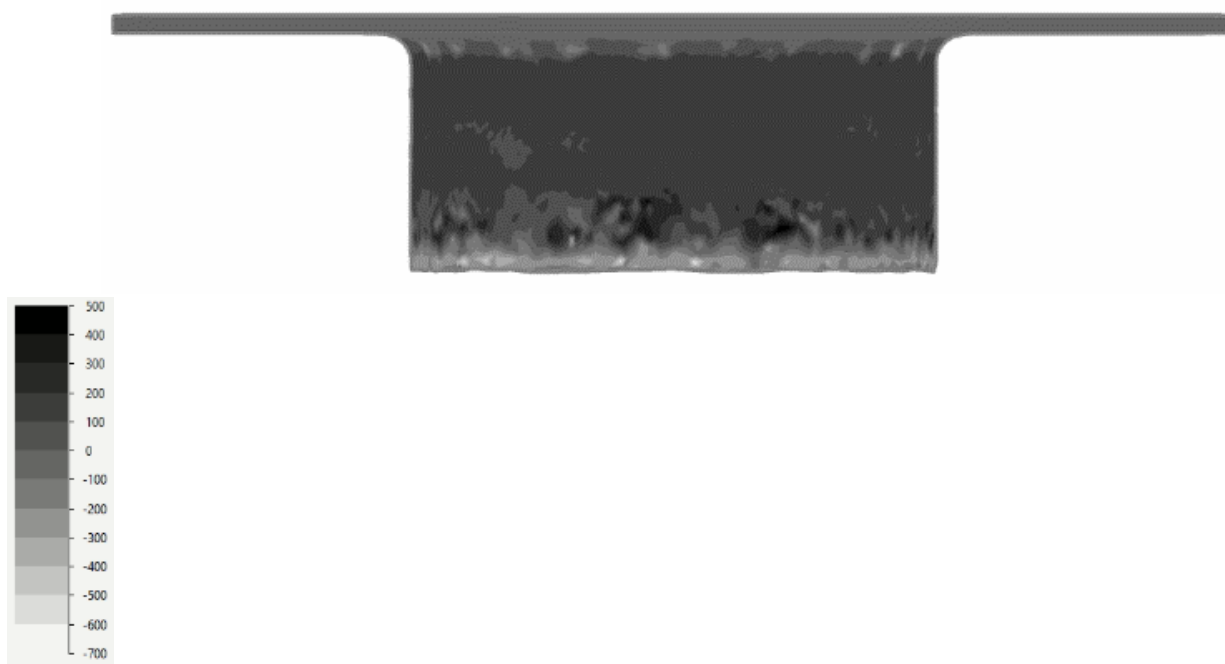


Рисунок 2 – Средние напряжения

Установлено, что практически во всем материале преобладают растягивающие напряжения, что характерно для этого метода обработки давлением. Максимальная величина достигает отметки в 500 МПа, при этом во фланцевой части напряжения отсутствуют и составляют 0. В нижней части отбортованного материала величина напряжений наибольшая. В итоге было проведено компьютерное моделирование, которое показало распределение сопротивления деформированию, а также средних напряжений, в дальнейшем эти данные могут помочь для проведения более углубленных исследований.

## Список использованных источников.

1. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т.4. Листовая штамповка/ Под общ. Ред. С.С. Яковлева; ред. совет: Е.И. Семёнов (пред.) и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2010. 732 с.
2. Уманский, А.А., Кадыков В.Н., Мартьянов Ю.А. Закономерности формирования напряженно-деформированного состояния металла при сортовой прокатке // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – № 4. – С. 8.
3. Ларин, С.Н., Пасынков А.А., Бессмертная Ю.В., Ремнев К.С. Комбинированное выдавливание прутковой стальной заготовки с формированием стержневой части // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 4. – С. 384-389.
4. Вобликов, Г.А. Анализ температур при проведении операции отбортовки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – Вып. 9. – С. 333-335.
5. Пасынков, А.А., Ларин С.Н., Нуждин Г.А. Оценка сил обратного выдавливания прутковой заготовки в матрицу квадратного сечения // Заготовительные производства в машиностроении. – 2020. – Т. 18. – № 10. – С. 462-465.
6. Yan-Xing, Liu, Y.C. Lin, Hong-Bin Li, Dong-Xu Wen, Xiao-Min Chen, Ming-Song Chen. Study of dynamic recrystallisation in a Ni-based superalloy by experiments and cellular automaton model// Material Science & Engineering A 626, 2015, pp. 432-440.
7. Кинзин, Д.И., Рычков С.С. Использование программного комплекса Deform-3D при моделировании процессов сортовой прокатки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2011. – № 2. – С. 45-48.

## INVESTIGATION OF FENDING WITH WALL THINNING BY COMPUTER SIMULATION

G.A. Voblikov

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The paper considers the issue of obtaining parts from a sheet blank by flanging with wall thinning. The resistance to deformation, as well as the average stresses in the product, are investigated. The results of computer simulation are presented, including the distribution schemes of average stresses and resistance to deformation.

**Key words:** flanging, degree of thinning, computer simulation, stamping, wall thinning

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТБОРТОВКИ С УТОНЕНИЕМ СТЕНКИ

Г.А. Вобликов

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

Данная работа посвящена изучению процесса отбортовки с утонением стенки. Исследуются интенсивности деформаций и повреждаемость металла при отбортовке при помощи имитационно-математического компьютерного моделирования. Приводятся диаграммы максимальных значений деформаций и повреждаемости при разных степенях утонения металла. Делаются выводы и обобщения о том, при каких степенях утонения происходит потеря устойчивости материала.

**Ключевые слова:** отбортовка, степень утонения, компьютерное моделирование, штамповка, утонение стенки

В настоящее время стало весьма распространенным проведение научных исследований с помощью компьютерных моделирований. При этом такие исследования могут быть как полноценными законченными, так и предварительно установочными перед проведением дальнейших работ. Этот метод исследования стал популярным благодаря относительной простоте и широкому набору возможностей. Компьютерное моделирование также часто используется в современных исследованиях обработки металлов давлением [1-6].

Так с помощью компьютерного моделирования возможно изучения методов листовой штамповки [7], в том числе и отбортовки, которая проходит с утонением отбортуемого металла. Степень утонения может быть разная и может достигать 60 % в некоторых случаях не достигая разрушения. Поэтому важной задачей является определение предельно допустимых степеней утонения. Была проведена серия компьютерных моделирований в программе QForm, целью которых было выявление максимальной степени утонения при отбортовке стальной плоской заготовки. Было определено, что при коэффициенте утонения равного 0,475 происходит обрыв стенки, что не отмечается при отбортовке с коэффициентов 0,5. Поэтому были определены максимальные интенсивности деформаций (рис. 1).

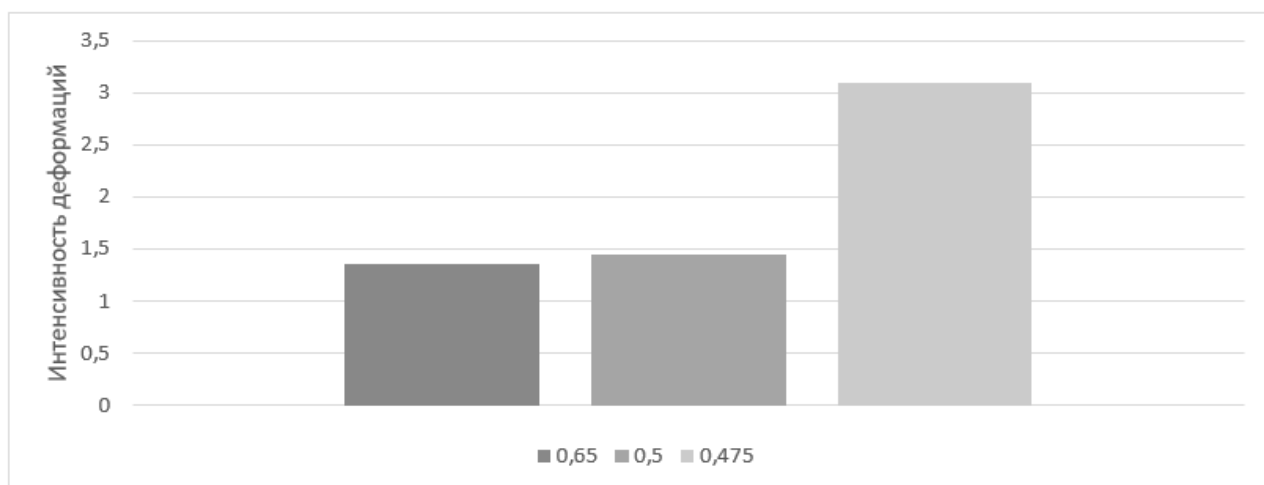


Рисунок 1 – Интенсивности деформаций

Выявлено, что с повышением степени утонения происходит возрастание интенсивности деформаций, в данном случае при сравнении коэффициента утонения 0,65 и 0,475 разница составляет более 220 %. Далее была проведена оценка повреждаемости металла по критерию Колмогорова (рис. 2).

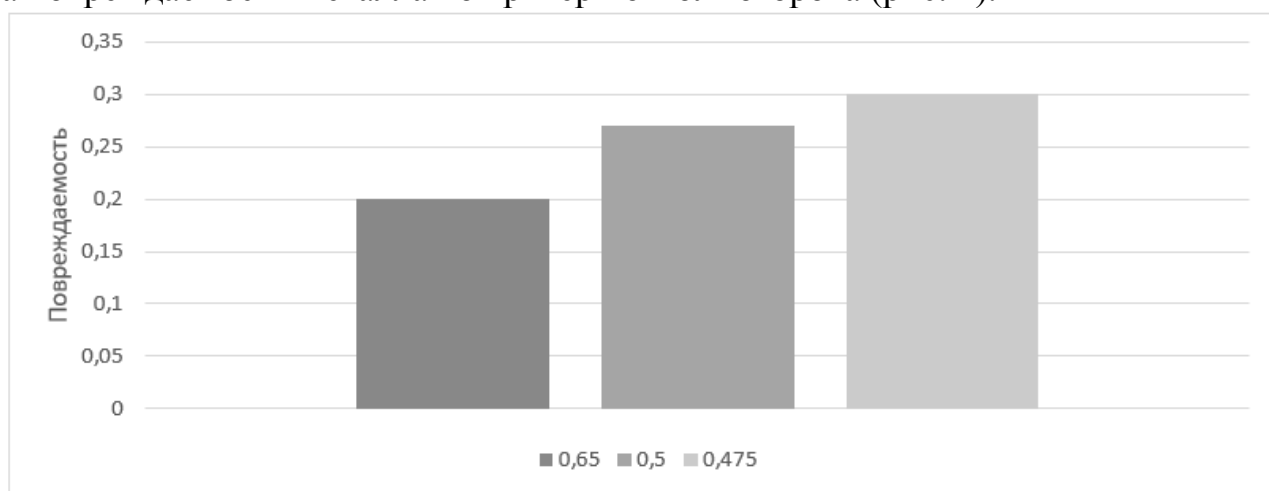


Рисунок 2 – Повреждаемость металла

Повреждаемость материала также увеличивается при увеличении степени утонения и достигает в пике 0,3. Таким образом установлено, что с увеличением утонения повышается повреждаемость и интенсивность деформаций, рост которых почти составляет 200 %. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение процесса отбортовки при разных режимах трения и при деформировании разных металлических материалов.

#### Список использованных источников.

1. Вобликов, Г.А. Применение современных промышленных технологий в области обработки металлов в производстве // Формирование и реализация стратегии устойчивого экономического развития Российской Федерации: сбор-

ник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 58-61.

2. Грибачев, Я.В. Влияние трения на деформированное состояние при штамповке // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием / Министерство науки и высшего образования РФ, Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В.В. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. – С. 57-60.

3. Березина, К.А. Применение и особенности технологической операцииковки как объекта материального производства // Организационно-экономические и инновационно-технологические проблемы модернизации экономики России: сборник статей XII Международной научно-практической конференции / Ульяновский государственный технический университет, Самарский государственный экономический университет [и др.]; под ред. Лазарева В.Н. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. – С. 66-69.

4. Вобликов, Г.А. Исследование вероятности образования дефектов и температур при отбортовке с утонением // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – Вып. 5. – С. 322-325/

5. Чудин, В. Н., Пасынков А. А. Расчет технологических режимов горячего прямого выдавливания вязкопластичного материала // Заготовительные производства в машиностроении. – 2021. – Т. 19, № 7. – С. 314-317.

6. Каркач, Л. В. Анализ возможности одновременной раздачи с формированием отогнутого краевого участка // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 10. – С. 364-366.

7. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т.4. Листовая штамповка/ Под общ. Ред. С.С. Яковлева; ред. совет: Е.И. Семёнов (пред.) и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2010. – 732 с.

## COMPUTER SIMULATION OF FENDING WITH WALL THINNING

G.A. Voblikov

*Tula State University,  
Tula, Russia*

This work is devoted to studying the flanging process with wall thinning. The intensity of deformations and damage of metal during flanging are studied using simulation-mathematical computer modeling. Diagrams of the maximum values of deformations and damage at different degrees of thinning of the metal are given. Conclusions and generalizations are made about the degrees of thinning at which the loss of stability of the material occurs.

**Key words:** flanging, degree of thinning, computer simulation, stamping, wall thinning

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА

Д.А. Войнова, А.А. Войнов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описывается искусственный интеллект и его применение в сфере транспорта.

**Ключевые слова:** транспортная система, автомобиль, дорожное движение, транспорт, искусственный интеллект, технологии

Искусственный интеллект представляет из себя сложное программное обеспечение. ИИ – свойства интеллектуальной систем выполнять творческие функции человека [1]. Работает искусственный интеллект подобно человеческому мозгу, такая технология способна выполнять задачи учитывая особенности окружающей среды и множества других различных условий. Термин искусственного интеллекта - не новый термин. Ученые говорили об искусственном интеллекте еще в 1950-х годах. С тех пор искусственный интеллект претерпел ряд взлетов и падений, добился значительного прогресса, так как методы машинного обучения были объединены с технологиями, которые применяются для поиска и анализа больших объемов информации.

Эффективность, точность и безопасность систем в современном мире всё больше и больше зависят от применения интеллектуальных технологий анализа данных. Технология искусственного интеллекта позволяет людям уйти от рутинной физической и умственной работы и таким образом ускоряет многие процессы и упрощает нашу жизнь. Это особенно наглядно проявляется в приложениях и автоматизированных системах, используемых в таком секторе, как транспорт. За последние несколько сотен лет транспортная отрасль претерпела множество изменений и революций, и сейчас мы находимся на этапе, когда достигаются крупные прорывы в виде искусственного интеллекта на транспорте.

Искусственный интеллект позволяет сделать транспорт более безопасным, умным и удобным. Технология находит себе применение в транспортных средствах, инфраструктуре, искусственный интеллект применяется в работе водителей и пассажиров транспорта, а также при взаимодействии для предоставления транспортных услуг. Искусственный интеллект внедряют, чтобы изучать пассажиропоток и следить за исправностью транспорта [2]. Данная технология помогает выявлять рыночные тенденции; выявлять риски; уменьшать пробки на дорогах; проектировать транспорт и управлять им; а также анализировать спрос на поездки и поведение пешеходов. Таким образом, искусственный интеллект в транспортной сфере применяется в разных направлениях и позволяет создать комфортную среду для пользователей.

Искусственный интеллект в автомобильном транспорте.



Автомобильный транспорт является одним из секторов, где искусственный интеллект применяется наиболее успешно, открывая совершенно новые уровни сотрудничества между различными участниками дорожного движения. Во всем мире производители автомобилей, технологические фирмы и исследовательские группы изучают технологии искусственного интеллекта для разработки автоматизированных транспортных средств. Такие транспортные средства основаны на различных датчиках (таких как GPS, камеры, радар) в сочетании с исполнительными механизмами, блоками управления и программным обеспечением. Некоторые из этих технологий берут на себя только определенные функции вождения (например, парковку), другие предназначены для полной замены водителя-человека, последние можно назвать самоуправляемыми транспортными средствами.

Концепция самоуправляемых транспортных средств не является чем-то новым. General Motors представила её еще в 1939 году. Но только в наш век транспорта с искусственным интеллектом компании могут реализовывать методы компьютерного зрения, например обнаружение объектов, для создания интеллектуальных систем, которые декодируют и осмысливают визуальные данные, чтобы сделать возможным управление транспортным средством самим транспортным средством.

И хотя беспилотный автомобиль может показаться сложным, идея применения искусственного интеллекта, заложенного в его базе, на самом деле проста: алгоритму передаются огромные массивы релевантных данных, после чего он обучается находить конкретные объекты, а затем принимать решения и выполнять правильные действия, такие как торможение, поворот, ускорение, замедление и т. д. и так далее. После обучения искусственный интеллект на автомобильном транспорте способен идентифицировать другие транспортные средства на дороге, дорожные знаки, светофоры, разметку полос движения, пешеходов и многое другое. Благодаря идентификации других объектов дорожного движения становится возможным управление транспортным средством самим транспортным средством и создание беспилотных автомобилей.

Искусственный интеллект в анализе транспортных потоков.

Транспортный поток оказывает свое влияние на безопасность движения, экономику и даже на состояния окружающей среды. Пробки затрачивают многие наши ресурсы, такие как время, деньги. Благодаря улучшению транспортного потока экономика страны, безопасность участников дорожного движения и состояние окружающей среды в разы повышается.

Искусственный интеллект сейчас позволяет лучше анализировать транспортные потоки с использованием машинного обучения и компьютерного зрения. Искусственный интеллект может помочь уменьшить «узкие места» и устранить «пробки», которые в противном случае засоряют наши дороги - и нашу экономику. Достижения в области компьютерного зрения позволяют нам отслеживать и оценивать транспортные потоки с помощью беспилотных летательных аппаратов и камер.

Алгоритмы могут с точностью отслеживать и подсчитывать трафик на автострадах, а также анализировать плотность движения в городских условиях, например, на автостраде и перекрестках. Камеры видеонаблюдения могут вы-

являть опасные участки, события и другие аномалии, а также предоставлять информацию о часах пик, узких местах и «заторах». Это позволяет оценивать, просматривать изменения и в соответствии с этим принимать эффективные решения. В результате градостроители могут значительно сократить городское движение и выбросы вредных веществ.

Искусственный интеллект в мониторинге состояния дорог.

В наше время искусственный интеллект способен не только анализировать дорожные потоки, но и находить неисправности на дорогах, а также оценивать окружающую инфраструктуру, выискивая изменения в асфальте и бетоне. Алгоритмы компьютерного зрения способны определять выбоины, а также точно показывать степень повреждения дорог, чтобы соответствующие органы могли принять меры и улучшить содержание дорог. Например, датчики, расположенные рядом с путями, могут наблюдать за проезжающими поездами, потенциально опасными участками, дорогостоящим оборудованием, а также выявлять износ устройств[3].

Алгоритмы работают путем сбора данных с изображений и дальнейшей их обработки для создания автоматических систем обнаружения и классификации трещин. Искусственный интеллект на транспорте использует важные передовые технологии, такие как большие данные, машинное обучение, что повышает безопасность и эффективность транспортных систем. Благодаря этому сокращается количество дорожно-транспортных происшествий, улучшается транспортный поток, а также состояние дорог. Всё это позволяет нам экономить немало ресурсов и делает нашу жизнь лучше.

### **Список использованных источников**

1. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. — <http://wikipedia.org>
2. Баймухамедов, М.Ф. Искусственный интеллект: основы теории и практики.// Монография, изд-во «Master Reprint», Костанай, 2019 г. – 268 с.
3. [Электронный ресурс] <https://www.cta.ru/articles/obzory/apparatnyesredstva/165898/>

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF TRANSPORT**

**D.A. Voinova, A.A. Voinov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes artificial intelligence and its application in the field of transport

**Keywords:**transport system,car, road traffic, transport, artificial intelligence, technologies

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ

А.А. Войнов, С.В. Ключков

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассматривается проходимость автомобиля, её показатели и способ повышения проходимости.

**Ключевые слова:** тормозная система суппорт, тормозные колодки, гидроручник стояночного тормоза, способ повышения тягово-сцепных качеств и проходимости

Тормозная система автомобиля – группа механизмов, предназначенная для снижения скорости и остановки движущегося транспортного средства или механизма. Этот узел очень важен, так как он обеспечивает безопасность участников движения. Существуют различные конструкции тормозных систем различны.

Эксперименты с тормозами автомобилей проводились почти до середины 20 века. Большой вклад в совершенствование автомобильных тормозов внесли специалисты Уолтер Крайслер и Уильям Локхид. Скорость серийных автомобилей возрастала год от года, как следствие появления новых технологий. В связи с этим возникла необходимость в разработке наиболее эффективных тормозных систем. Ученые не останавливались на достигнутом и к середине 20 века были известны следующие тормозные механизмы [1, 2]:

- 1) Барабанный;
- 2) Дисковый;
- 3) Колодчатый;
- 4) Ленточный;
- 5) Электрический;
- 6) Гидравлический;
- 7) Механический;
- 8) Колесный.

Действенность тормозных систем возросла с появлением перфорируемых и вентилируемых дисков. Спустя немного времени изобрели многопоршневые цилиндры. Необходимость в них возникла из-за того, что тормозные диски увеличивались в размерах, следовательно, требовались и более крупные колодки, которые было сложнее прижать к дискам [3].

Большинство тормозных механизмов работают за счет силы трения, то есть являются фрикционными. На первый взгляд тормозной механизм кажется сложной системой, но, если разобраться, то это довольно простой и надежный

механизм, рассчитанный на большой срок эксплуатации [3]. В состав механизма входят:

- Суппорты. В их пазах размещаются тормозные цилиндры. Их задача состоит в том, чтобы прижать колодки к тормозному диску. Цилиндр приводится в действие высоким давлением тормозной жидкости;

- Тормозные диски. Они должны быть очень прочными, так как им приходится работать при экстремальных температурах и в условиях сильного давления. Диски охлаждаются встречным воздухом. Современные дисковые тормоза для предотвращения неравномерного изнашивания колодок оснащены подвижным суппортом.

- Тормозные барабаны. В дисковых тормозах колодки прижимаются к диску, а в барабанных они разжимаются, плотно прилегая к стенке барабана. Барабан надежен, но не так эффективен, как тормозной диск;

- Тормозные колодки. Они представляют из себя неподвижные элементы тормозной системы. Колодки имеют фрикционные накладки, изготовленные из смеси полимеров, асбестов и обладающие высоким коэффициентом трения. Тормозные колодки являются самым быстро изнашиваемым элементом системы тормозов.

Привод предназначен для управления тормозным механизмом. Существует несколько систем привода:

- Механическая. В современных автомобилях она используется только для ручного тормоза. Усилие в ней передается с помощью рычагов и тяг;

- Гидравлическая. Она является основной системой автомобильного тормоза и включает тормозную педаль, вакуумный усилитель, рабочие тормозные цилиндры, регулятор давления, а также тормозные шланги и трубки;

- Комбинированная система привода. Эта система является самой сложной. В нее входят приводы нескольких типов. Например, электропневматика на некоторых грузовиках [3].

Работа тормозной системы.

Теперь разберемся, как работает тормозная система. В качестве примера рассмотрим принцип работы гидравлической системы:

- При нажатии водителем на педаль тормоза поршень главного тормозного цилиндра перемещается, в результате этого создается давление жидкости. Создать дополнительное усилие помогает вакуумный усилитель;

- В результате повышенного давления тормозная жидкость движется к рабочим тормозным цилиндрам по системе трубок и шлангов. Недостаток тормозной жидкости восполняется из специального расширительного бачка;

- Поршни рабочих цилиндров включаются в работу и начинают действовать на колодки, которые соприкасаются с дисками или барабанами. В конечном итоге автомобиль начинает тормозить.

- В реальных условиях рабочее давление в тормозной системе обычно не превышает 100 атмосфер. Результативность работы тормозной системы зави-

сит от того, с какой силой водитель воздействует на педаль тормоза. Тормозные трубки, которые наиболее уязвимы, для надежности продублированы.

– При отпускании педали тормоза колодки возвращают поршни в исходное положение, благодаря действию стяжных пружин, а тормозная жидкость вытесняется в главный тормозной цилиндр по трубопроводу. [3].

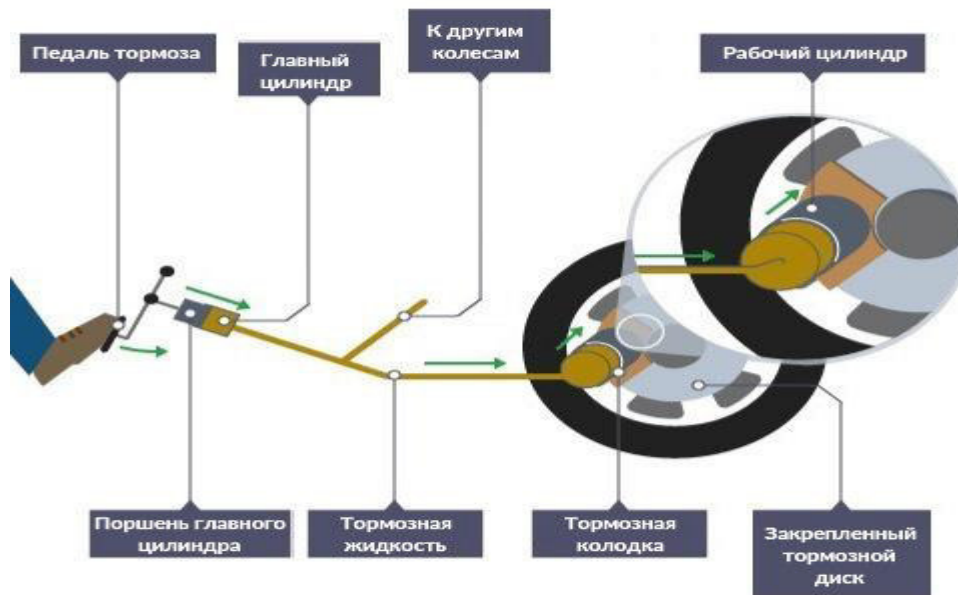


Рисунок 1 – Схема работы тормозной системы

Первым помощником водителя в управлении тормозами считается антиблокировочная система тормозов ABS (Antilock Brake System). Она предназначена для предотвращения блокировки колёс во время резкого торможения.

Позже была разработана более новая система ESP (Electronic Stability Program). Это система стабилизации, предназначенная для борьбы с заносом или сносом машины в повороте [4].

Подтормаживание буксующего колеса.

Дальнейшим развитием ABS является противобуксовочная система (ПБС). Конструкция этой системы гораздо сложнее, а, следовательно, и выше стоимость, поэтому она широко не внедряется. Для того, чтобы обеспечить широкое применение ПБС необходимо создать ее недорогой, упрощенный аналог. [5].

На основании вышеизложенного были определены цель, объект, предмет исследования.

Цель работы – повышение проходимости автомобиля с межколесным дифференциалом в условиях бездорожья с помощью торможения пробуксовывающего колеса.

Объект исследования – система привода ведущих колес автомобиля с межколесным дифференциалом (МКД).

Предмет исследования – способ увеличения проходимости автомобиля с межколесным дифференциалом и показатель системы предотвращения пробуксовывания.

Гипотеза исследования. Ожидается, что приложение момента в тормозном устройстве колеса, имеющего в данный момент наименьшее сцепление с опорной поверхностью, создаст возрастание величин опорно-сцепной проходимости благодаря предотвращению пробуксовывания этого колеса и максимального применения возможностей колеса, имеющего лучшее сцепление с опорной поверхностью.

Для того, чтобы достичь поставленную цель и подтвердить выдвинутую гипотезу, были поставлены следующие задачи:

1. Аргументировать возможность повышения проходимости и выполнить оценку процесса предотвращения пробуксовывания эластичного колеса.
2. Определить показатель противобуксовочной системы и его значения по условиям проходимости и устойчивости управления.
3. Оценить с помощью эксперимента эффективность проходимости автомобиля путем предотвращения пробуксовывания ведущих колес с помощью устройства, предназначенного для повышения тягового усилия и ограничения буксования.



Рисунок 2 – Дополнительный суппорт для подтормаживания буксующего колеса

Основные результаты работы можно использовать при конструировании и изучении технических устройств, включающих в себя тормозные механизмы, оборудованные элементами, которые обеспечивают повышение тягового усилия и автоматическое ограничение буксования ведущих колес.

Благодаря предложенному варианту повышения тягово-цепных характеристик и проходимости разного рода автомобилей появляется возможность оснастить тормозные механизмы легковых и грузовых автомобилей автоматическими противобуксовочными системами, для того, чтобы улучшить динамику этих машин и повысить эффективность [5].

#### Вывод

Для реализации способа, необходимо с помощью планшайбы установить дополнительный суппорт на ведущую ось автомобиля. Управление дополнительным суппортом будет осуществляться за счет специального гидроручника стояночного тормоза.

Таким образом будет осуществляться подтормаживание буксующего колеса автомобиля для преодоления участков дорог со слабой несущей поверхностью.

#### Список использованных источников

1. <https://www.drive2.ru/o/b/520634699744280913/>
2. <https://avtoarh.ru/toyota/obshchie-svedeniya-ob-tormoznoi-sisteme.html>
3. <https://dzen.ru/media/id/62559151c092c34e8dfea052/tormoznaia-sistema-ustroistvo-osobennosti-raboty-i-neispravnosti-6259b4988a0a265a69fce439>
4. [https://vk.com/wall-187948545\\_282](https://vk.com/wall-187948545_282)
5. <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-prokhozimosti-avtomobilya-s-mezhkolesnym-differentsialom-ogranicheniem-buksovaniy>

#### INCREASING CAR PERFORMANCE

**A.A. Voinov, S.V. Klochkov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article discusses the cross-country ability of the car, its performance and the way to increase cross-country ability

**Key words:** caliper brake system, brake pads, parking brake hydraulic hand-brake, method for improving traction and cross-country ability



## ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

А.А. Войнов, Д.В. Паршин

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассматривается проходимость автомобиля и её показатели.

**Ключевые слова:** проходимость, клиренс, дорожный просвет, пятно контакта

### Проходимость автомобиля

Мы должны понимать, что проходимость это возможность транспортного средства передвигаться по труднопроходимой местности. Проходимость любого автомобиля делится на две вида показателей: геометрическими и опорно – сцепными. Геометрические показатели показывают вероятность соприкосновения нижней частью автомобиля за неровную поверхность, а опорно – сцепные предоставляют возможность передвижения по участкам местности не предназначенная обычным машинам [1].

По проходимости каждый автомобили можно разделить на три группы:

1. Автомобили для общего назначения;
2. Автомобили для повышенной проходимости;
3. Автомобили для высокой проходимости, которые оснащены специальной конструкцией, к ним относят гусеничные, автомобили – амфибии и другие.

К геометрическим показателям проходимости относятся:

- А) Углы свеса – задний, передний;
- Б) Поперечный и продольный радиус проходимости;
- В) *Клиренс (дорожный просвет) – расстояние между дорогой и самой нижней точкой центральной части автомобиля.*

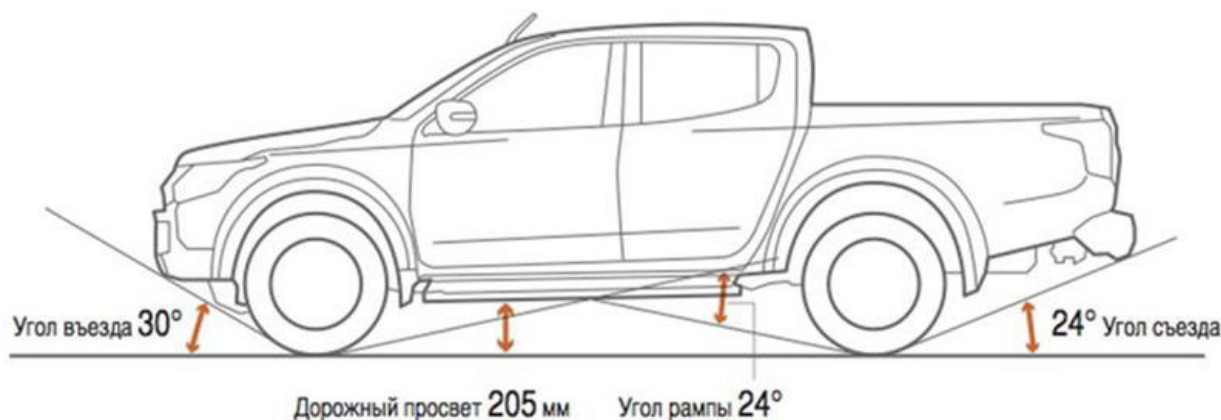


Рисунок 1 – Геометрические показатели проходимости транспортного средства



Следовательно, легко понять, что чем больше будет клиренс, тем меньше риск застрять в глубокой колее или на снежной целине. Для осуществления этого, можно увеличить лифт подвески, а также установка колес с более большим радиусом [2].

Также, более лёгкий и менее затратный способ увеличения дорожного просвета – использование шин с более большим радиусом. Например, если вместо 185/65 R14 поставить 195/65 R15, то клиренс будет увеличен на 19 мм. Здесь тоже надо учитывать, что применение колес не предусмотренные производителем размерности может привести к изменению поведения автомобиля на дороге. К тому же более крупные колеса могут цеплять за элементы кузова или ходовой части [3].

Далее представлена сравнительная таблица 1, которая показывает разницу между дорожным просветом легковых автомобилей, и больших внедорожников.

Таблица 1 – Дорожный просвет легковых автомобилей и внедорожников

| Легковой автомобиль | Дорожный просвет (мм) | Внедорожник     | Дорожный просвет (мм) |
|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| Renault Sandero     | 175                   | Hummer – H1     | 410                   |
| Volkswagen Polo     | 170                   | УАЗ -469        | 300                   |
| Hyundai Solaris     | 160                   | ВАЗ – 2121 Нива | 220                   |
| Kia Rio             | 160                   | Volvo – XC90    | 218                   |
| Opel Corsa          | 150                   | BMW X3          | 212                   |
| Toyota Yaris        | 140                   | BMW X5          | 209                   |
| Mini One            | 139                   | ГАЗ 2330 «Тигр» | 400                   |

У внедорожных автомашин имеющие зависимую подвеску самой низко-расположенной частью является корпус заднего моста, редко – корпус коробки передач [4].

Следующие показатели проходимости:

1) Максимальная сила тяги - наивысшая сила, которую возможно развить на низшей передаче.

2) Сцепной вес – сила тяжести, передающаяся на ведущие колеса. Чем сцепной вес будет больше, тем лучше проходимость машины.

3) Удельное давление шин. Чем меньше удельное давление, тем меньше будет разрушаться дорога, а следовательно меньше глубина колеи.

Также, применение регулирования давления воздуха в шинах влияет на проходимость автомобиля. Давление производимое автомобилем на грунт тесно связано с давлением воздуха в шинах. Но при этом следует понимать, что

снижение внутреннего давления воздуха в шине уменьшает его грузоподъемность [1].

От совпадения следов зависят параметры колеи, которые оставляются передними и задними колесами [5].

Для того чтобы произвести оценку совпадения следа задних и передних колес нужно воспользоваться коэффициентом совпадения следа  $\eta_c$ :

$$\eta_c = a / b,$$

где  $a$  – ширина следа одного из колёс, оставляемая передними колесами;

$b$  – общая ширина следа после прохождения переднего и заднего колеса;

В качестве примера приведем совпадение следа на Lada Priora:

$$a = 1540 \text{ mm}; b = 3070 \text{ mm};$$

Результат совпадения следа будет равен 0,501628664.

Теперь рассмотрим ещё один фактор, коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

По результатам многочисленных испытаний установили средние величины коэффициента сцепления для различных типов дорожного покрытия, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициент сцепления для различных типов дорожного покрытия

| Вид опорной поверхности | Величина коэффициента сцепления |                    |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                         | Сухая поверхность               | Мокрая поверхность |
| Асфальт                 | 0,7...0,8                       | 0,3...0,4          |
| Грунтовая дорога        | 0,5...0,6                       | 0,3...0,4          |
| Песок                   | 0,5...0,6                       | 0,4...0,5          |
| Обледенелая дорога      | 0,2...0,3                       | -                  |
| Дорога, покрытая снегом | 0,2...0,4                       | -                  |

При пользовании автомашин на труднопроходимых местностях применяются цепи ленточного, браслетного, а также гусеничного вида, которые значительно улучшают зацеп колес с дорогой. Например, гусеничные вид применяют на экскаваторах, бульдозерах, погрузчиков, кранах (МКГ-25, RDK 250 и другие). Гусеничная цепь значительно снижает давление на грунт тяжелой техники, следовательно, проходимость будет увеличена, но на дорогах общего пользования им не рекомендуется передвигаться, так как асфальт будет разрушаться [6].

## Вывод

Результаты изучения материала показали, что понятие, как проходимость автомобиля имеет в себе множество аспектов, перечисление которых займёт большое количество времени. Выше было перечислены некоторые факторы, которые оказывают сильное влияние на проходимость транспортного средства, но каждый должен понимать, что существует множество других, дополнительных оборудований среди них: цепи противоскольжения, браслеты противоскольжения, лебедка, противобуксовочные колодки, траковая цепь, противобуксаторы и другое [7, 8, 9].

## Список использованных источников

1. <https://studfile.net/preview/3864571/page:17/>
2. <https://eldomocom.ru/avto/chto-nasha-zhizn-2-ili-kak-povysit-prohodimost-nissan-x-trail-1-6-l-2019-goda-na-drive2>
3. <https://armascot.ru/a-vy-tseplyalis-bamperom/>
4. <https://autoclub174.ru/avtopravo/ugol-zaezda-avtomobilya.html>
5. [https://studopedia.ru/14\\_6702\\_oporno-stsepnaya-prohodimost-avtomobilya.html](https://studopedia.ru/14_6702_oporno-stsepnaya-prohodimost-avtomobilya.html)
6. <https://cyberpedia.su/5x102f.html>
7. <https://airbrush-master.ru/transmissiya/povyshenie-prohodimosti-legkovogo-avtomobilya.html>
8. <https://mazda626club.ru/opyt-i-sovety/kak-uluchshit-prohodimost-perednepriivodnogo-avtomobilya-nissan.html>
9. [https://stydopedya.ru/2\\_43558\\_prohodimost-avtomobilya-parametri-vliyayushchie-na-prohodimost-kolesnaya-formula.html](https://stydopedya.ru/2_43558_prohodimost-avtomobilya-parametri-vliyayushchie-na-prohodimost-kolesnaya-formula.html)

## CAR PERFORMANCE

**A.A. Voinov, D.V. Parshin**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article discusses the patency of the car and its indicators.

**Keywords:** cross-country ability, ground clearance, ground clearance, contact patch

## КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА

Д.А. Войнова, Я.М. Зиновьев, А.А. Войнов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описывается концепция интернета вещей и ее применение в сфере транспорта.

**Ключевые слова:** транспортная система, автомобиль, дорожное движение, транспорт, интернет вещей

Интернет вещей – это термин, включающий в себе всё, что может быть подключено к Интернету для удаленного управления и обмена данными в режиме реального времени напрямую или через сервер.

Предметом в Интернете вещей является, электросеть способная автоматически собирать необходимые данные и мгновенно анализировать циркуляцию тока, или же дроны для отслеживания состояния здоровья скота и местоположения больных животных. В автомобилях используются встроенные датчики для оповещения водителя о низком давлении в шинах.

Эти устройства используют Интернет-протокол (IP), идентифицирующий компьютеры через всемирную сеть и позволяющий им функционировать вместе. Цель Интернета вещей - создать девайсы, которые самостоятельно докладывают данные в режиме реального времени, повышая эффективность и предоставляя важную информацию быстрее, чем система, контролируемая человеком.

Интернет вещей имеет немало преимуществ при использовании данной технологии организациями. Одни преимущества специфичны для определенных отраслей, другие применимы в нескольких отраслях. Это заставляет компании менять подходы к организации бизнеса и предоставляет им инструменты для улучшения своих стратегий.

### **Преимущества применения Интернета-вещей в транспортной сфере:**

#### **1. Повышение качества обслуживания клиентов**

Использование технологий Интернета вещей позволяют предоставлять клиентам актуальные данные в режиме реального времени. Таким образом улучшается коммуникация и клиенты могут эффективно планировать свои поездки.

#### **2. Повышение безопасности**

Благодаря мониторингу скорости движения поездов, состояния деталей транспортных средств и т.д. с использованием технологии интернета вещей повышается безопасность транспортных систем и снижается количество чрезвычайных ситуаций.

#### **3. Улучшение состояния окружающей среды**

Засчет отслеживания дорожного потока, системы с поддержкой Интернета вещей моментально могут реагировать на изменяющиеся схемы движения транспортных средств и получать и передавать данные в режиме реального времени. Это помогает людям лучше планировать свои поездки, из-за чего уменьшается количество заторов и энергопотребление, а это, в свою очередь, оказывает положительное воздействие на окружающую среду.

### **Практическое применение Интернета вещей.**

Один из крупных сегментов транспортной отрасли - автомобильные перевозки. В центры управления дорожным движением ежедневно передается немало данных с каналов видеонаблюдения, датчиков. Использование технологии интернет вещей позволяет эффективно проводить мониторинг, анализ этих данных, а также помогает находить оптимальное решение в управлении дорожным движением. Наглядным примером внедрения данной технологии является интеллектуальный светофор. Светофор принимает информацию о дорожном потоке с камер видеонаблюдения и пропускает машины с минимальной задержкой, учитывая полученную информацию. Таким образом данная система за счет оптимального регулирования позволяет двигаться потоку машин эффективно.

Также для отслеживания и анализа данных на каждом этапе движения пассажира или груза применяются системы мониторинга маршрута транспорта. Например, технология Connected Cars («подключенные автомобили») дает возможность применять системы экстренного вызова скорой помощи со встроенной SIM-карты. В случае ДТП это помогает увеличить скорость оказания первой помощи.

Датчики эксплуатации и контроля состояния могут быть применены в системах поездов и общественного транспорта. Благодаря мониторингу актуальной информации с датчиков движения транспорта сокращается расход топлива. Так, например, американская компания GE Aviation [2] производит авиадвигатели, на которых установлены сенсоры, позволяющие удаленно получать данные об эксплуатации и на их основе выявлять оптимальные алгоритмы обслуживания самолетов, что позволило в 7 раз сократить затраты на обслуживание

Системы отслеживания транспортных средств обычно используются в сегменте грузовых перевозок, для эффективности управления своими автопарками. Но помимо этого они позволяют отслеживать поведение водителя и собирать данные, которые информируют о времени простоя и стиле вождения.

Интернет вещей для транспорта – быстрорастущий сектор, и преимущества использования технологии Интернета вещей широки и разнообразны. Успешность концепции Интернета вещей зависит от человеческого фактора, нежели от специальных механизмов, алгоритмов, сенсоров, способов анализа данных. По данным исследования Digital IQ [3], промышленным компаниям необходимо создавать условия для распространения цифровой культуры и обеспечивать прямую заинтересованность в успешной трансформации со стороны руководства, привлекать и обучать специалистов из числа представителей «цифрового поколения». В результате интернет вещей на транспорте находит

широкое применение на дорогах, авиалиниях, железных дорогах и значительно улучшает многие аспекты в данной отрасли.

### **Список использованных источников**

1. “ИОТ В ТРАНСПОРТЕ: КАК ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ПОМОГАЕТ ИЗБЕЖАТЬ КАТАСТРОФЫ, АВАРИЙ И ЗАГРУЖЕННОСТЬ КРУПНЫХ ГОРОДОВ“, Вестник Академии знаний №33 (4), 2019.

2. Jenner, G. Analysis: How airlines are tapping into the Internet of Things // GE [Официальный сайт]. URL: [https:// www.ge.com/digital/press-releases/how-airlines-are-tapping-internet-things](https://www.ge.com/digital/press-releases/how-airlines-are-tapping-internet-things) (дата обращения: 15.07.2017).

3. Puthiyamadam, T., Garrett D., Curran C. 2017 Digital IQ How organizations can maximize and profit from technology investments // PwC, 2017 [Официальный сайт]. URL: [https:// www.pwc.com/us/en/advisory-services/digital-iq.html](https://www.pwc.com/us/en/advisory-services/digital-iq.html) (дата обращения: 15.07.2017).

## **THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS IN THE FIELD OF TRANSPORT**

**D.A. Voinova, Y.M. Zinoviev, A.A. Voinov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the concept of the Internet of Things and its application in the field of transport.

**Keywords:** transport system, car, road traffic, transport, internet of things

**УДК 621.3.032**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ЧАСТОТНОГО ИНТЕГРИРУЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С УЧЕТОМ РАЗБАЛАНСА МОСТОВОЙ СХЕМЫ ДЛЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

**В.С. Волков, М.С. Конкина**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены методы полупроводниковой тензометрии и расчета электрических цепей для моделирования выходного сигнала частотного интегрирующего преобразователя на основе мостовой схемы с полупроводниковыми

ми тензорезисторами с учетом разброса номинальных параметров.

**Ключевые слова:** погрешность выходного сигнала, полупроводниковый тензорезистор, мостовая схема, тензочувствительность, ЧИРП, резистор интегратора

В современных тенденциях в разработке и эксплуатации оборудования с цифровым выходным сигналом наибольшую роль отводят помехоустойчивости и multifunctionality при производстве измерений. Одним из важных аспектов многозадачности является возможность преобразования нескольких параметров физических величин в частотный выходной сигнал с минимальной погрешностью [1, 2].

Для реализации данных задач широкое применение получили частотные преобразователи параметров физических величин, реализованные с применением методов интегрирующего развертывающего преобразователя (ЧИРП), преобразующих выходные сигналы в частотный выходной сигнал, информативным параметром которого является частота следования прямоугольных импульсов, что позволяет повысить помехоустойчивость сигнала, а также упрощает его преобразование в цифровой код. Однако в промышленном производстве датчики ЧИРП содержат измерительные мостовые схемы (МС) с резистивными преобразователями на основе тонких металлических пленок [1].

Рассмотрим функциональную схему ЧИРП [1], построенного на основе МС, которая состоит из полупроводниковых тензорезисторов, интегратора на базе операционного усилителя ОУ<sub>1</sub> с емкостной отрицательной обратной связью, сравнивающего устройства СУ на базе операционного усилителя ОУ<sub>2</sub> и дозирующего конденсатора  $C_d$ , представленную на рис. 1.

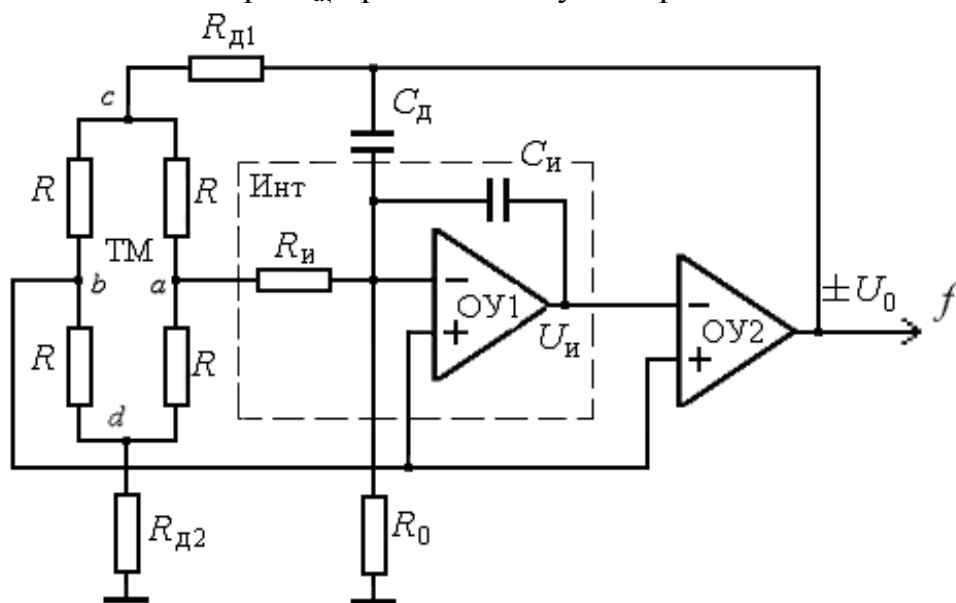


Рисунок 1 – Функциональная схема ЧИРП с МС на основе полупроводниковых тензорезисторов [1]

Ранее [3 - 5] было рассмотрено применение полупроводниковых тензорезисторов для повышения чувствительности, однако отмечено, что из-за технологических особенностей полупроводниковых тензодатчиков, а именно тензо-

чувствительности полупроводниковых материалов и значимой температурной зависимости сопротивления, возникает температурная погрешность выходного сигнала. Также при решении вопроса компенсации температурной погрешности следует отметить, что на составляющие погрешности влияет разброс параметров полупроводниковых тензодатчиков, который вызван технологическими причинами. Таким образом, целесообразно проводить моделирование работы частотного преобразователя с учетом разбаланса мостовой схемы, равного 1% от номинала полупроводникового тензорезистора, применительно для микромеханических датчиков физических величин.

При моделировании выходного сигнала ЧИРП расчет частоты при номинальных параметрах, а также с учетом зависимости от температуры и деформации тензорезисторов с учетом технологического разброса параметров, выполняется по следующей формуле [2, 4, 5]:

$$f(\Delta T) = \frac{R_1(\Delta T) \cdot R_4(\Delta T) - R_2(\Delta T) \cdot R_3(\Delta T)}{4 \cdot C_d \cdot R_{i_0} \cdot (R_1(\Delta T) - R_2(\Delta T)) \cdot (R_3(\Delta T) - R_4(\Delta T)) \cdot (\gamma \cdot \Delta T + 1)} \quad 1)$$

Для проведения расчетов влияния разбаланса мостовой схемы был выбран наихудший случай [3, 4], при котором номиналы тензорезисторов с положительным приращением сопротивления были увеличены на 1%, а номиналы тензорезисторов с отрицательным приращением сопротивления были уменьшены на 1%.

Кроме разброса номинальных сопротивлений в полупроводниковой МС наблюдается также разброс значений температурных коэффициентов сопротивления и тензочувствительности тензорезисторов, что вызывает появление дополнительной погрешности выходного сигнала при эксплуатации устройства в условиях повышенных температур.

Расчетные зависимости берутся на основе ранее выполненных исследований, в результате которых для полупроводниковых тензорезисторов были получены формулы, учитывающие не только температурную зависимость сопротивления, но и температурную зависимость тензочувствительности, а также разброс параметров резисторов при изготовлении [2].

Частота выходного сигнала ЧИРП с учетом разбаланса мостовой схемы принимает значение  $f_0 = 2,8 \cdot 10^3$  Гц, тогда как номинальное значение выходной частоты при отсутствии разброса равно 2,5 кГц [5, 6], что составляет погрешность в 12 %.

Для проведения моделирования выходного сигнала частотного интегрирующего преобразователя на основе мостовой схемы с полупроводниковыми тензорезисторами с учетом разбаланса мостовой схемы был разработан программный модуль расчета составляющих погрешности частоты выходного сигнала ЧИРП с учетом разброса параметров тензорезисторов и воздействия повышенной температуры [6], позволяющая задавать значения характеристик каждого тензорезистора в схеме, значение деформации, диапазон и шаг изменения температуры, а также параметры резистора интегратора, представленный на рисунке 2.

На основании расчетов, с учетом разброса номиналов на 1%, получены значения составляющих погрешности выходного сигнала. Причем значение ад-



дитивной составляющей, равной  $\Delta_1=7,258\%$ , значительно превышает мультипликативную составляющую, равную  $\Delta_0=0,157\%$ .

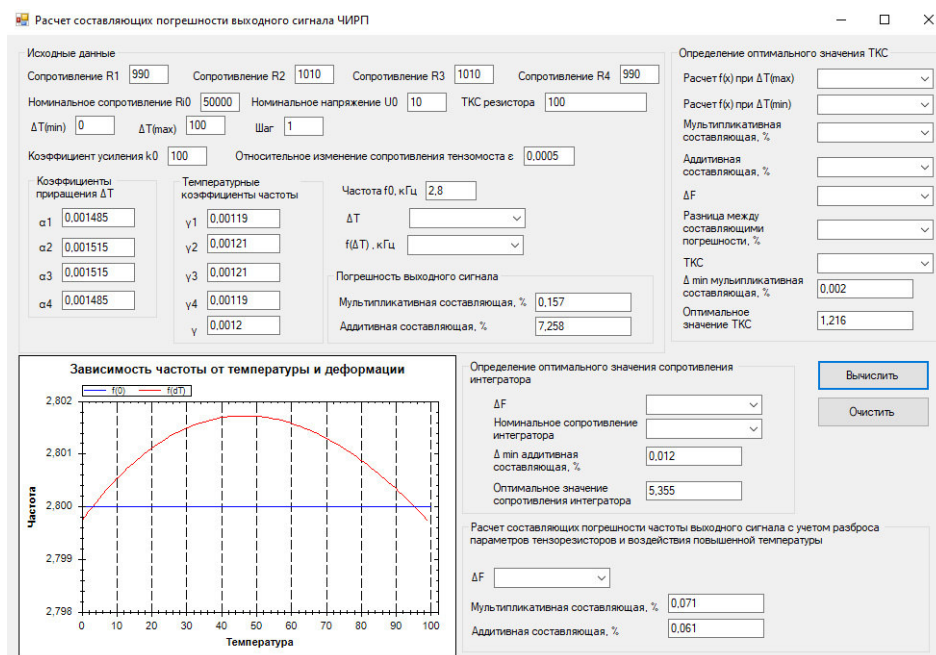


Рисунок 2 – Расчет составляющих погрешности частоты ЧИРП

При проведении моделирования был сделан вывод, что из-за технологических особенностей полупроводниковых тензодатчиков погрешность преимущественно имеет аддитивный характер.

В качестве решения вопроса минимизации температурной погрешности выходного сигнала частотного преобразователя предлагается применения дополнительного полупроводникового резистора, выполненного по аналогичному технологическому принципу, что и тензодатчики, и имеющего идентичные температурные характеристики. Таким образом, при работе ЧИРП данное решение может привести к перераспределению токов и потенциалов в схеме и, следовательно, позволит скорректировать частоту выходного сигнала. В качестве такого резистора предлагается использовать резистор интегратора.

### Список использованных источников

- 1 Громков, Н.В. Интегрирующие развёртывающие преобразователи параметров датчиков систем измерения, контроля и управления: монография – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. – 244 с.
- 2 Vadim, S Volkov, Maria S Konkina. Modeling frequency integrating unfolding converter with a semiconductor strain gauge bridge taking into account temperature effect – APITECH-II - 2020 // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). 2020. Vol. 1679. P. 042066 (1-6). doi: :10.1088/1742-6596/1679/4/042066.
- 3 Волков, В.С., Конкина М.С. Имитационное моделирование работы частотного преобразователя на основе полупроводникового тензомоста // В Сборнике: Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы: сб. ст. по материалам VIII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г.

Пенза, 17 марта 2021 г.) / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. – С. 277–281.

4 Конкина, М.С. Компенсация погрешностей частотных интегрирующих развертывающих преобразователей на основе полупроводниковых мостовых схем // Измерения. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2022. – №1. – С. 31-37.

5 Волков, В.С., Кудрявцева Д.А., Вергазов И.Р. Современные направления развития преобразователей давления с частотным выходным сигналом // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2014. – № 4 (10). – С. 20 - 29.

6 Волков, В.С., Конкина М.С. Программный модуль для расчета аналитической зависимости частоты от температуры и деформации тензорезисторов ЧИРП с учетом разброса параметров // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021619809, 17.06.2021. Заявка № 2021619086 от 09.06.2021.

## **MODELING OF OF A FREQUENCY INTEGRATING CONVERTER OUTPUT SIGNAL TAKING INTO ACCOUNT THE UNBALANCE OF THE BRIDGE CIRCUIT FOR MICROMECHANICAL SENSORS OF PHYSICAL QUANTITIES**

**V.S. Volkov, M.S. Konkina**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article considers methods of semiconductor tensometry and calculation of electrical circuits for modeling the output signal of a frequency integrating converter based on a bridge circuit with semiconductor strain gages, taking into account the spread of nominal parameters.

**Keywords:** error of the output signal, semiconductor strain gauge, bridge circuit, strain sensitivity, CHIP, integrator resistor

**УДК 621.983**

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ**

**К.А. Галицина**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В статье затрагивается тема о выдавливании детали, не имеющей осевую симметрию. Приводятся данные о технологических параметрах процесса и приводится изображение полученной детали. Оцениваются наибольшие значения, которые были зарегистрированы при компьютерном моделировании, в резуль-

тате анализа делаются выводы о том, какой из рассматриваемых случаев лучше для проведения выдавливания.

**Ключевые слова:** деформации, коэффициент трения, объемная штамповка, процессы выдавливания

Применение программных комплексов при анализе процессовковки и штамповки позволяет решить целый ряд научно-исследовательских задач, так с помощью компьютерного моделирования [1-7] возможна оптимизация процессов, нахождение оптимальных технологических параметров, оценка новых разработанных методов формоизменения и пр. Так возможно исследование практически всех операций объемной штамповки, в том числе и выдавливания. Которому присуще сложное объемно-деформированное и объемно-напряженное состояние, поэтому одним из наиболее достоверных и, практически единственным методом оценки является компьютерное моделирование.

В рассматриваемой проблеме получения сложных изделий, не имеющих осевой симметрии и не являющимися телами вращения, важно проводить оценку напряженного и деформированного состояния. Поэтому компьютерным моделированием было получено требуемое изделий (рис. 1) по способу обратного выдавливания цилиндрической стальной заготовки.



Рисунок 1 – Изображение детали

В результате операции происходит формирование требуемой детали. Происходит штамповка не осесимметричной детали, форма которой соответствует необходимой, при этом форма не соответствует телу вращения, так как внутренние зазоры динамически изменяются от большего к меньшему. В продолжение исследования были проведены оценки наибольших величин напряжений и деформаций, в данном случае исследуются только интенсивности рассматриваемых характеристик.

Таблица 1 – Максимальные значения оцениваемых характеристик

| Коэффициент трения            | <b>0</b> | <b>0,1</b> | <b>0,3</b> |
|-------------------------------|----------|------------|------------|
| Интенсивность напряжений, МПа | 360      | 375        | 380        |
| Деформации                    | 8,5      | 7,5        | 10,5       |

В данной работе была проведена оценка напряжений и деформаций при разных коэффициентах трения, которые составляли от 0 до 0,3 по Кулону. Было выявлено, что при увеличении коэффициента трения происходит также и увеличение интенсивности напряжений (на 5 %) и также интенсивностей деформаций (примерно на 23 %).

В продолжение работы также проведена оценка интенсивностей деформаций (рис. 2)

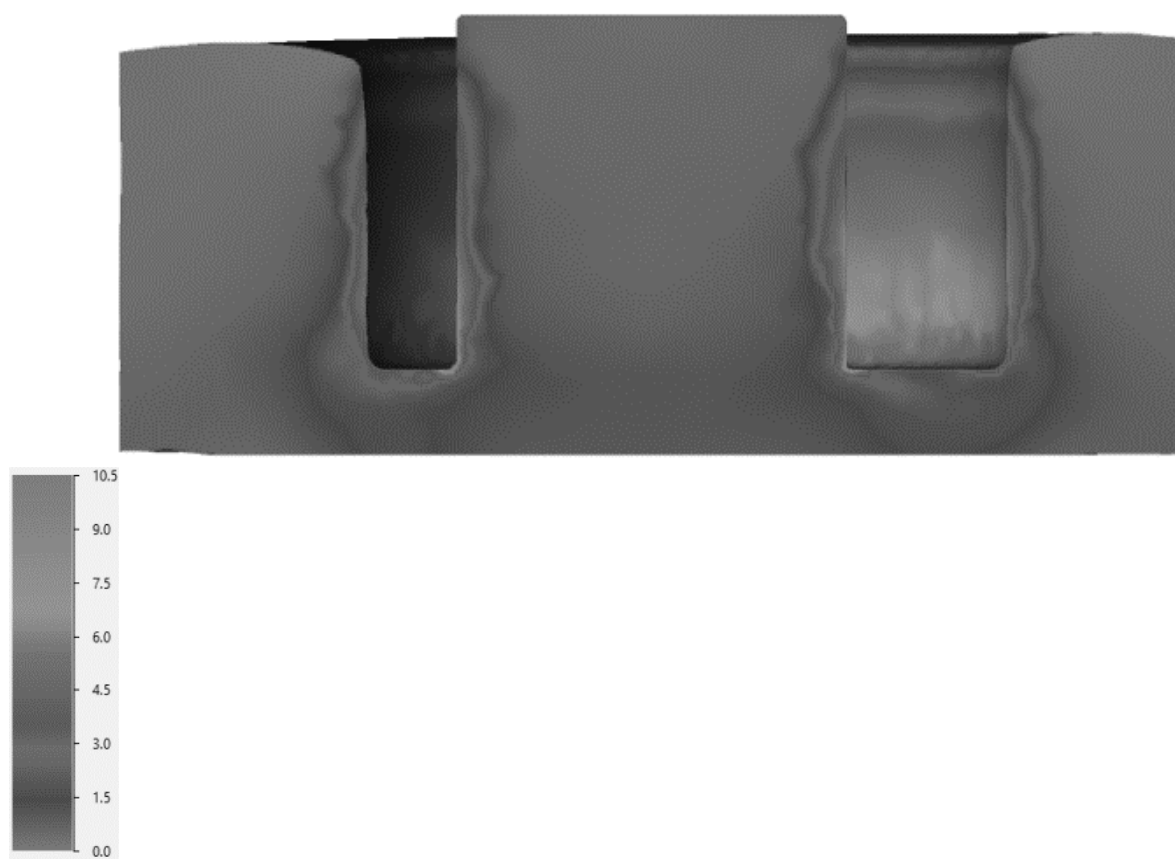


Рисунок 2 – Интенсивность деформаций

Анализ деформаций выявил, что наибольшие значения этой характеристики встречаются в районе формируемых каналов и тип распределения деформаций по образцу совпадает со всеми исследуемыми характеристиками.

Однако максимальные значения сильно отличаются, и для наибольшего трения происходит соответствие в наибольших деформациях.

### Список использованных источников

1. Безъязычный, В. Ф. Математические методы в технологии машиностроения // Ярославский пед. вестн. – 2010. – № 3-1. – С. 45-50.
2. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. – Москва: Вузовский учебник, 2017. – 344 с.
3. Андреев, С.М. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебник / С.М. Андреев. – Москва: Academia, 2017. – 36 с.
4. Яковлев, С.С., Ларин С.Н. Вытяжка изделий с широким фланцем через радиальную матрицу // Гагаринские чтения – 2018 : Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции, Москва-Байконур-Ахтубинск, 17–20 апреля 2018 года. Том 3. Москва-Байконур-Ахтубинск: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 441-442.
5. Оськин, В.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Словарь терминов / В.А. Оськин, В.Ф. Карпенков, В.В. Стрельцов. – Москва: КолосС, 2007. – 56 с.
6. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие / С.В. Поршнев. – Москва: Горячая линия -Телеком, 2011. – 320 с.
7. Федоров С.Е. Компьютерное моделирование и исследование систем автоматического управления: учебно-методическое пособие для вузов / С.Е. Федоров. – Москва: Русайнс, 2018. – 256 с.

## COMPREHENSIVE STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS

**K.A. Galitsina**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The article touches upon the topic of extrusion of a part that does not have axial symmetry. Data on the technological parameters of the process are given and an image of the resulting part is given. The highest values that were recorded in computer simulation are evaluated, as a result of the analysis, conclusions are drawn about which of the considered cases is better for extrusion.

**Key words:** deformations, coefficient of friction, forging, extrusion processes

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

К.А. Галицина

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В статье рассматривается вопрос об изготовлении сталей и чугунов, а также их последующей обработке. Приводятся основные технологические процессы, связанные с получением и обработкой металлов на основе сплава железа с углеродом, используемых в машиностроительных и иных производствах. Приводятся описание и особенности основных методов выплавки стали и чугуна.

**Ключевые слова:** сталь, чугун, выплавка, обработка, машиностроительное производство, переработка

Изготовление стали – процесс обработки специального сырья (чугуна). Посредством особой обработки можно уменьшить объем добавок, вредных компонентов и углерода. Дополнительно из чугуна убирается фосфор, сера, это важно, поскольку оба эти компонента делают сталь более хрупкой, ненадежной [1-7].

Чтобы выполнить переработку чугуна, профессионалы применяют разнообразные технологии. Чтобы выбрать требуемый вариант, следует определить, насколько большой объем углерода входит в состав.

Чаще всего для этих целей применяют несколько эффективных технологий:

- конверторный;
- мартеновский;
- специальный электросталеплавильный.

Около несколько десятков назад на территории СНГ наиболее активно пользовались мартеновским способом выплавки стали. Но подобная методика выделялась чрезмерно высокими затратами энергии. Кроме того, объем вредных выбросов довольно большой. Поэтому постепенно все мартеновские печи перестали использовать.

Сейчас более активно применяют именно конверторную технологию. Это дает возможность изготовить арматуру высокого качества, а также профнастил. Для реализации этого способа более активно применяют специально подготовленные печи, получившие название конверторы. Отличительная черта этого оборудования заключается в принципе работы. Так, горячий воздух подается при определенном давлении. Поток проходит через предварительно расплавленный чугун.

Конверторы – это специальные приспособления, выделяющиеся грушевидной формой. Изнутри подобные печи обкладывают кирпичом, который выдерживает продолжительный контакт с огнем. В среднем объем печи – от 40 до 350 тонн.

Все представленные конверторы разделены на такие подвиды:

- кислородно-конвертерные;
- бессемеровские;
- томасовские.

Все бессемеровские печи могут быть использованы, если в состав чугуна входит относительно небольшое количество фосфора, а также серы. Дополнительно чугун должен быть насыщен кремнием. Этот компонент при контакте с высокими температурами начинает активно окисляться. Это способствует стремительной выработке тепла. Как только температура составит 1450-1500 градусов, начинает выгорать углерод. Постепенно начинает активно окисляться железо. Это способствует выработке стали. Дополнительно формируется определенное количество шлака, других побочных продуктов.

Такая технология не может быть использована в случае, если в состав входит фосфор. Обусловлено это тем, что обработка не принесет ожидаемый результат.

Чтобы изготовить сталь посредством конвертора, не нужно тратить много времени. Единственное условие – обеспечение постоянного притока кислорода. Это позволит быстро получить требуемый объем стали. Чтобы снизить объем монооксида железа, производители разливают сталь по специально подготовленным формам.

В настоящее время используется именно кислородно-конвертерный способ выплавки стали. Он является наиболее современным и производительным. При этом многие технологии доводки полученного металла по химическому составу и другим важным параметрам переносятся в ковш.

#### **Список использованных источников.**

1. Дедюх, Р.И. Материаловедение и технологии конструкционных материалов. технология сварки плавлением.: Учебное пособие для прикладного бакалавриата / Р.И. Дедюх. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 169 с.

2. Кобелев, А.Г., Шаронов М.А., Антощенко Ю.М. Теория и технология процессовковки и прессования: Составление чертежа поковки и разработка технологииковки: Учеб.-метод, пособие. – Москва: Изд-во МИСиС, 2002. – 332 с.

3. Богодухов, С.И. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учеб. пособие для студ. Вузов / С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов и др.; под общ. ред. С.И. Богодухова. Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2010. – 559 с.

4. Ковалев, С.В. Новые материалы и технологии в машиностроении // Вестн. Моск. гос. ун-та приборостроения и информатики. Сер.: Приборостроение и информ. технологии. – 2010. – № 25. – С. 106-121.

5. Оськин, В.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Словарь терминов / В.А. Оськин, В.Ф. Карпенков, В.В. Стрельцов. – Москва: КолосС, 2007. – 56 с.

6. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. – 592 с.

7. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. – Москва: Форум, 2018. – 592 с.

## **FEATURES OF PRODUCTION AND PROCESSING OF STEELS AND CAST IRON FOR MACHINE-BUILDING PRODUCTION**

**К.А. Galitsina**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The article deals with the issue of the manufacture of steels and cast irons, as well as their subsequent processing. The main technological processes associated with the production and processing of metals based on an iron-carbon alloy used in machine-building and other industries are given. The description and features of the main methods of steel and iron smelting are given.

**Key words:** steel, cast iron, smelting, processing, engineering production, processing

**УДК 631.811.1:633.34(470.57)**

## **ОБОСНОВАВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТВОРНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

**Ф.Н. Галлямов, Р.Ф. Гаскаров, М.М. Ямалетдинов**

*Башкирский государственный аграрный университет,  
г. Уфа, Россия*

В статье приводятся результаты исследований по обоснованию параметров, изготовлению и испытанию растворных узлов при протравливании. Приготовление раствора для одной емкости 200 литров раствора препарата за 3-5 минут, подогрев до температуры 25 градусов не более 30 минут- за время работы протравливателя семян до опорожнения бака предыдущего объема.



**Ключевые слова:** Протравливание семян, растворный узел, равномерность обработки, автоматика работы

Протравливание семян - обработка семян пестицидами является одним из целенаправленных экономических и экологических мероприятий по защите растений от болезней и вредителей [1, 2, 3]. Протравливание семян должно проводиться после фито анализа семян яровой пшеницы и выбора эффективных протравителей семян, влияющих на корневые гнили и урожайность данной культуры [1].

В период протравливания во второй- третье декаде апреля температура воздуха держится на уровне от 0 до +10 градусов, что снижает эффективность препаратов. Приходится подогревать достаточно большие объёмы воды. Данная операция зачастую проводится бытовыми кипятилниками, что небезопасно. Затем эту воду вручную носят на расстояние 20-50 метров до машины протравливателя. Это повышает трудозатраты и снижает производительность в целом процесса обработки. Поэтому перед нами была поставлена задача разработать соответствующее оборудование.

Исходя из потребностей производства и бесед с заказчиками было уточнено техническое задание на разработку, основные моменты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические требования к растворному узлу

| № п/п | Технические характеристики | Пределы изменения параметров                                                               |
|-------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Объем жидкости             | 300 л;                                                                                     |
| 2     | Температура нагрева-25     | 20-25                                                                                      |
| 3     | Обслуживающий персонал     | 1 оператор                                                                                 |
| 4     | Насос                      | 35-40 л/минут                                                                              |
| 5     | Датчик уровня жидкости     | Поплавковый трехпроводной                                                                  |
| 6     | Перемешивание раствора     | Постоянное либо переменное                                                                 |
| 7     | Опции                      | Электронное программирование, таймер, датчики контроля за температурой, временем обработки |

#### Работа растворного узла

При помощи насосной станции дозированной подачи воды производится заправка миксера и накопительной емкости 11500 л. Оператор устанавливает на щите управления нужное количество, например 2000 л. и включает заправку миксера. После заправки миксера водой включается механическая и гидравлическая мешалки в миксере 3500 л. И загружается удобрение, например 1000 кг, через верхнюю крышку при помощи погрузчика. Если нужно заливать жидкий концентрат, для этого установлен нержавеющий премиксер 100 л., который подключен к насосу миксера. Жидкий концентрат в необходимом объеме выливается из канистр в премиксер, а затем оператор промывает канистру (в преми-

ксере установлена специальная форсунка, при нажатии на которую происходит промывка канистр). Количество сухих и жидких препаратов, загружаемое в миксер рассчитывается технологом хозяйства из расчета на одну накопительную емкость 11500 л.

Во время приготовления маточного раствора в миксере параллельно идет заправка водой одной накопительной емкости. После того как маточный раствор готов, приблизительно 10-15 мин., он перегружается при помощи насоса миксера и системы кранов в накопительную емкость 11500 л. Для того чтобы рабочий раствор был однородный и качественный в емкости 11500 л. предусмотрена система гидроперемешивания. До отгрузки рабочего раствора оператор должен включить на 10-15 мин. гидромешалку. Для второй емкости все операции повторяются.

Выгрузка рабочего раствора происходит при помощи насоса выгрузки через сетчатый фильтр очистки и заправочную консоль.

На каждой емкости и миксере установлены указатели уровня жидкости.

Для перехода работы с другими препаратами, накопительные емкости оборудованы системой промывки. На заборных трубопроводах предусмотрены краны для слива остатков. При правильном исполнении технологического процесса, средняя производительность растворного узла 23 м<sup>3</sup>/ч.

Дополнительно может быть установлен расходомер с автоматикой на выгрузке рабочего раствора. Стоимость данного оборудования 187 000 рублей.

Также дополнительно может комплектоваться ёмкостью 1500 л с электронасосом, для приготовления моющего раствора и осуществления промывки данным раствором. Стоимость данного оборудования 213000 рублей.

Растворный узел должен поддерживать постоянную рекомендуемую температуру растворенного протравителя и добиться его качественного перемешивания и без затрат труда перекачивать в бак машины.

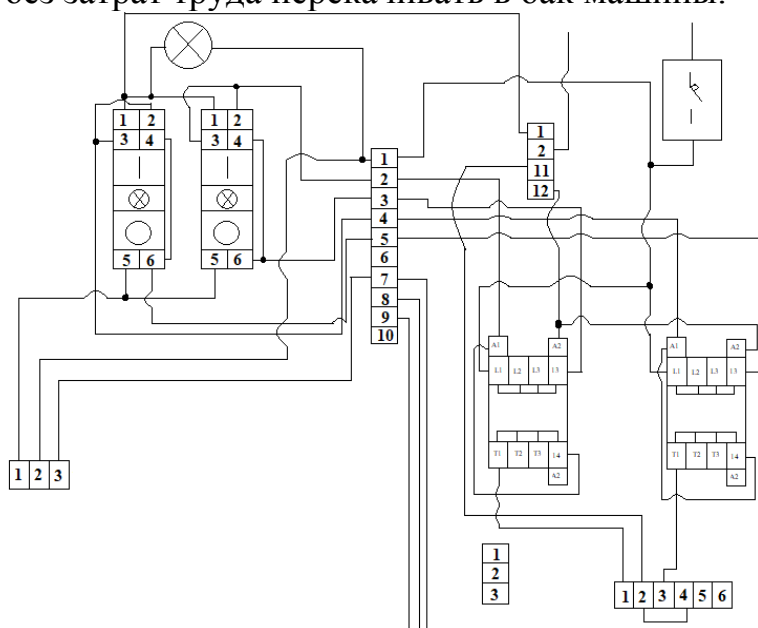


Рисунок 1 – Схема блока управления

Готовить раствор можно в режиме постоянного или переменного перемешивания насосной установкой.

Разработали, собрали и испытали блок управления (рисунок 1) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Покупные детали для блока управления

| №  | Наименование                                       | Характеристика                                                    | Цена           | Количество      | Сумма            |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | Корпус                                             | Пластиковый типа ЩМПп 300х200х130мм УХЛ1 IP65 IEK                 | 1726           | 1               | 1726             |
| 2  | Контактор                                          | CJX2-D2510 25A 220V/AC3                                           | 480            | 2               | 960              |
| 3  | Автомат выключения                                 | ВА47-29 1п, 16А, «С», 4.5кА MVA20-1-016-C                         | 350            | 1               | 350              |
| 4  | Программатор циклов работы насоса на перемешивание | Циклическое реле времени Реле и Автоматика ВЛ-42М1 А8223-76911236 | 2511           | 1               | 2511             |
| 5  | Нулевая шина                                       | KSN-1-1-7х9-04(синий изолятор)                                    | 81             | 1               | 81               |
| 6  | Шина заземления                                    | KSN-1-1-7х9-04(желтый изолятор)                                   | 81             | 1               | 81               |
| 7  | Кабельный ввод                                     | PG21 (13-18) СЕРЫЙ,                                               | 37             | 4               | 148              |
| 8  | Кнопка пуск - стоп                                 | 3SA12-30E-11FSWD                                                  | 200            | 2               | 200              |
| 9  | Лампа сигнальная                                   | КЭАЗ 238566                                                       | 200            | 1               | 200              |
| 10 | Кабель                                             | 3*2,5 15м<br>3*2 1м<br>3*1 1м                                     | 68<br>60<br>54 | 15м<br>1м<br>1м | 1020<br>59<br>54 |
| 11 | DIN-рейка                                          | YDN10-0013 130 мм                                                 | 139            | 2               | 278              |
| 12 | Соединительная колода                              | TDM TB-2506 SQ 0531-0010                                          | 45             | 3               | 135              |
|    | <b>Итого</b>                                       |                                                                   |                |                 | 7512             |

Как видно из таблицы, цена в розницу составляет не более 7512 рублей, при заказе оптом или через производителей цена становится ниже.

Предварительные испытания показали, что блок управления соответствует техническим требованиям. Общий вид установки приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид установки

Как показали предварительные испытания, приготовление раствора для одной емкости 200 литров раствора препарата за 3-5 минут, подогрев до температуры 25 градусов не более 30 минут - за время работы протравливателя семян до опорожнения бака предыдущего объема.

### Список использованных источников

1. Разработка и оптимизация параметров устройства для предпосевной обработки семян в воздушном потоке Широков Д.Ю., Камалетдинов Р.Р., Галлямов Ф.Н. Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (46). – С. 129-134.
2. Модернизация приставки – протравливателя семян Сайдиев Е.Н., Галлямов Ф.Н. В сборнике: Наука молодых – инновационному развитию АПК. Материалы X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет. – 2017. – С. 241-245.
3. Разработка мобильного протравливателя с предварительной очисткой семян от пыли Гаскаров Р.Ф., Галлямов Ф.Н. В сборнике: Наука молодых – инновационному развитию апк, материалы viii всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. – 2015. – С. 279-283.
4. Влияние протравителей семян на урожайность яровой пшеницы Иргалина Р.Ш., Ахияров Б.Г., Галлямов Ф.Н., Курмашева Н.Г. В сборнике: Основные направления и современные подходы в агрохимической науке. Материалы

55-й Всероссийской с международным участием конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, приуроченной к 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (ВНИИА). Под редакцией В.Г. Сычева. Москва, 2022. – С. 97-103.

5. Влияние протравителей семян на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы Юламанова Г.И., Иргалина Р.Ш., Якупова Р.А. В сборнике: Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 10-13.

6. Эффективность протравителей семян яровой пшеницы Иргалина Р.Ш. В сборнике: Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства. Материалы IV Международной научно-практической конференции: в 7 т. Макеевка, 2021. – С. 44-48.

7. Экспериментальное исследование влияния обработки семян пшеницы магнитным полем на их водопоглощение Ахметшин А.Т., Атнагулов Д.Т., Мухамедьянова Т.К. АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 2. –С. 245-249.

8. Автоматизированная система управления технологической установкой Тухватуллин М.И., Ахметшин А.Т., Хатмуллин Н.М. В сборнике: Актуальные проблемы энергообеспечения предприятий. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции в рамках российского энергетического форума и XXV юбилейной международной выставки «Энергетика Урала». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан, ФГБОУ «Башкирский государственный аграрный университет», ООО «Башкирская выставочная компания». 2020. С. 61-64.

## STRUCTURAL JUSTIFICATION - PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF UNITS FOR PLANT PROTECTION

**F.N. Gallyamov, R.F. Gaskarov, M.M. Yamaletdinov**

*Bashkir State Agrarian University,  
Ufa, Russia*

The article presents the results of studies on the justification of parameters, the manufacture and testing of mortar units during pickling. Preparation of a solution for one container of 200 liters of the drug solution in 3-5 minutes, heating to a temperature of 25 degrees for no more than 30

**Keywords:** Seed etching, mortar unit, uniformity of processing, automation of operation

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЯ ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**А.И. Гасанов**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

При помощи программных продуктов анализа процессов обработки металлов давлением проводится исследование качества полуфабриката типа стакан при его получении с помощью обратного выдавливания. Приводится изображение детали и распределения повреждаемости материала.

**Ключевые слова:** обработка давлением, штамповка, литье, качество, компьютерное моделирование

Штамповка и ковка являются популярными методами обработки металлов. Эти процессы используются наравне с обработкой резанием и литьем. В первую очередь популярность методов обработки металлов давлением связана с высокой производительностью и возможностью изготавливать разные детали по типа-размеру при высоком их качестве. В том числе это касается и объемной штамповки, которой возможно получение широкого разнообразия деталей, в том числе и полых осесимметричных «стаканов», которые возможно изготавливать при помощи обратного выдавливания [1] (рис. 1).

При использовании этого метода важно проводить оценку качества полученного полуфабриката, что возможно с помощью компьютерного анализа в программах на подобии QForm [2-7], в основе которых лежит метод конечных элементов.



Рисунок 1 – Деталь, полученная обратным выдавливанием

Моделирование проводилось в программе QForm, в которой алюминиевую (АД0) заготовку в виде цилиндрического тела деформировали в матрице с помощью пуансона, имеющего рабочий бортик высотой 10 мм. Так толщина стенки готового изделия после операции составляла 3 мм, а толщина дна – 4 мм.

Моделирование проводилось с целью получить данные о повреждаемости материала, что позволяет оценить уровень трещинообразования по критерию Корофт-Лотам и качество изделия.

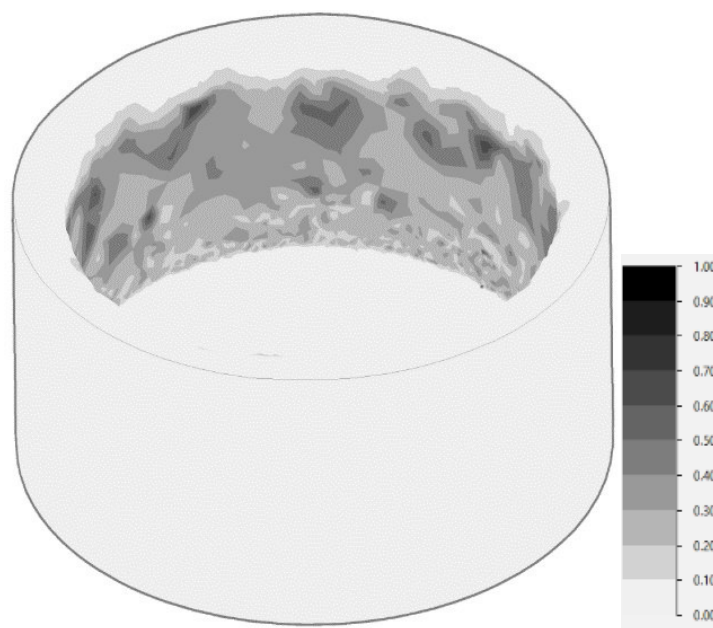


Рисунок 2 – Повреждаемость

В данном случае повреждаемость имеет место только на внутренней поверхности формируемого стакана, на внутренней поверхности стенки, в остальных зонах повреждаемость составляет 0. Наибольшая повреждаемость составляет 0,6, что является высокой отметкой и такие детали нельзя использовать, как изделия ответственного назначения, испытывающие большие внутренние или наружные давления, а также разнообразные виды повышенных нагрузок.

Также была проведена оценка вероятности образования дефектов (рис. 3).

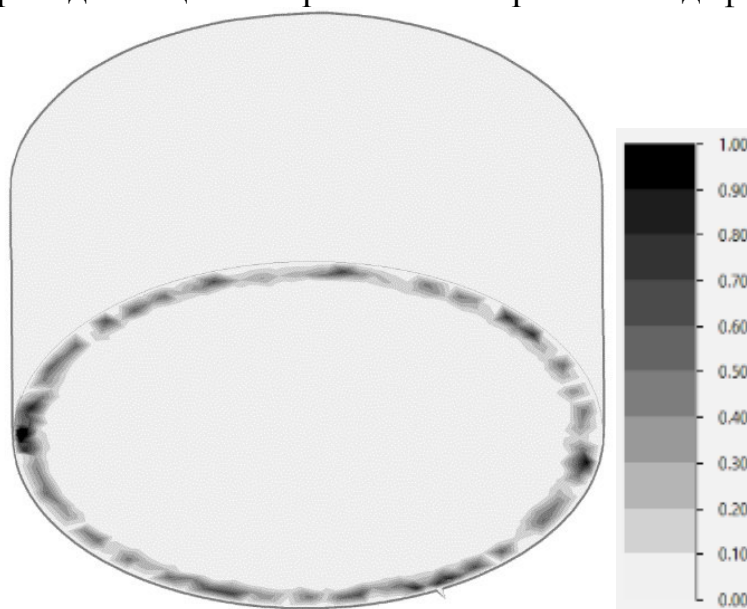


Рисунок 3 – Вероятность дефектообразования

Исходя из результатов моделирования вероятность образования дефектов присутствует только на дне стакана и достигает 1, что свидетельствует о том, что вероятность максимальная и почти наверняка в данной области произойдет

дефект, однако область небольшая и ее глубина также составляет небольшую величину, что позволит убрать образующийся дефект с помощью шлифования.

Таким образом было проведено исследования, результатом которого послужили данные о том, какое качество изделия, выраженное в повреждаемости материала и вероятности образования дефектов, будет после ее изготовления.

### **Список использованных источников**

1. Каркач, Л.В. Исследование процесса обратного выдавливания // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 9. – С. 356-358.

2. Яковлев, С.С. Анализ напряженно-деформированного состояния при получении ребер на внешней поверхности оболочки // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 октября 2022 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 331-334.

3. Прогноз структурного состояния и свойств прессованных алюминиевых полуфабрикатов с использованием САПР-системы QForm / А.Э. Габидуллин, А.В. Овчинников, В.П. Алпатов, Т.А. Черноглазова // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2009. – № 3. – С. 52-55.

4. Вобликов, Г.А. Анализ температур при проведении операции отбортовки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 9. – С. 333-335.

5. Матыкова, Е.А. Моделирование технологического процесса штамповки поковки «коленчатый вал» в программном комплексе QForm 3D // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2008. – № 7. – С. 5.

6. Ларин, С. Н., Яковлев С. С., Хрычев И. С. Получение изделий с наружными ребрами пластическим деформированием // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 534-537.

7. Оптимизация процесса горячей объемной штамповки путем моделирования в программном комплексе QFORM / А.К. Шмаков, А.В. Колесников, Н.В. Максименко, А.С. Станиславчик // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4. – С. 28-31.

## **QUALITY ANALYSIS OF FORGING PRODUCTS**

**A.I. Gasanov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

With the help of software products for the analysis of metal forming processes, a study of the quality of a semi-finished product such as a glass is carried out when it is obtained using reverse extrusion. An image of the part and the distribution of material damage is given.

**Key words:** pressure treatment, stamping, casting, quality, computer simulation



## АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ОБРАТНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

А.И. Гасанов

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

За счет компьютерного исследования процесса обратного выдавливания при формировании детали типа стакан была проведена оценка напряженного и деформированного состояния в полуфабрикате. Приведены и оценены схемы распределения интенсивности напряжений и интенсивности деформаций по объему детали.

**Ключевые слова:** обработка давлением, штамповка, программное обеспечение, обратное выдавливание, напряжения, деформации

Штамповочное производство позволяет быстро получать качественные металлические изделия при помощи пластического изменения формы [1]. Выделяют 2 большие группы методов штамповки: объемная и листовая. При использовании каждого из методов возможно получение разных по форме изделий, однако существуют детали, которые можно получить как с помощью листовой, так и с помощью объёмной штамповки. Например, деталь типа стакан можно получить с помощью операции вытяжки, а можно при использовании обратного выдавливания. Поэтому в данной работе рассматривается объемная штамповка, также это связано с тем, что процессы вытяжки изучены весьма широко.

Для исследования процессов обработки металлов давлением существует большое число различных программ и программных комплексов [2-3], однако наиболее широкий функционал и возможности воплощены в программе QForm [4-7], в которой и будет проведено дальнейшее исследование напряженного и деформированного состояния.

Оценка проводится при обратном выдавливании цилиндрической заготовки с целью получения осесимметричной детали тела вращения типа стакан, у которого толщина дна составляет 4 мм, а стенки – 3 мм. Такую деталь можно изготовить и с помощью листовой штамповки, однако в данной работе оценивается возможность использования обратного выдавливания для получения требуемой формы детали из алюминиевого сплава АД0.

Так были рассмотрены при моделировании интенсивности напряжений (рис. 1).

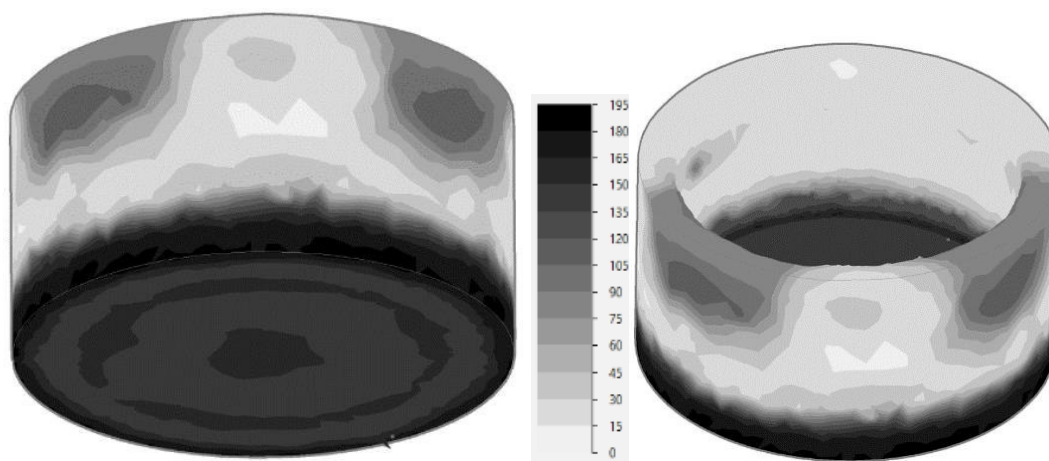


Рисунок 1 – Интенсивность напряжений

Исследование показало, что наибольшие напряжения встречаются в донной части изделия и достигают 195 МПа. В верхней части детали наибольшая интенсивность напряжений составляет примерно 120 МПа.

Также были исследованы интенсивности деформаций (рис. 2).

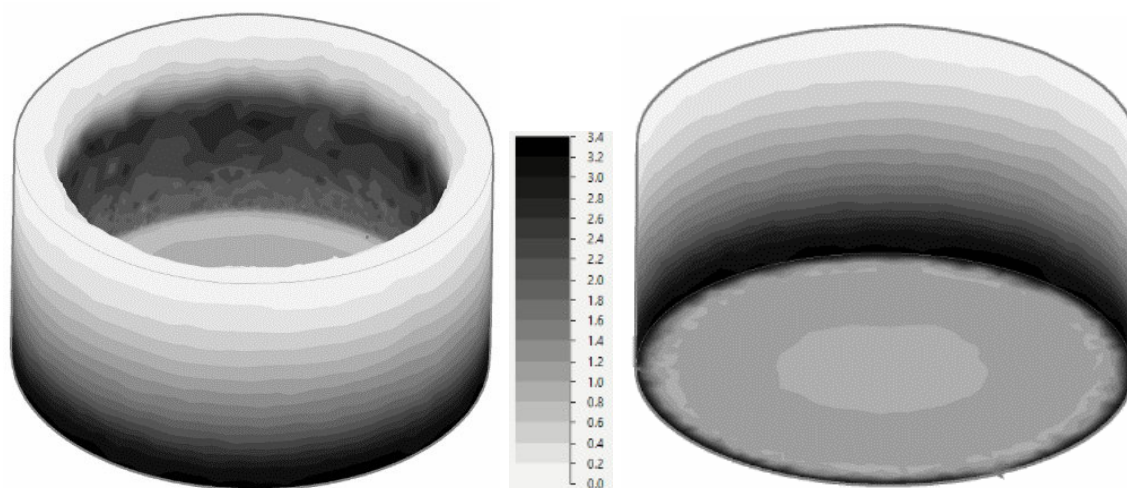


Рисунок 2 – Интенсивность деформаций

Как и в случае с напряжениями, максимальные деформации наблюдаются в краевой части дна, и достигают более 3,4. При этом заметно плавное уменьшение интенсивностей деформаций в стенке от дна до края стенки. Во внутренней же части, то есть на внешней поверхности внутренней стенки деформации наибольшие ближе к середине высоты стенки. Таким образом, проведено исследование напряженного и деформированного состояния, что позволит в дальнейшем провести прямое сравнение данного процесса с операцией вытяжки.

### Список использованных источников.

1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./ Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. – 592 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682820 Российская Федерация. Программа для определения технологических параметров операции отбортовки: № 2022681911: заявл. 16.11.2022: опубл. 28.11.2022 / А.А. Пасынков, С.С. Яковлев, И. В. Гребенщиков, И. С. Хрычев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет».
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022680086 Российская Федерация. Программа для расчета коэффициента используемого материала при вырубке: № 2022669424: заявл. 18.10.2022: опубл. 27.10.2022 / Б. С. Яковлев, С. С. Яковлев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет».
4. Платонов, В.И. К расчету напряжений при раздаче в условиях вязкопластичности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 8. – С. 497-500.
5. Грибачев, Я.В. Исследование напряженно-деформированного состояния при комбинированном выдавливании латунной заготовки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 9. – С. 354-356.
6. Завражнова, А.Н., Леняшин В.Б. Моделирование по стадиям процесса горячей открытой штамповки осесимметричной поковки в программе QFORM // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Машиностроение. – 2009. – № 27. – С. 65-73.
7. Пасынков, А.А., Яковлев Б.С. Горячий обжим крупногабаритных трубных заготовок // Научные технологии в машиностроении. – 2021. – № 12(126). – С. 7-11.

### ANALYSIS OF THE STRESS AND STRAIN STATE DURING BACK-EXTRACTION

**A.I. Gasanov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

Due to the computer study of the process of reverse extrusion during the formation of a part of the glass type, an assessment of the stressed and deformed state in the semi-finished product was carried out. Schemes of distribution of stress intensity and strain intensity over the volume of the part are presented and evaluated.

**Key words:** forming, stamping, software, reverse extrusion, stresses, deformations

## МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ДАТЧИКИ НА ИХ ОСНОВЕ

С.А. Голосовский

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи нано и микроэлектромеханических систем (НЭМС и МЭМС). Описаны способы применения данной технологии; История возникновения датчиков, изготовленных по технологии MEMS. Рассмотрены несколько основных категорий датчиков.

**Ключевые слова:** датчики, технология MEMS, микросистемы, наносистемы, электронные системы

Нано и микроэлектромеханические системы (НЭМС и МЭМС) в настоящее время переживают период бурного развития, который во многом будет определять вектор технического прогресса в области нано- и микросистемной техники в ближайшем будущем. Нанотехнологии являются фактором, непосредственно определяющим качественные стороны электронных, механических, а также оптоэлектромеханических элементов сложнофункциональных систем [1].

Наиболее значительные результаты по изготовлению МЭМС, НЭМС и МОЭМС (НЭМС и МОЭМС – наноэлектромеханические системы и микрооптоэлектромеханические системы) достигнуты благодаря различным нано- и микроэлектронным технологиям, технологиям интегральной оптики, а также успешно развиваемым технологиям капсулирования, трехмерной сборки, высокоплотной интеграции с использованием различных новых материалов и новых технологических процессов [2].

Современные микроэлектронные системы развиваются стремительными темпами и могут состоять из множества сложнофункциональных блоков, содержащих электронные, оптические, микромеханические приборы и подсистемы, которые обеспечивают выделение и преобразование необходимой информации, что дает в итоге расширенные интеллектуальные возможности системы в сочетании с ее малыми массогабаритными показателями. Это, в свою очередь, позволяет расширить области применения таких систем [3].

Сочетание механических структур и электронных схем позволяет измерять множество различных неэлектрических величин с помощью небольших по

размеру и относительно недорогих устройств. Распространение такого типа решений стало одним из источников успеха мобильных устройств и продуктов IoT (интернет вещей). Появление недорогой и малогабаритной альтернативы традиционным датчикам позволило привнести во многие продукты совершенно новые возможности, способствуя популяризации решений в области, например, дополненной реальности. Сегодня сложно представить смартфон без функционала акселерометра или компаса, или смарт-браслет или смарт-часы без возможности подсчета шагов или обнаружения движения. А ведь все эти решения были бы невозможны без датчиков, изготовленных по технологии MEMS.

Термин МЭМС относится к миниатюрным электромеханическим устройствам. Это системы, сочетающие в себе как механические, так и электронные элементы, выполненные в миниатюрном масштабе. История этой технологии восходит к 1960-м годам, но она не была коммерциализирована до 1980-х. Одной из первых МЭМС-систем, концептуально схожих с современными датчиками, был акселерометр, разработанный в Стэнфордском университете в 1979 году. Но значительную популярность эти модули получили лишь десятилетие спустя, в 1990-х годах [4].

Каждая МЭМС-система состоит как минимум из двух групп элементов: электронной схемы и механической конструкции. Элементы из обеих групп изготавливаются путем соответствующего формования кремния или другого полупроводникового материала – схемы с использованием классической техники изготовления интегральных микросхем, а механические конструкции – с помощью передовых методов формования полупроводникового материала. Все это обычно размещают на отдельных основаниях, объединяя все вместе в одном корпусе.

К типичным и наиболее популярным типам механических структур реализованных в МЭМС-системах, относятся мембраны, пружины или рычаги. Механический элемент вовсе не обязательно должен быть подвижным и обычно является только макроэквивалентом аналогичного элемента. Миниатюрные датчики часто характеризуются гораздо лучшими параметрами чем их макро аналоги, и почти всегда значительно дешевле – интеграция процесса изготовления механических систем с технологией изготовления интегральных микросхем резко снижает себестоимость всего устройства [5].

Практически в каждой отрасли связанной с измерением различных видов физических величин и контролем окружающей среды, можно встретить системы содержащие элементы, выполненные по технологии МЭМС.

**Все эти типы датчиков можно условно разделить на 4 категории:**

1. инерциальные датчики и датчики относящиеся ко всем видам движения,
2. датчики контролирующие состояние окружающей среды,

3. датчики содержащие оптические элементы,
4. системы BioMEMS связанные с переработкой органических веществ.

В каждой из этих групп можно разместить десяток других различных типов датчиков. Возможности технологии МЭМС применительно к каждой из упомянутых областей измерения будут рассмотрены ниже.

### **Список использованных источников**

1. Belozubov, E.M., Vasil'ev V.A., Izmailov D.A. Effect of thermal shock on a membrane-type transducer // Measurement Techniques. – USA, New York: Springer, 2009. – V. 52. – № 2. – P. 155-160 с.
2. Belozubov, E.M., Vasil'ev V.A., Gromkov N.V. Minimization of the effect of temperature on thin-film nano- and microelectromechanical systems and pressure sensors based on them // Measurement Techniques. – USA, New York: Springer, 2009. – V. 52. – № 8. – P. 853-858.
3. Belozubov, E.M., Vasil'ev V.A., Gromkov N.V. Thin-film nano- and microelectromechanical systems – the basis of contemporary and future pressure sensors for rocket and aviation engineering// Measurement Techniques. – USA, New York: Springer, 2009. – V. 52. – № 7. – P. 739-744.
4. Громков, Н.В. Интегрирующие развёртывающие преобразователи параметров датчиков систем измерения, контроля и управления: Монография / Громков Н. В. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2009. – 244 с.
5. Васильев, В.А., Громков Н.В. Устройство для измерения давления на основе нано- и микроэлектромеханической системы с частотным выходным сигналом. Патент РФ № 2398196 от 27.08.2010 г.

## **MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS AND SENSORS BASED ON THEM**

**S.A. Golosovsky**

*Donskoy State Technical University,  
Rostov-on-don, Russia*

The article reveals the essence and tasks of nano and microelectromechanical systems (NEMS and MEMS). The methods of application of this technology are described; The history of the emergence of sensors manufactured using MEMS technology. Several main categories of sensors are considered.

**Keywords:** sensors, MEMS technology, microsystems, nanosystems, electronic systems

## УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: СВОЙСТВА, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.А. Голосовский

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи углеродных нанотрубок. Описаны их физические и химические свойства. Рассмотрены области применения данного вещества. Приведены способы получения углеродных нанотрубок.

**Ключевые слова:** углеродные нанотрубки, углерод, свойства, carbon nanotube, technology, properties

Углеродные нанотрубки – интригующий аллотроп углерода. У них есть множество уникальных, никогда не встречавшихся ранее свойств. Например, они могут быть плотными и сильными, будучи тоньше человеческого волоса. Углеродная нанотрубка представляет собой чрезвычайно маленькую цилиндрическую структуру, изготовленную из графена. Графен представляет собой один слой атомов углерода, плотно связанных в двумерной гексагональной решетке. Они могут быть изготовлены различной длины в соответствии с требованиями. Эти конструкции невероятно легкие, стабильные и обладают потенциалом для разработки удивительных материалов будущего. На самом деле, они считаются лучшим кандидатом на материал для строительства космического лифта. Углеродные нанотрубки могут быть классифицированы на основе их структуры [1].

1) Одностенные нанотрубки (ОСНТ): имеют диаметры в диапазоне один нанометр. Они являются одним из углеродных аллотропов, промежуточных между плоскими графеновыми и фуллереновыми клетками. 2) Многостенные нанотрубки (MWNT): состоит из нескольких концентрически связанных углеродных нанотрубок. Они могут быть длиной в несколько микрометров (или даже миллиметров) с диаметром более 100 нанометров. Обе структуры имеют различные характеристики, которые делают эти нанотрубки подходящими для различных применений. [2]

Свойства и преимущества углеродных нанотрубок:

– обладают адсорбционными свойствами. Могут хранить в себе различные газы, например, водород. Попав внутрь атомы и молекулы уже не могут выйти наружу, т.к. концы трубки запаиваются, а пройти через графеновые плоскости цилиндра они не могут, т.к. углеродные решетки слишком узки для большинства атомов,

– обладают капиллярным эффектом. Углеродные нанотрубки открытым концом втягивают в себя жидкие вещества и расплавленные металлы,

– улучшение эксплуатационных характеристик других материалов при добавлении в их структуру,

– высокая прочность. Углеродные нанотрубки прочнее лучших марок стали в 50-100 раз,

– имеют в шесть раз меньшую плотность, чем обыкновенная сталь. Это означает, что материалы на основе углеродных нанотрубок при одинаковом объеме будут в десятки раз прочнее. Нанокабель длиной от Земли до Луны, состоящий из одной углеродной нанотрубки, можно намотать на катушку размером с маковое зернышко,

– модуль Юнга у углеродных нанотрубок вдвое выше, чем у обычных углеродных волокон,

– небольшая нить из углеродных нанотрубок диаметром 1 мм выдерживает груз весом 20 тонн, что в сотни миллиардов раз больше ее собственной массы,

– высокая огнестойкость,

– рекордно высокая удельная поверхность – до  $2\,600\text{ м}^2/\text{г}$ ,

– высокая гибкость. Их можно растягивать, сжимать, скручивать и пр., не опасаясь при этом повредить их каким-либо образом. Они напоминают жесткие резиновые трубки, которые не рвутся и не ломаются при различных механических нагрузках. Однако под действием механических напряжений, превышающих критические, нанотрубки не только не рвутся и не ломаются, а просто перестраиваются, сохраняя при этом высокую прочность, гибкость, прочие механические и электрические свойства,

– высокая устойчивость к изнашиваемости. Многократная деформация (тысячи и десятки тысяч циклов скручивания/раскручивания, сжатия/растяжения в минуту) нанотрубок никак не влияет на их прочность, на их электро- и теплопроводность. Какие-либо признаки деформации либо износа при этом отсутствуют,

– повышенная электро- и теплопроводность. Проводимость меди, как лучшего металлического проводника таблицы Д.И. Менделеева, в 1000 раз хуже, чем у углеродных нанотрубок. При этом, электропроводность трубок зависит от индекса хиральности. В одних случаях нанотрубки могут быть полупроводниками, в других проявлять свойства практически идеальных проводников. В последнем случае через нанотрубки можно пропускать электрический ток величиной  $10^7\text{ А/см}^2$  и при этом они не будут выделять тепло (в то время как обычный проводник из меди сразу бы испарился),

– взаимная связь между электрическими и механическими свойствами,

– токсичность и канцерогенность, аналогичная асбестовым волокнам. Вместе с тем токсичность и канцерогенность нанотрубок (как и волокон асбеста) весьма различна и зависит от диаметра и типа волокон. На сегодняшний день продолжаются исследования по вопросу биологической совместимости нанотрубок с живыми организмами. Во всяком случае при работе с нанотрубками следует соблюдать меры безопасности, и в первую очередь обеспечить защиты органов дыхания и органов пищеварения,



- проявляют мемристорный эффект,
- занимают промежуточное положение между кристаллами и отдельными атомами. Поэтому применение углеродных нанотрубок будет способствовать миниатюризации устройств,
- с помощью углеродных нанотрубок можно создавать полупроводниковые гетероструктуры, т.е. структуры типа «металл/полупроводник» или стык двух разных полупроводников,
- обладая повышенной теплопроводностью, эффективно рассеивают тепло,
- ловят радиоволны частотой от 40 до 400 МГц (обычные АМ и FM волны), а затем усиливают и передают их,
- гидрофобны. Отталкивают воду [3].

Углеродные нанотрубки могут быть изготовлены несколькими способами. Три наиболее распространенными процедурами являются разряд, лазерная абляция и химическое осаждение из паровой фазы. Дуговой разряд - это традиционная технология, в которой углеродные нанотрубки получают дуговым испарением двух углеродных стержней, расположенных вплотную. [4] Эти нанотрубки затем изолируются от пара и сажи. При лазерной абляции для испарения графита используются инертный газ и пульсирующий лазер (при высоких температурах). Углеродные нанотрубки затем извлекаются из паров, которые обычно требуют дальнейшей очистки. Процесс химического осаждения из паровой фазы дает возможность массового производства нанотрубок в более легко контролируемых условиях и при меньших затратах. Таким образом, в настоящее время это самый популярный метод синтеза углеродных нанотрубок. В этом процессе производители объединяют углеродсодержащие реакционные газы (такие, как окись углерода или водород) с металлическими катализаторами (такими как железо), чтобы получить нанотрубки на катализаторе внутри высокотемпературной печи. Процесс может быть либо плазменным, либо чисто каталитическим. Последнее требует более высоких температур (до 750 ° C), чем процесс с плазменной поддержкой (200-500 ° C). Во всех этих трех методах конечные продукты должны быть дополнительно очищены с использованием различных методов, таких как обработка ультразвуком или кислотой [5].

#### **Список использованных источников**

1. Фиалков, А.С. Формирование структуры и свойства углеграфитовых материалов. – Москва: Металлургия, 1965. – 288 с.
2. Фиалков, А.С. Углеграфитовые материалы. – Москва: Энергия, 1979. – 319 с.
3. Тарасевич, Ю. Электрохимия углеродных материалов. – Москва: Наука, 1984
4. Шварцман, А.С., Фиалков А.С. О химической природе технического углерода // Журнал прикладной химии. – 1987. – Т. 60. – № 7. – С. 1559-1563.

5. Варенцов, В.К., Варенцова В.И. Электролиз в растворах электролитов – эффективный способ модификации углеродных волокнистых материалов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – Т. 8. – № 3. – С. 353-362.

6. Вигдорович, В.И., Цыганкова Л.Е., Алексашина Е.В., Гладышева И.Е. Кинетика катодного выделения водорода на микрографите, наполненном углеродными нанотрубками // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 1. – С. 8-14.

## **CARBON NANOTUBES: PROPERTIES, PRODUCTION AND PROSPECTS OF USE**

**S.A. Golosovsky**

*Donskoy State Technical University,  
Rostov-on-don, Russia*

The article reveals the essence and tasks of carbon nanotubes. Their physical and chemical properties are described. The fields of application of this substance are considered. The methods of obtaining carbon nanotubes are given.

**Keywords:** carbon nanotubes, carbon, properties, carbon nanotube, technology, properties

**УДК 629.113**

## **МЕТОДИКА ВЫБОРА МОТОР-КОЛЕСА С КОМБИНИРОВАННОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**А.В. Гордюшкин, А.П. Жук**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

Предложена методика выбора мотор-колеса исходя из рассчитанной мощности двигателя. Разработана кинематическая схема модуля.

**Ключевые слова:** комбинированная силовая установка, мотор-колесо, электропривод, скоростная диаграмма, нагрузочная диаграмма.

Комбинированная силовая установка, состоит из ДВС и мотор-колеса, работающего в городском цикле вместо ДВС. Мотор-колесо планируется устанавливать взамен заднего колеса транспортного средства

Основное назначение двигателя этого типа – бесперебойная работа в различных режимах нагрузки, обеспечивающая движение транспортных средств, на которых он будет установлен.

Тягово–тормозной модуль – это экономичный модуль, основанный на системе “двигатель – двигатель внутреннего сгорания”, который работает как на топливе, так и на аккумуляторе. Основным преимуществом этого модуля является снижение расхода топлива и вредных выбросов.

Принцип заключается в том, что двигатель, работающий на обычном топливе, приводит в действие электрический генератор, и через систему управления количество электроэнергии передается на электродвигатель, приводящий в движение транспортное средство.

При оценке целесообразности использования конкретной конструкции комбинированной электроустановки необходимо учитывать циклы движения.

Для оценки характеристик комбинированной электрической установки необходимо учитывать расход топлива (л/100 км). Комбинированная электрическая система, построенная по последовательной схеме, предпочтительнее для городского транспорта. В этом случае расход топлива составляет от 65 до 70 % от расхода топлива мотор – колеса с ДВС.

ДВС – генераторную установку обычно устанавливается спереди или сзади и очень редко устанавливается внутри основания. Тяговый аккумулятор и тяговый конденсатор расположены в центре автомобиля, при этом в качестве привода колес используются один бесщеточный тяговый двигатель и один безредукторный электродвигатель.

Благодаря колесному двигателю необходимо обеспечить линейную скорость  $V$  км /ч при диаметре колеса  $D_{кс}$ . Исходя из этого, кинематическая схема транспортного средства, состоящая из двигателя внутреннего сгорания 1, автоматической коробки переключения передач 2, гидравлической муфты 3, цепной передачи 4, мотор-колеса 5, выглядит так, как показано на рисунке 1.1.

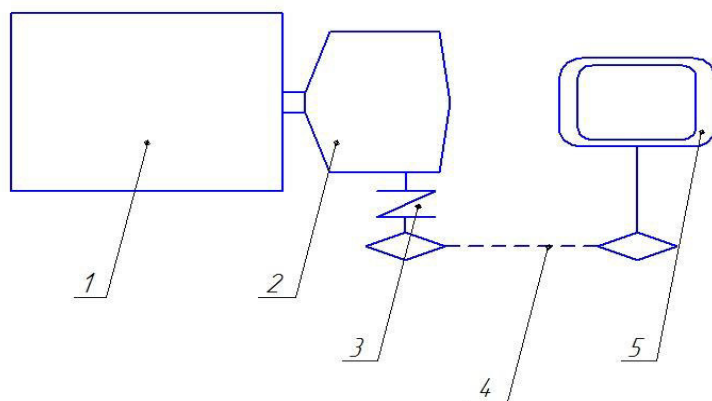


Рисунок 1 – Кинематическая схема модуля

Передаточное число механической передачи транспортного средства определяется по формуле:

$$j = 0,1885 \cdot Dk \cdot \frac{n_{\max}}{V_{\max}}, \quad (2.1)$$

где  $D_K$ —диаметр колеса, принимаем м;

$n_{\max}$  — максимальная частота вращения тягового двигателя, мин-1;

$V_{\max}$  — максимальная конструктивная скорость мотор-колеса на мотоцикле составляет км/ч.

Электрические трансмиссии оснащены двумя бесступенчатыми преобразователями энергии - генератором и двигателем, что позволяет изменять силовые составляющие в соотношении 1:20 и больше. Это главное преимущество электропередат, которое в сочетании с высокой надежностью определяет их практическое применение.

В принципе, возможны три типа электрических передач: постоянный ток, переменный ток и переменный ток-постоянный ток.

Генератор постоянного тока обычно используется для питания приводных двигателей постоянного тока от колесных двигателей.

В асинхронных тяговых двигателях возможны три варианта преобразователя частоты:

1) один общий преобразователь для всех двигателей;

2) несколько преобразователей частоты подключены к общим шинам, к подключен к отдельному преобразователю частоты.

Схема работы электропривода сцепного устройства с прицепом показана на рисунке 1.2. Секция питания состоит из аккумулятора и преобразователя, который состоит из соединения постоянного тока и трехфазного инвертора.

На инвертор подается постоянное сетевое напряжение, после чего транзисторный инвертор преобразует постоянное напряжение через ШИМ в трехфазное переменное напряжение переменной частоты с использованием широтно-импульсной модуляции. Транзисторы обеспечивают высокую скорость переключения(на несущей частоте 10кГц).

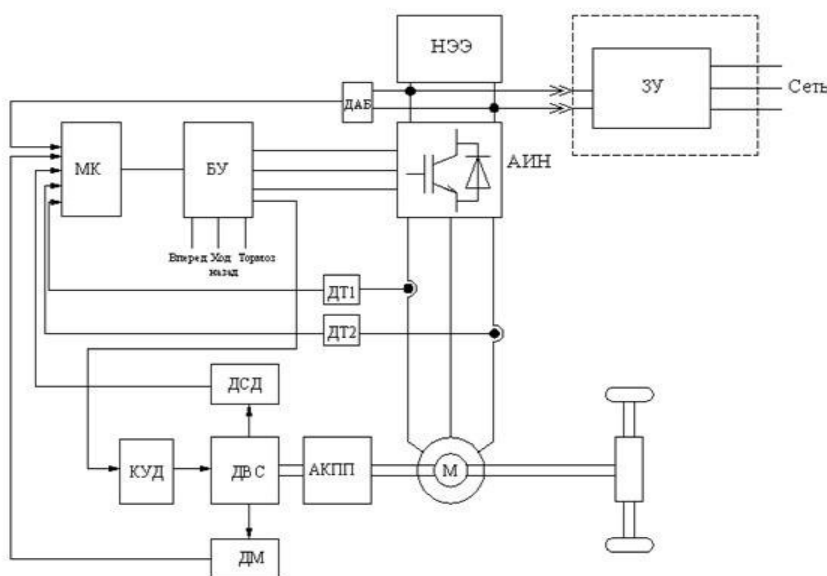


Рисунок 2 – Схема модульного привода

Предполагается, что будет использоваться обратная связь по току (датчики тока). Данные обратной связи передаются на микроконтроллер, где они об-

работываются, и в соответствии с программой сигнал передается на блок управления, который, в свою очередь, управляет кнопками преобразователя.

- Автономный Инвертор Напряжения;
- Мотор-колесо;
- Датчики Тока;
- Микроконтроллер;
- Блок Управления;
- Двигатель Внутреннего Сгорания;
- Зарядное Устройство;
- датчик АКБ;
- Датчик Моментa;
- Датчик Скорости Двигателя.

Переключение режимов мотор-колесо или двигатель осуществляется непосредственно водителем ТС. Рукоятка акселератора предусмотрена для управления как двигателем так и мотор колесом, за счет имеющегося в ней реостата.

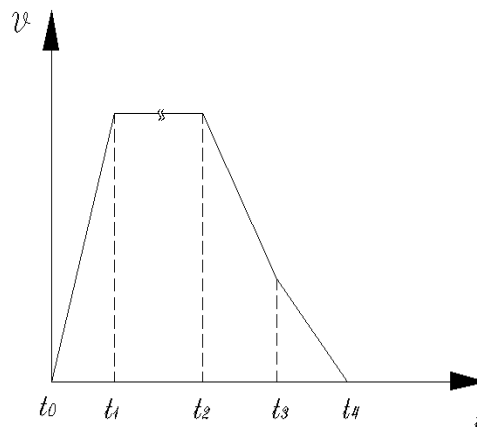


Рисунок 3 – Скоростная диаграмма

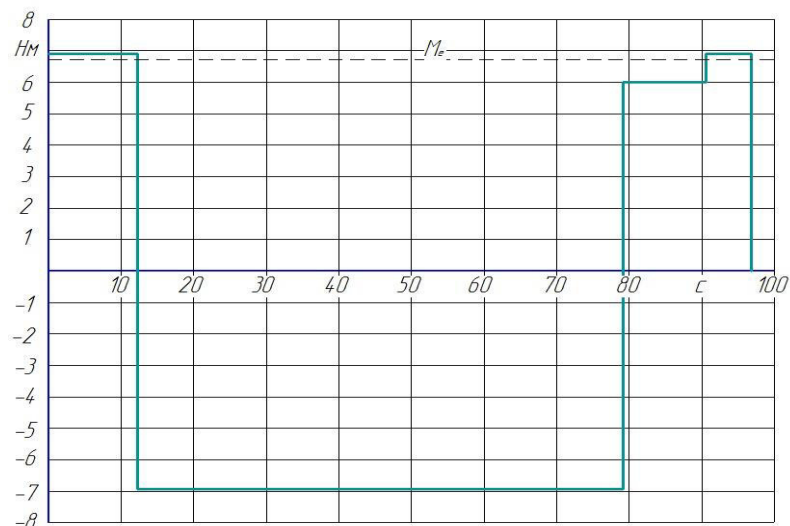


Рисунок 4 – Нагрузочная диаграмма для участка движения протяженностью 1000 м.

Мы используем метод эквивалентных моментов для выбора мощности мотоцикла, а затем, определив параметры двигателя, мы уточним результаты, полученные методом эквивалентных потерь

Мы определяем статический эквивалентный крутящий момент для двигателя, работающего в длительном цикле с переменной нагрузкой, по формуле:

$$M_{сэ} = \sqrt{\frac{1}{t_u} \sum_{i=1}^n M_{ci}^2 t_i}, \quad (2.27)$$

где  $M_{ci}$  – статический момент на  $i$ -ом интервале нагрузочной диаграммы механизма;

$t_i$  – продолжительность  $i$ -го интервала;

$t_u$  – время цикла;

$n$  – число интервалов.

Время цикла определим как сумму времен участков движения, времен стоянок на остановочных пунктах. Примем время стоянки на остановочном пункте  $t_{ост}=30$ с, время стоянки на конечном пункте  $t_{кон}=20$ мин=1200 с. Тогда время цикла определим как:

$$t_u = 2 \cdot t'_1 + 2 \cdot t'_3 + t'_4 + 10 \cdot t_{ост} + t_{кон}, \quad (2.28)$$

где  $t'_i$  – полное время движения на  $i$ -ом участке.

Определим мощность двигателя по формуле:

$$P_{расч} = \frac{k \cdot M_{сэ} \cdot \omega_{расч}}{n}, \quad (2.29)$$

где  $k$  – коэффициент запаса мощности, принимаем значение  $k=2$ ;

$\omega_{расч}$  – угловая скорость двигателя, определим по формуле:

$$\omega_{расч} = \frac{V_{ном}}{R_k} j,$$

Исходя из рассчитанной мощности, выберем [24] мотор-колесо

Анализ результатов математического моделирования подтвердил целесообразность и возможность широкого использования тягового тормозного модуля в эксплуатации мотоцикла. Такой модуль позволяет снизить расход топлива мотоцикла в городских условиях. Сократить выбросы выхлопных газов.

### Список использованных источников

1. Конструкция и расчет электромотор-колес, А.И. Яковлев. – Москва: «Машиностроение», 1970 – 240 с.
2. Ютт, В.Е. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В.Е. Ютт, В.И. Строганов. – Москва: МАДИ, 2016 – 108 с.

# METHODOLOGY FOR SELECTING A MOTOR-WHEEL WITH A COMBINED POWER UNIT FOR VEHICLES

A.V. Gordyushkin, A.P. Zhuk

*Penza State University,  
Penza, Russia*

A technique for choosing a motor-wheel based on the calculated engine power is proposed. The kinematic scheme of the module has been developed.

**Key words:** combined power plant, motor-wheel, electric drive, speed diagram, load diagram

УДК 621.983

## К ВОПРОСУ О ШТАМПОВКЕ ЦЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ФЛАНЦЕМ

И.В. Гребенщиков

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В работе рассматривается вопрос о том, возможно ли изготовить цельное металлическое изделие с фланцем с помощью высадки. Исследование осуществляется с помощью моделирования в программных комплексах. Проводится оценка силовых режимов и интенсивностей деформаций при штамповке детали при разных температурах. Делаются выводы о том, какой из режимов лучше использовать.

**Ключевые слова:** обработка давлением, штамповка, высадка, технологическая сила, компьютерное моделирование

Объемной штамповкой возможно получение как простых деталей, так и изделий со сложной формой, что позволяет расширять технологические возможности этой группы методом. Объемной штамповкой получение простых по форме деталей возможно, при этом данный процесс является относительно простым. В частности, получение осесимметричных тел вращения, например, изделий типа втулка возможно получить при помощи операции высадки фланцевой части. Такая операция может проводиться при холодном и горячем температурном режимах, поэтому для изготовления детали требуется определить правильную температуру штамповки. Рассмотрим получения детали из алюми-

ниевое сплава Д16, для которого температура горячей деформации составляет 500 градусов по Цельсию. Поэтому в работе будут оценены формоизменения при 500 и 20 градусах с целью их сравнения. Анализ будет проводиться по усилию штамповки, а также по интенсивностям деформаций.

Исследование будет проведено с использованием передовых методов анализа процессов обработки давлением металлов [1-7] - в программном комплексе QForm. Где были получены графики технологической силы штамповки (рис. 1)

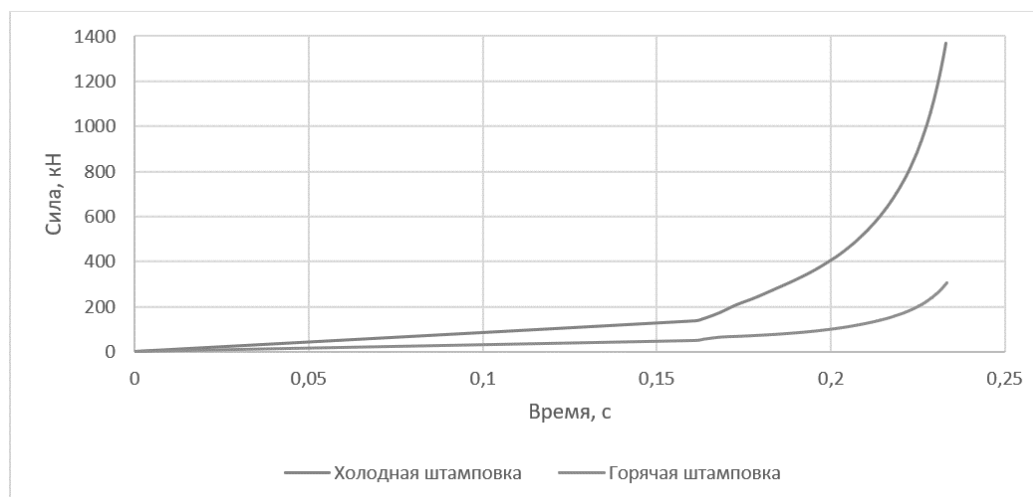


Рисунок 1 – График технологической силы

Анализ графика показал, что для разных температур характер изменения кривых одинаков и с течением времени увеличивается сила. Для холодной штамповки характерна меньшая величины силы, так пиковые усилия отличаются более чем на 80 %.

Также была проведена оценка интенсивностей деформаций (рис. 2).







б)

Рисунок 2 – Распределение интенсивностей деформаций

Для рассматриваемых случаев, при разных температурах, интенсивности деформаций имеют одинаковый характер распределения. Максимальные величины также одинаковы, что свидетельствует о том, что температура штамповки никак не влияет на интенсивности деформаций.

По результатам исследований можно сделать выводы о том, что по величинам усилия в данном случае лучше применять горячую высадку для получения такой детали, однако это предварительный вывод и в дальнейшем требуется оценка напряженного состояния, качества изделия по размерным характеристикам, повреждаемости, вероятности образования дефектов.

#### Список использованных источников.

1. Zinger A. A., Zhakupov A. N., Bogomolov A. V. Predicting steel mechanical properties using computer modeling in Deform 3D // Science and Technology of Kazakhstan. – 2022. – No. 1. – P. 71-80.
2. Шитиков А. А. Моделирование процесса штамповки жаропрочных никелевых сплавов в твердотелом состоянии в программном комплексе DEFORM 3D // Международная научно-практическая конференция «Инженерные системы - 2011» / Под общей редакцией С.Н. Кривошапко. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2011. – С. 26-27.
3. Горохов, Ю.В., Губанов И.Ю., Солопко И.В. Моделирование процесса непрерывного прессования Конформ в программном комплексе DEFORM-3D // Международная научно-практическая конференция «Инженерные системы - 2011» / Под общей редакцией С.Н. Кривошапко. Москва: Российский университет дружбы народов, 2011. – С. 28-29.
4. Пасынков, А.А., Чекмазов Н.М., Матченко Н.М. Прямое выдавливание трубной заготовки в матрицу с плоской рабочей поверхностью // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 9. – С. 343-347.
5. Кухарь, В.Д., Яковлев С.С. Анализ напряженно-деформированного состояния при продольном наружном рифлении // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 10. – С. 371-374.

6. Pasyнков, A.A., Larin S.N., Gurova O.Y. Investigation of the combined process of isothermal crimping with a set of thickenings at the ends of pipe blanks // Journal of Physics: Conference Series : 5, Omsk, 16–17 марта 2021 года. Omsk, 2021. P. 012094.

7. Алексеев, А.В. Исследование напряжений и деформаций получения детали методами объемной штамповки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 531-534.

## **ON THE QUESTION OF FORGING SOLID METAL PRODUCTS WITH A FLANGE**

**I.V. Grebenschickov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The paper considers the question of whether it is possible to manufacture a solid metal product with a flange using upsetting. The study is carried out with the help of modeling in software systems. The force regimes and strain intensities are evaluated during the stamping of a part at different temperatures. Conclusions are drawn about which of the modes is better to use.

**Key words:** forming, punching, upsetting, technological force, computer simulation

**УДК 656.7.08**

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ FF-ICE ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ**

**Е.С. Грищенко, Ю.А. Чурбанова**

*Ульяновский институт гражданской авиации,  
г. Ульяновск, Россия*

В статье рассматриваются возможности для совместного использования воздушного пространства и обеспечения безопасности полетов, развитие глобальной системы ОрВД FF-ICE и ее принципы.

**Ключевые слова:** FF-ICE, система ОрВД, безопасность полётов

Вопрос обеспечения безопасности полетов остается по-прежнему актуальным в современных условиях. Существующая в России система обеспе-

ния безопасности полётов воздушных судов гражданской авиации представляет собой сложную и многоуровневую структуру [4, 6].

К 2028-30 году глобальная концепция ОРВД предусматривает создание интегрированной, согласованной и глобально совместимой системы для всех пользователей на всех этапах полета. Цель состоит в том, чтобы повысить гибкость пользователей и максимально повысить эффективность работы при одновременном увеличении пропускной способности системы и повышении уровня безопасности в будущей системе ОРВД. Проблема заключается в том, что современные требования пока не готовы к глобальному появлению системы, так как отсутствуют механизмы управления информацией. К сожалению, чтобы переходить к FF-ICE, на данный момент нет достаточного количества квалифицированных сотрудников, чтобы работать с новой системой. Мгновенное внедрение данной системы не сможет обеспечить максимальную безопасность полётов.

Существующая система, включая процесс планирования полетов, имеет много ограничений. FF-ICE стремится создать условия для устранения этих ограничений и содействия таким улучшениям, как:

- снижение зависимости от голосовой радиосвязи для воздушных/ наземных линий связи
- расширение совместного планирования между участниками ОРВД
- предоставление средств для обмена информацией в режиме реального времени
- максимизация преимуществ современного оборудования и стимулирование внедрения усовершенствованных воздушных и/или наземных систем
- повышенная гибкость, позволяющая оптимально управлять системой ОРВД, например, за счет гибкого использования воздушного пространства, более прямых маршрутов, сокращения чрезмерных системных задержек и эксплуатации воздушных судов в наиболее эффективных условиях
- динамическое управление траекторией

FF-ICE будет иметь глобальное применение, поддерживая всех членов сообщества ОРВД в достижении стратегического, тактического и тактического управления эффективностью. FF-ICE подчеркивает необходимость обмена информацией для получения значительных преимуществ. Обмен информацией о рейсах/потоках будет способствовать созданию наилучшей возможной комплексной картины прошлой, настоящей и будущей ситуации с ОРВД [1, 5].

Принципы FF-ICE можно резюмировать следующим образом:

- обеспечить гибкую концепцию, позволяющую при необходимости планомерно внедрять новые технологии и процедуры. Эта гибкость должна также учитывать влияние развивающихся информационных и коммуникационных стандартов;
- концепция позволяет воздушным судам указывать свои подробные эксплуатационные характеристики, такие как требуемый уровень навигационных характеристик (RNP);
- позволяет на ранней стадии определить намерения;

- включение информации для расширенного и более автоматизированного МЧР;
- поддержка 4D–управления по траектории;
- избегать подачи ненужной и неоднозначной производной информации; придерживаясь философии “файл за исключением”, когда информация не может быть стандартизирована;
- позволяет обеспечить требования к информационной безопасности;
- рассматривать влияние затрат на поставщиков и потребителей полетной информации;
- включение требований, позволяющих создавать широкий набор профилей полетных заданий;
- обеспечить машиночитаемость информации и ограничить потребность в информации в виде произвольного текста;
- определения информационных элементов для FF–ICE стандартизованы на глобальном уровне.

В поддержку Глобальной концепции ОРВД и последующих региональных инициатив FF–ICE является средством предоставления преимуществ всем членам сообщества ОРВД:

- пользователю воздушного пространства – большая справедливость в доступе к воздушному пространству; большой доступ к своевременной и актуальной информации для поддержки принятия решений и большая автономия в принятии решений, что открывает возможности для лучшего достижения деловых и индивидуальных целей.
- поставщику услуг (включая аэропорты) – способность работать в информационно насыщенной среде с данными в режиме реального времени, а также автоматизированными инструментами поддержки принятия решений и принятия решений для оптимизации услуг, предоставляемых пользователям воздушного пространства, снижение нагрузки на персонал [3, 7].

Однако потребность в увеличении объемов информации, увеличении числа участников, обменивающихся и использующих эту информацию, и повышении уровня совместного принятия решений потребует изменений в технической среде:

- системы операторов – процесс сотрудничества, позволяющий взаимодействовать с другими сторонами и использовать общие данные, потребует совершенствования систем планирования и обработки.
- поставщики услуг – изменения в процессе получения полетной информации потребуют изменений в системах обработки данных, что потребует дополнительных возможностей. Необходимо будет рассмотреть интерфейсы и взаимодействия между системами.
- документация и обучение – изменения в процедурах и системах повлияют на эти области, чтобы максимизировать выгоды

FF–ICE по–разному повлияет на разных членов сообщества ОРВД, но стремится принести пользу всем.

Переход к среде совместной работы, частью которой является FF–ICE произойдет с поэтапным внедрением. Сроки разработки FF–ICE, с тем чтобы

положения о планировании полетов могли соответствовать меняющимся требованиям будущей автоматизированной системы ОРВД, следующие:

- начиная с 2011 года – разработка необходимых стандартов и документации, включая руководство по внедрению и переходу, для полного внедрения FF-ICE. В 2012 году концепция FF-ICE официально принята на аэронавигационной конференции ИКАО.

- 2014–2020 гг. – внедрение элементов FF-ICE для обеспечения как можно большего числа ранних преимуществ в поддержку Глобальной концепции ОРВД.

- до 2028 г. – полное внедрение FF-ICE. Участникам системы ОРВД рекомендуется принять концепцию уже сейчас и начать оценивать влияние на системы и процессы, чтобы переход был как можно более плавным.

Внедрение системы управления полетами и потоками FF-ICE должно принести значительные выгоды в будущем. После создания FF-ICE все заинтересованные и уполномоченные стороны получают доступ ко всей содержащейся в нем информации. Будут созданы механизмы для управления информацией, создания и обновления несколькими авторизованными сторонами. Хотя основное внимание уделяется информации о полетах и потоках, FF-ICE делает предположения относительно взаимодействия с другими областями информации, такими как метеорология, аэронавигационная информация и состояние инфраструктуры. Ожидается, что все участники будут предоставлять и использовать общую информацию, но по соображениям эффективности потребуются разные элементы данных при разных обстоятельствах, в разных местах и в разное время. Постоянный обмен информацией между всеми сторонами в рамках общей среды сотрудничества имеет основополагающее значение как для стратегической, так и для тактической ОРВД. Все это в совокупности будет способствовать повышению безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации.

### **Список использованных источников**

1. Глобальный Аэронавигационный план на 2013–2028 гг. [сайт] URL: [https://studylib.ru/doc/2110923/global.\\_nyj-ae-ronavigacionnoj-plan-na-2013-2028-gg](https://studylib.ru/doc/2110923/global._nyj-ae-ronavigacionnoj-plan-na-2013-2028-gg). (дата обращения: 30.09.2022)

2. ИКАО. Руководство по полетам и потокам движения: информация для совместного использования воздушного пространства (FF-ICE). [сайт]. URL: [https://www.studmed.ru/ikao-rukovodstvo-po-poletam-i-potokam-dvizheniya-informaciya-dlya-sovmestnogo-ispolzovaniya-vozdushnogo-prostranstva-ff-ice-doc-9965\\_51ab9ce2f1c.html](https://www.studmed.ru/ikao-rukovodstvo-po-poletam-i-potokam-dvizheniya-informaciya-dlya-sovmestnogo-ispolzovaniya-vozdushnogo-prostranstva-ff-ice-doc-9965_51ab9ce2f1c.html) (дата обращения: 16.11.2022).

3. Sky Review: ИКАО и развитие глобальной системы ОРВД. [сайт] URL: <https://www.aviaport.ru/digest/2019/08/05/599405.html> (дата обращения: 22.11.2022).

4. Гарифуллина, Р.М., Измайлова Д.З., Нагина Э.И. Транспортные системы будущего и безопасность полетов. В сборнике: Экология и безопасность жизнедеятельности. Сборник статей XX Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2020. – С. 56-59.

5. Верхотурцев, М.А., Измайлова Д.З. Искусственный интеллект в гражданской авиации. В сборнике: Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности. сборник научных статей по итогам XII международной научной конференции. НПП Медпромдеталь. Волгоград, 2021. С. 194-195.

6. Измайлова, Д.З., Мельниченко Е.Е., Лагуценко Д.О. Использование системы мультилатерации (MLAT) для повышения безопасности полетов в гражданской авиации. В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 4 т.. Курск, 2020. – С. 367-370.

7. Нечаева, О.А., Зубарева В.Н. Обеспечение защиты работников авиапредприятия от негативного воздействия производственных факторов. В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности. Материалы II Международной научно-практической конференции. – Петровская академия наук и искусств. – 2019. – С. 47-52.

## **IMPLEMENTATION OF THE OFFICE SYSTEM TO IMPROVE FLIGHT SAFETY**

**E.S. Grishchenkova, J.A. Churbanova**

*Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after B.P. Bugaev,  
Ulyanovsk, Russia*

The article discusses the possibilities for the joint use of airspace and flight safety, the development of the FF-ICE global ATM system and its principles.

**Keywords:** FF-ICE, ATM system, flight safety

**УДК 631.3**

## **ВЫБОР ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РОБОТА**

**И.И. Дик**

*Самарский государственный аграрный университет,  
г. Кинель, Россия*

В статье рассмотрены наиболее популярные рабочие органы минитракторов и мотоблоков. Исследована причина большой разницы в цене, при менее большой разницы в производительности. Подобраны тяговые характеристики для подсобного робота.

**Ключевые слова:** минитрактор, мотоблок, агрегат, цена, производительность

Сегодня на рынке представлено множество различной сельскохозяйственной техники, в том числе и техники для выполнения работ в подсобном хозяйстве. Предлагается множество вариантов, различных не только по тяговым характеристикам и функционалу, но и по комфортности работы с данной техникой.

Цель: выбрать тяговые характеристики сельскохозяйственного робота для использования в подсобном хозяйстве и малых фермерских хозяйствах.

Задачи:

1. Определить, какие операции будет производить сельскохозяйственный робот.
2. Подобрать соответствующие навесные и прицепные орудия.
3. Сравнить сельскохозяйственные агрегаты тяговых агрегатов разных классов.
4. Определить наиболее выгодный тяговый класс робота.

Целью разработки робота является вернуть утраченную популярность подсобного хозяйства. В функции робота входит выполнение рутинных процессов по обработки почвы, возделыванию сельскохозяйственных культур, сбор урожая и многие другие процессы. Для выполнения данных работ необходимы такие агрегаты как плуг, борона, сеялка, опрыскиватель, разбрасыватель удобрений, косилка, грабли, телега и многое другое. Цена данных агрегатов зависит от нескольких факторов. В данной статье рассматриваются такие факторы как производительность агрегатов. Для плуга, бороны, косилки – это ширина захвата. Для телеги параметры грузового отсека и грузоподъемность. Для опрыскивателя и разбрасывателя удобрений не только ширина захвата, но и объем бака.

В таблице 1 представлены сельскохозяйственные орудия, которые агрегируются с мотоблоком. Проблемой использования мотоблока является необходимость управления им находясь рядом с ним [1]. То есть оператору постоянно приходится идти за ним. Управление мотоблоком при перевозке грузов на телеге также составляет некоторые проблемы в управлении. Однако все данные недостатки покрывает преимущество – цена.

Таблица 1 – Навесные и прицепные орудия для мотоблока

| Наименование<br>сельхоз<br>агрегата | Цена, рублей | Рабочие<br>параметры | Фото                                                                                 |
|-------------------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                   | 2            | 3                    | 4                                                                                    |
| Косилка<br>(BRAIT<br>MR-800)        | 13 152       | 0,8 м                |  |

Окончание таблицы 1

| 1                                               | 2      | 3                           | 4                                                                                    |
|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Грабли<br>(ГПС-210)                             | 20 930 | 2,1 м                       |    |
| Телега<br>(FORZA)                               | 18 901 | 225х1470х<br>25мм<br>500 кг |    |
| Плуг<br>(Мобил Крот)                            | 5 000  | 0,2 м                       |    |
| Культиватор<br>(КН-1П)                          | 17 200 | 1,1 м                       |   |
| Разбрасыва-<br>тель удобре-<br>ний<br>(НТ- 56В) | 13 800 | 3,65 м                      |  |
| Опрыскива-<br>тель (ПиАр-<br>ТЕХ)               | 14 000 | 6 м                         |  |
| Снегомет<br>(СУБ-0,9)                           | 18 390 | 0,9 м                       |  |

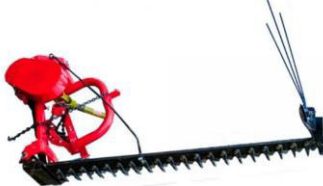
Так как скорость поступательного движения сельскохозяйственного агрегата устанавливается согласно агротехническим требованиям, производительность агрегата в большинстве случаев зависит от ширины захвата.

Минитрактор отличается от мотоблока не только комфортностью, но и тяговыми характеристиками [2]. Мощность минитрактора варьируется от 10 до



50 лошадиных сил, мотоблока от 5,5 до 22 в зависимости от модели. Соответственно различаются навесные и прицепные агрегаты (таблица 2)

Таблица 2 – Навесные и прицепные орудия для мотоблока.

| Наименование<br>сельхоз агрегата                   | Цена,<br>рублей | Ширина захвата/<br>производительность | Фото                                                                                 |
|----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                  | 2               | 3                                     | 4                                                                                    |
| Косилка<br>(Чувашпиллер)                           | 59 920          | 1,4 м                                 |    |
| Грабли (Скаут)                                     | 44 125          | 2,8 м                                 |    |
| Телега (7 сх-2)                                    | 64 050          | 2200х1400х400 мм<br>1000 кг           |   |
| Плуг (1L-220)                                      | 23 400          | 0,5 м                                 |  |
| Культиватор<br>(КН-2,1)                            | 57 500          | 2 м                                   |  |
| Разбрасыватель<br>удобрений<br>(DEXWAL<br>LEJ-550) | 35 000          | 6 м                                   |  |

| 1                          | 2      | 3     | 4                                                                                  |
|----------------------------|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Опрыскиватель<br>(Полмарк) | 63 000 | 12 м  |  |
| Снегомет (Скаут)           | 80 950 | 1,1 м |  |

Исходя из данных производительности и цены сельскохозяйственных агрегатов мотоблока и минитракторов были проведены следующие расчёты: цена навесных и прицепных агрегатов минитракторов превышает стоимость аналогичных для мотоблоков в среднем в 3,69 раз [3]. Производительность в 1,9 раза больше. Максимальную разницу в цене составляют такие агрегаты как плуг, косилка, опрыскиватель с разницей в производительности в 2,5; 1,75 и 3 раза. Причиной данному расхождению в цене является долгая окупаемость агрегатов для мотоблоков, так как с мотоблоком очень тяжело работать. Много времени уходит на восстановление. Еще одной причиной является сложность в изготовление агрегатов для минитракторов из-за конструкции навесного устройства и его расположения. Так же мотоблоки получили более широкое распространение, поэтому изготовлением агрегатов занимается большее количество производителей.

Конструкция робота позволяет использовать навесные и прицепные агрегаты мотоблоков, что является наиболее выгодным, так как для выполнения объема работ минитрактора необходимо в среднем затрачивать в 1,9 больше времени, а робот функционирует круглосуточно, то есть в 3 раза больше минитрактора.

### Список использованных источников

1. Бурков, В.В. Мини-тракторы/ В.В. Бурков, М.Е. Иовлев, Н.Н. Ткешелашвили- Ленинград: издательство машиностроение, 1987. – С 154-155.
2. Петухов, А.И. Мотоблоки. Устройство, диагностика, ремонт/А. И. Петухов. – Москва: Издательский центр Академия, 2005. – С 100.
3. Навесное оборудование мотоблоков и минитракторов – Москва: Издательский центр iCHIP.ru 2020.

## ELECTION OF TRACTION PROPERTIES OF AN AGRICULTURAL ROBOT

I.I. Dick

*Samara State Agrarian University,  
Kinel, Russia*

The article discusses the most popular working bodies of minitractors and tillers. The reason for the large difference in price, with a less large difference in performance, is investigated. Traction characteristics for the auxiliary robot have been selected.

**Keywords:** minitractor, tillers, unit, price, performance

УДК 631.3

## ПОДБОР НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РОБОТА

И.И. Дик

*Самарский государственный аграрный университет,  
г. Кинель, Россия*

В статье рассмотрены наиболее популярные рабочие органы и варианты их присоединения на минитрактор. Исследована причина большого многообразия навесных устройств. Подобрано навесное устройство для универсального сельскохозяйственного робота.

**Ключевые слова:** минитрактор, навесное устройство, рабочий орган

Производителей минитракторов гораздо больше, чем производителей полноценных мощных сельхоз агрегатов. Причиной этому является требование гораздо меньших ресурсов. Чаще успешные конструкторы минитракторов не останавливаются на достигнутом, но и разрабатывают более функциональные и удобные в эксплуатации рабочие органы для своего трактора. Причем не спешат использовать существующие навесные устройства. Для тракторов 0.2 и 0.4 тягового класса нег стандарта, поэтому инженеры не ограничивают себя в изобретательстве. Таким образом на рынке минитракторов несколько типов навесок, а соответственно и множество прицепных и навесных оборудований, подходящих только к некоторой техники.

Для разработанной конструкции универсального сельскохозяйственного робота необходимо подобрать универсальное навесное оборудование для соединения робота с рабочими машинами навесного, прицепного и полунавесного типа.

Задачи:

1. Провести обзор наиболее популярных рабочих органов минитракторов.
2. Провести обзор навесных устройств, получивших широкое распространение.
3. Подобрать устройство, наиболее подходящее для установки на сельскохозяйственные роботы.

Минитрактор (трактор 0,2-0,4 тягового класса)- это многофункциональный механизм, который используется в сельском хозяйстве и многих других сферах для выполнения широкого спектра работ. Сегодня рынок предлагает множество моделей минитракторов, которые отличаются техническими характеристиками, функциональность которых не уступает полноценным тракторам. Для подбора необходимого набора рабочих органов, а соответственно и тип навесного устройства необходимо определить в какой отрасли будут проводиться работы. Например, в сфере растениеводства более распространены такие рабочие органы как плуг, культиватор, различного типа сеялки и сажалки. В сфере животноводства косилка, грабли, телега и навесной погрузчик. В зимнее время минитрактором расчищают территории от снега и подметают. Для этих нужд приобретаются отвалы, снегометы и щетки. Так же минитрактора используют в строительстве: навесные бетономешалки, погрузчик, виброплита, экскаватор и многое другое.

Однако для различных рабочих органов необходимы разные крепления [1]. Так как робот предназначен для использования в сельском хозяйстве и выполнять широкий спектр работ будут использоваться соответствующие агрегаты.

Рассмотрим несколько навесных устройств минитракторов сельскохозяйственного назначения. На рисунке 1а представлено одноточечное сцепное устройство трактора “Скаут” с функцией передачи крутящего момента от двигателя. Навесное устройство представляет собой корпус с четырьмя отверстиями по углам. Внутри корпуса расположена шестерёнка, к которой через вал отбора мощности передается крутящий момент от двигателя. На навесном или прицепном оборудовании имеется подобный корпус с шестеренкой, крутящий момент от которой передается на рабочий орган. Корпуса крепятся друг к другу при помощи четырех болтов и гаек. Шестеренки внутри смыкаются при помощи рычага, установленном в корпусе навесного устройства трактора. К данному трактору можно приобрести: плуг, почвофрезу, культиватор, борону, сеялку, картофелесажалку, косилку, сеноворошилку, грабли и снегоуборочный отвал, выпускаемые тем же производителем. Однако для работы с другими орудиями необходимо вносить изменения в конструкцию прицепного устройства и устанавливать переходники. Из-за ограниченного количества орудий совместимых с данным навесным устройством устанавливать его на робот не рационально.

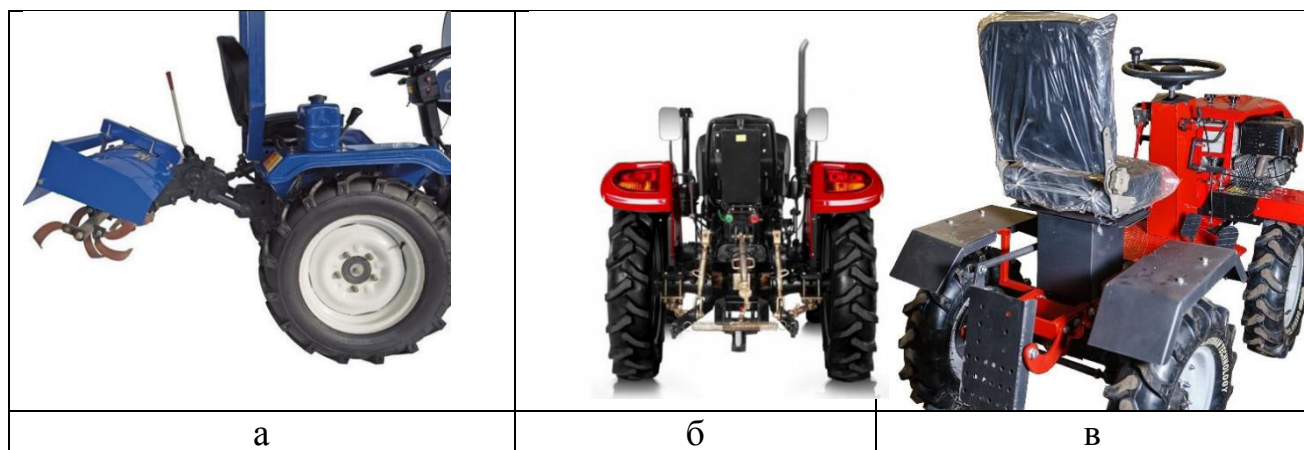


Рисунок 1 – Навесные устройства минитракторов.

Более универсальным навесное устройство трактора МТ 180 (Рис. 1 б). Трехточечное навесное устройство данного трактора изготовлено по принципу стандартных навесок тракторов 0.6-0,8 класса. Верхний рычаг шарнирно прикреплен к трактору. Два нижних на стержневых опорах. Подъем и отпускание рабочего органа производится при помощи двух гидроцилиндров двойного действия, которые поднимают нижние рычаги навесного оборудования. Передача крутящего момента от вала отбора мощности производится с помощью карданной передачи. Данное прицепное устройство используется и на многих других минитракторах, однако трехточечная навесная система рассчитана на более высокие нагрузки и не совсем удобна в использовании, так как при присоединении возникают трудности, занимает большее количество времени и требует помощи второго человека.

Навесное устройство минитрактора Shtenli 1900 (Рис 1в) предназначено для присоединения почвообрабатывающих устройств с одновременной регулировкой глубины обработки без подвода крутящего момента. Навесное устройство представляет собой пластину с шестью рядами отверстий. К данным отверстиям с помощью болтов и гаек крепится исполнительный орган. Данное навесное устройство наиболее простое, но не имеет широкого функционала. Чаще используется для основной обработки почвы.

К более удобному решению пришли производители мотоблоков, навесное устройство которых представлено в таблице 2 [2]. Навесное и прицепное оборудование на мотоблок проще приобрести не только по причине большого распространения, но и из-за низкой стоимости, несмотря на то, что по мощности мотоблоки не уступают минитракторам. В зависимости от мощности на мотоблок устанавливается 2 типа навесно-прицепных устройств.

Рассмотрим навесное устройство мотоблоков малой и средней мощности. Впереди мотоблока установлена труба с отверстиями. Сзади швеллер с вертикальными отверстиями. Рабочие органы, которые устанавливаются впереди мотоблока имеют стержень, который вставляется в трубу и фиксируется пальцем. Прицепные агрегаты имеют на дышле отверстие, которое располагают внутри

швеллера и фиксируют пальцем. Крутящий момент передается и на навесные и на прицепные оборудования при помощи ременной передачи. Такой вариант наиболее выгоден при использовании малых и средних мощностей мотоблоков по причине простоты изготовления и низкой стоимости. Однако для мотоблоков от 15 лошадиных сил данный способ крепления и передачи крутящего момента не подходит: палец навесного устройства срезает, а ремень быстро изнашивается.

Для более мощных мотоблоков была разработана конструкция передачи крутящего момента внутри крепления шлицевым соединением вала. Навесное оборудование крепится на 4 болта к корпусу редуктора. Ниже установлено прицепное устройство, как и на мотоблоках малой и средней мощности.

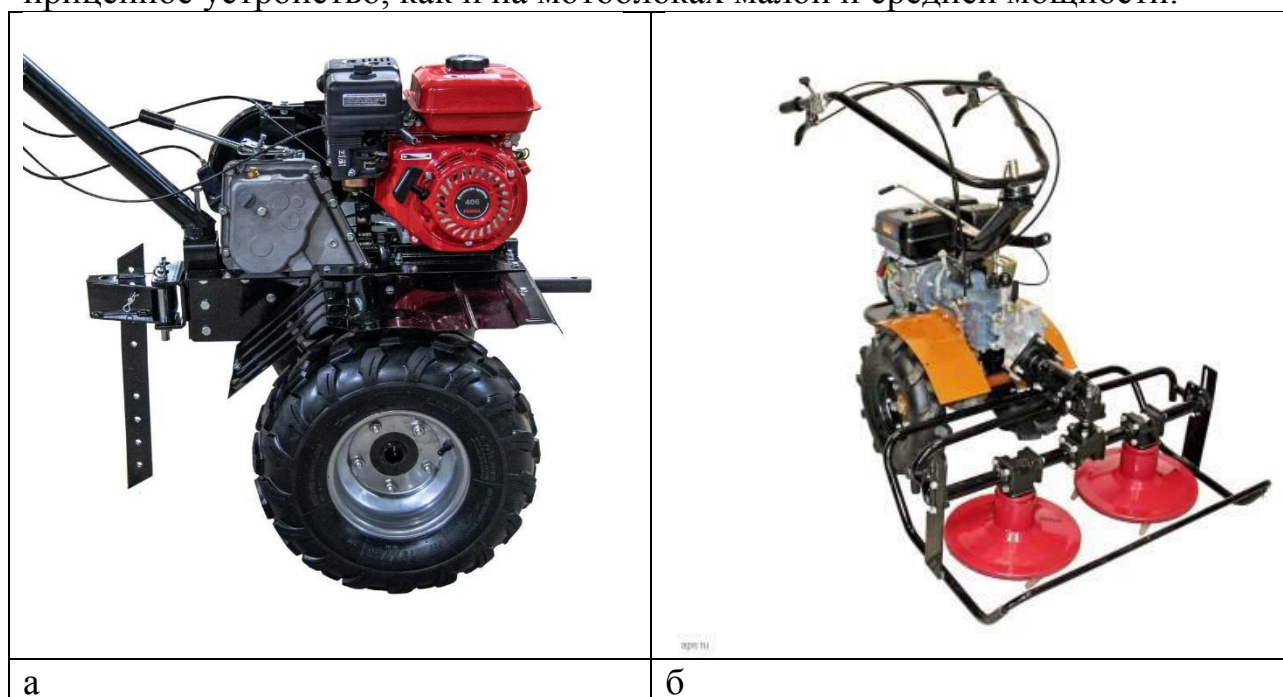


Рисунок 2 – Навесные устройства мотоблоков.

Основными факторами выбора навесного устройства является: простота сцепления и доступность прицепных и навесных агрегатов. Исходя из данных факторов следует устанавливать навесные устройства мотоблоков, соответственно мощностям.

#### Список использованных источников

1. Бурков, В.В. Мини-тракторы/ В.В. Бурков, М.Е. Иовлев, Н.Н. Ткешелашвили- Ленинград: издательство машиностроение, 1987. – С 154-155.
2. Петухов, А.И. Мотоблоки. Устройство, диагностика, ремонт / А.И. Петухов. – Москва: Издательский центр Академия, 2005. – С 100.

## SELECTION OF A MOUNTED DEVICE FOR AN AGRICULTURAL ROBOT

I.I. Dick

*Samara State Agrarian University,  
Kinel, Russia*

The article discusses the most popular working bodies and options for their connection to the minitractor. The reason for the large variety of attachments is investigated. A mounted device for a universal agricultural robot has been selected.

**Keywords:** minitractor, attachment, working body

УДК 621.302.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРА-СЕПАРАТОРА «ТУРБО-СТРИМ» В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

С.Г. Драгомиро<sup>1</sup>, С.В. Голобоко<sup>2</sup>, Н.А. Чарвадарян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Владимирский государственный технический университет,  
г. Владимир, Россия*

<sup>2</sup>*Пензенский Государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности применения фильтра «Турбо-стрим» в системах охлаждения двигателей автомобилей. Для снижения стоимости и повышения эффективности предложена схема поочередной установки одного фильтра на 4 автомобиля.

**Ключевые слова:** двигатель, система охлаждения, загрязнение, абразивные частицы, фильтр-сепаратор, трудоемкость

Автомобили эксплуатируются в сложных климатических условиях, с перепадами температуры и давления. В процессе движения транспортного средства двигатель работает в разных режимах, его мощность и выделение тепла меняется. Система охлаждения двигателя работает в автоматическом режиме и не требует внимания водителя [2].

Системы охлаждения дизелей предназначены для стабилизации температурного режима двигателя [1]. Они выполняют набор функций – отвод тепла от горячих деталей, циркуляцию жидкости по контурам, поглощать тепло на этапе запуска и прогрева, рассеивать теплоту в окружающую среду, перенаправление



потоков жидкости и воздуха, передавать тепло в отопитель, охлаждать наддувочный воздух, индикацию температуры.

При эксплуатации происходит износ деталей и старение материалов. В составе охлаждающей жидкости появляются продукты износа и химические компоненты. Загрязнение системы охлаждения влияет на ресурс двигателя, надежность, безопасность и повышает эксплуатационные расходы [2].

Загрязнения в системе охлаждения присутствуют всегда, даже при нормальной эксплуатации [3]. Некоторые фильтры охлаждающей жидкости содержат химические добавки и обеспечивают надежность работы дизеля даже при использовании жесткой воды. Реагенты улучшают свойства охлаждающей жидкости, растворяют химические соединения в течение всего интервала обслуживания. Фильтрация механических и химических загрязнений из охлаждающей жидкости снижает перегрев, износ двигателя, отказ радиатора, водяного насоса, термостата и другие проблемы с системой охлаждения.

Фракционный состав загрязнений:

1. Продукты абразивного износа помпы, подшипников, термостата
2. Продукты коррозии чугуна, алюминия, латуни
3. Продукты кавитационной эррозии металлов.
4. Частицы формовочной смеси, песка, металлическая стружка, приливы и прижег внутренних полостей блока цилиндров.
5. Грязь и песок, попадающие в систему при замене охлаждающей жидкости
6. Накипь, минеральные соли, отложения на рубашке охлаждения.
7. Потечи силиконовых прокладок и герметиков
8. Сгустки продуктов разложения тосола и присадок

Значительное содержание механических примесей, смолистых соединений и желеобразных сгустков приводит к засорению каналов систем охлаждения, забивает трубки радиатора и отопителя, ухудшает циркуляцию охлаждающей жидкости и снижает теплоотдачу [3]. Грязь и шлам на стенках приводят к нарушению работы термостата, клапан термостата полностью не закрывается. Абразивные частицы разрушают крыльчатки водяного насоса, приводят к износу подшипников, сальников, запорной арматуры. На рис. 1 представлены детали системы охлаждения после длительной эксплуатации.

Особенностью эксплуатации дизелей является работа в широком диапазоне температур, от правильной работы термостата во многом зависит ресурс двигателя. Нарушение теплового режима двигателя приводит к длительному прогреву двигателя, повышенному расходу топлива, ускоренному износу, снижению эффективности работы отопителя салона, опасности закипания охлаждающей жидкости и потере мощности.





Рисунок 1 – Примеры разрушения деталей системы охлаждения

Вследствие накопления грязи и шлама приходится чаще менять насосы, термостаты, радиаторы и теплообменники отопителя [4]. Отказ двигателя приводит к увеличению времени простоя в техническом обслуживании (ТО) и ремонте, возврату автомобиля с линии, нарушению сроков доставки грузов, повышению трудоемкости ремонта и дополнительному расходу запчастей.

В дизелях большой мощности, применяемых на локомотивах, судах, строительно-дорожной технике в составе систем охлаждения применяют фильтры различных конструкций [4]. Большинство из них представляют собой мембраны из нетканного материала, которые задерживают твердые частицы и гелевые включения [5]. Со временем фильтр забивается, снижается циркуляция антифриза и появляется опасность перегрева двигателя [6]. Фильтры требуют непрерывного контроля, замена фильтра при очередном ТО обязательна.

Авторами предложено использование циклонного фильтра «Турбо-стрим», производитель МИП «Автосфера», на двигателях малой и средней мощности. Фильтр «Турбо-стрим» предназначен для очистки охлаждающей жидкости от механических включений и шлама. Внешний вид фильтра представлен на рис. 2. Фильтр «Турбо-стрим» будем устанавливать в контуры системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания мощностью до 300 л.с.



Рисунок 2 – Внешний вид фильтра

Фильтр работает по принципу гидроциклона с падающим потоком переменного радиуса вращения. Закручивание потока жидкости в конусной вставке приводит к появлению центробежных сил и смещению твердых частиц на периферию, торможению о стенки и оседанию в шламоприемник. Во время очередного ТО двигателя отложения из фильтра удаляются вручную. Если приемник забит грязью полностью, сечение каналов не перекрывается, поток жидкости продолжает циркулировать, но его очистка не выполняется. Технические характеристики фильтра представлены в таблице 1.

Таблица 1 –Технические характеристики фильтра «Турбо-стрим»

| № | Наименование                      | Размерность     | Значение           |
|---|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Тонкость очистки                  | %               | 95                 |
| 2 | Размер частиц                     | мкм             | 100                |
| 3 | Скорость потока жидкости на входе | м/с             | 5                  |
| 4 | Габаритные размеры                | мм              | 320x380x160        |
| 5 | Объем шламоприемника              | см <sup>3</sup> | 150, 250, 350, 500 |
| 6 | Диаметр подводящих патрубков      | мм              | 20, 32, 38, 45     |
| 7 | Масса в сухом состоянии           | кг              | 1,2                |

Фильтр применяется в системах охлаждения двигателей локомотивов, строительно-дорожной техники, судов, автомобилей, стационарных силовых установок. Фильтр большого объема крепится на кронштейне и подключается шлангами в разрыв контура охлаждения. Фильтр малого объема крепится на дюритовых шлангах хомутами. На рис. 3 представлена схема полнопоточного фильтра в магистраль радиатора двигателя КАМАЗ-740.11

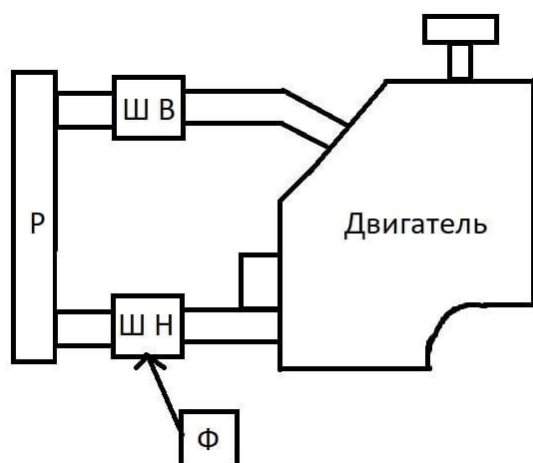


Рисунок 3 – Схема установки фильтра и фото на двигателе КАМАЗ-740.11

Схема с частичным фильтрованием потока в коллекторе отопителя салона городского автобуса ЛиАЗ-4292 представлена на рис. 4

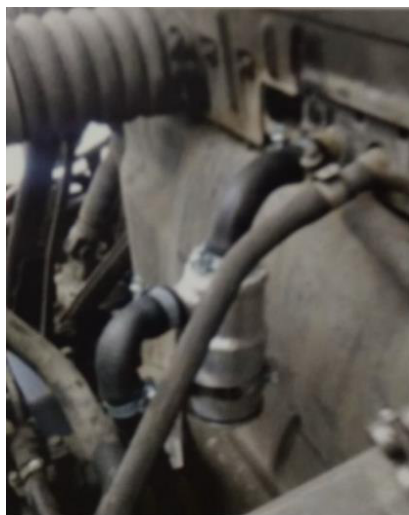


Рисунок 4 – Схема установки фильтра и фото на автобусе ЛиАЗ-4292

При выполнении ТО охлаждающая жидкость из блока двигателя частично сливается. Растет трудоемкость работ, разгерметизация контура охлаждения повышает вероятность попадания загрязнений. Для очистки фильтра от накопившейся грязи необходимо выполнить следующие операции. В таблице 2 представлено расчетное время на выполнение операций в условиях СТО.

Таблица 2 – Трудоемкость операций в условиях СТО

| №  | Операции                                          | Время в н-час | Время после изменения |
|----|---------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
| 1. | Слить охлаждающую жидкость наполовину             | 0,3           | 0                     |
| 2. | Отсоединить патрубки, снять фильтр с кронштейна   | 0,15          | 0                     |
| 3. | Установить на верстаке, отвинтить гайку на крышке | 0,1           | 0                     |
| 4. | Снять крышку, прокладку,                          | 0,1           | 0,1                   |
| 5. | Удалить лопаткой шлам. Заменить прокладку.        | 0,2           | 0,2                   |
| 6. | Установить крышку, затянуть гайку                 | 0,05          | 0,05                  |
| 7. | Закрепить на кронштейне, надеть шланги            | 0,1           | 0                     |
| 8. | Залить антифриз, проверить герметичность.         | 0,2           | 0                     |
|    | Итого                                             | 1,2           | 0,55                  |

Схема монтажа фильтра на двигатель представлена на рис. 5.

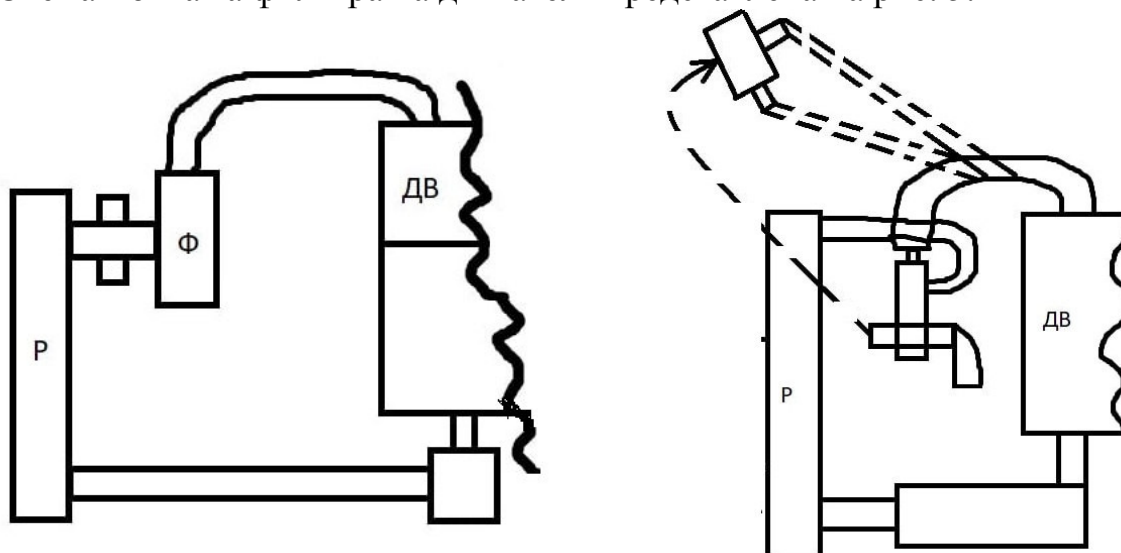


Рисунок 5 – Схема врезки фильтра в верхний патрубок радиатора

Предлагается установка фильтра в разрыв магистрали радиатора на шлангах диаметром 45 мм и длиной 560 мм, свернутых в полукольцо. Фильтр крепится на кронштейне ниже уровня головки блока цилиндров, в него всегда поступает охлаждающая жидкость. Для выполнения ТО фильтр снимают с кронштейна, переворачивают на 120 град в вертикальной плоскости.

Крышка фильтра располагается выше уровня головки. Отвинчивают гайку и снимают крышку фильтра, охлаждающая жидкость перетекает в бачек расширитель. Выполняют очистку камеры и устанавливают крышку на место. Фильтр опускают вниз и крепят на кронштейне. Воздушная пробка уходит в расширитель. Система охлаждения готова к эксплуатации. Сливать и заливать антифриз не нужно, трудоемкость очистки фильтра снижается в 2 раза.

Эффективность использования фильтра оценивается по остаточной концентрации примесей в составе охлаждающей жидкости, в г/л. При каждом ТО измерялась масса шлама, удаляемого из фильтра. Концентрация загрязнений рассчитывалась по массе отложений в нижней камере фильтра. После 6-го цикла отложения практически отсутствуют, их масса принята равной нулю. Составлена система из 6 уравнений:

$$\begin{array}{lcl} \Delta m_1 = m_1 - m_2; & & m_1 = m_2 + \Delta m_1 \\ \Delta m_2 = m_2 - m_3; & \longrightarrow & m_2 = m_3 + \Delta m_2 \\ \Delta \bar{m}_6 = \bar{m}_6 - 0; & \text{-----} & \bar{m}_6 = \Delta \bar{m}_6 + 0; \end{array}$$

Полученные значения массы загрязнений делятся на рабочий объем системы охлаждения. Результаты измерения концентрации примесей в охлаждающей жидкости представлены на рис. 6. На графиках показано изменение концентрации примесей в системах охлаждения в течение года. Анализ графиков показывает, что схема полнопоточного фильтра является эффективной, но она требует применения шлангов большого диаметра.

Максимальная эффективность фильтра наблюдается в первые 3 месяца. Затем фильтр забирает загрязнения быстрее, чем они успевают образоваться. Применение фильтра после 9 месяцев малоэффективно. Учитывая высокую стоимость фильтра, для повышения экономической эффективности предложена схема эксплуатации с поочередной установкой фильтра на 4 автомобиля.

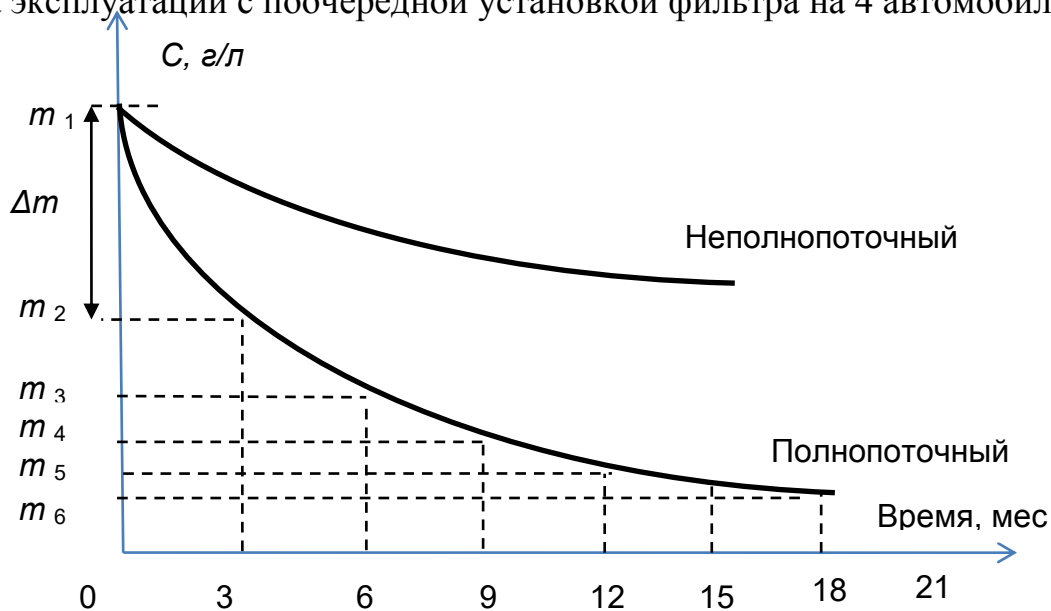


Рисунок 6 – График изменения концентрации загрязнений

Технологическая схема применения фильтра на 4-х автомобилях представлена на рис. 7. На каждом автомобиле фильтр работает примерно 3 месяца, за это время успевает очистить охлаждающую жидкость от примесей.

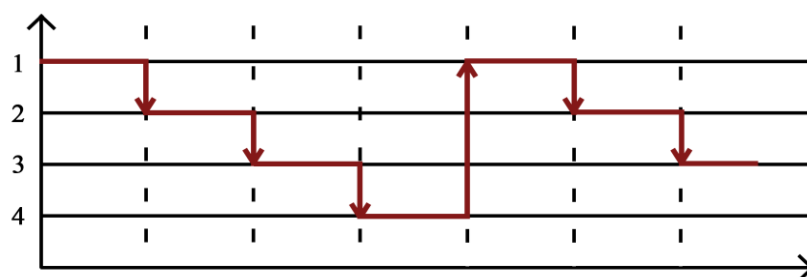


Рисунок 7 – Схема перестановки фильтра на автомобилях в течение года.

Затем фильтр переставляют на другой автомобиль, а на его место в разрыв шланга устанавливается патрубок. Примерно через год эксплуатации, когда в системе охлаждения накопится высокая концентрация загрязнений, фильтр снова ставится на первый автомобиль, цикл переустановки завершается. Такая схема позволит снизить затраты на закупку фильтров для парка автомобилей.

## ВЫВОДЫ

Применение фильтра-сепаратора «Турбо-стрим» позволяет очищать охлаждающую жидкость от загрязнений, снизить число отказов двигателя и продлить его ресурс, уменьшить расход запчастей и затраты на эксплуатацию.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 28160-89 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Насосы для систем охлаждения. Метод расчета подачи. Изд-во Госстандарт. М: 1990. – Текст непосредственный.
2. ТР ТС 018\2011 О безопасности колесных транспортных средств. Изд. Росстандарт. М: 2011. – Текст непосредственный.
3. Технология фильтрации охлаждающей жидкости – URL: [//tesma.ua/information/article538](http://tesma.ua/information/article538) (дата обращения 05.06.2022) – Текст электронный.
4. Фильтрационные системы Donaldson. – URL: [//www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/catalogs](http://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/catalogs) (дата обращения 12.04.22.) – Текст электронный.
5. Фильтр охлаждающей жидкости для автомобиля. – URL: [//filterpack.ru/products/asas-filter-sp286s](http://filterpack.ru/products/asas-filter-sp286s) . (дата обращения 17.08.22.) – Текст электронный.
6. Фильтр охлаждающей жидкости – URL: <https://aftersale.ru/filtr-oxlazhdayushhej-zhidkosti> (дата обращения 14.03.2022)–Текст электронный.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE FILTER OF THE SEPARATOR «TURBO-STREAM» IN BUS COOLING SYSTEMS

S.G. Dragomirov <sup>1</sup>, S.V. Golobokov <sup>2</sup>, N.A. Charvadaryan <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Vladimir State Technical University,  
Vladimir, Russia*

<sup>2</sup> *Penza State University, Penza, Russia*

The article deals with the issues of increasing the efficiency of the use of the «Turbo-stream» filter in the cooling systems of bus engines. To reduce the cost and increase efficiency, a scheme for the alternate installation of one filter for 4 buses is proposed.

**Keywords:** Engine, cooling system, pollution, abrasive particles, filter separator, labor intensity

## МАЛОРАЗМЕРНЫЙ ДВУХЦИЛИНДРОВЫЙ ОППОЗИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ДВУМЯ КОЛЕНЧАТЫМИ ВАЛАМИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ МАЛОГО КЛАССА

О.В. Журавлев, А.П. Жук

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описывается устройство малоразмерного двухцилиндрового оппозитного двигателя с двумя коленчатыми валами. Предложенное техническое решение уменьшает расход топлива и повышает мощность автомобилей малого класса, улучшает экономические и экологические показатели, а также надежность двигателя.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания (ДВС), роторный нагнетатель, система охлаждения закрытого типа с принудительной циркуляцией жидкости, расход топлива, нейтрализация отработавших газов, повышение мощности, экономических и экологических показателей

В настоящее время ДВС являются основными источниками тепловой энергии для наземных транспортных средств.

Но распространение двигателей повсеместно породило ряд проблем таких как: загрязнение окружающей среды, большой расход топлива, затраты материалов для производства ДВС, увеличение мощности. Все эти проблемы сохраняются, и свое решение могут найти только в “Вечном двигателе”, а пока такого не существует, необходимо сводить к минимуму все существующие недостатки ДВС.

Основным путем решения данных проблем является разработка новых систем двигателей: питания с впрыском топлива, нейтрализации отработавших газов, совершенствование рабочего процесса ДВС и способов управления.

От успешного выполнения перечисленных требований при разработке новых ДВС зависит будущее материальное благополучие производителя. Поэтому крупнейшие производители ДВС идут по пути все большего применения электроники в управлении рабочим процессом двигателя.

Малоразмерные двухцилиндровые оппозитные ДВС для легковых автомобилей являются наиболее отвечающими выше перечисленным требованиям.



Двигатель представляет собой двухтактный, двухцилиндровый двигатель внутреннего сгорания с оппозитным расположением цилиндров, с роторным нагнетателем.

#### Система смазывания.

В разрабатываемом двигателе используется циркуляционная комбинированная система смазки с мокрым картером. Основными элементами системы являются два масляных насоса шестеренчатого типа. Используются масляные насосы, привод которых осуществляется от коленчатого вала. Масло под давлением прокачивается через полно-поточный фильтр тонкой очистки с бумажным фильтрующим элементом и подается в главную масляную магистраль. Оттуда масло подается к коренным и шатунным подшипникам скольжения коленчатого вала. Остальные трущиеся поверхности с большим тепловыделением (поршни, цилиндры и др.) смазываются разбрызгиванием масла.

#### Система охлаждения.

На спроектированном двигателе применяется охлаждающая система закрытого типа с принудительной циркуляцией жидкости. Для создания циркуляции жидкости используется водяной насос центробежного типа. Привод насоса ременной. Для поддержания оптимальной температуры двигателя на выходе из блок-картера устанавливается термостат с твердым наполнителем. В системе охлаждения используется антифриз (смесь воды с этиленгликолем). Охлаждает жидкость трубчато-пластинчатый радиатор с электровентилятором. Для компенсации теплового расширения антифриза и удаления паровых пробок в системе используется расширительный бачок.

#### Система топливоподачи.

На спроектированном двигателе используется система питания с непосредственным впрыском топлива. Управление топливоподачей реализовано блоком управления на основании сигналов от ряда датчиков. В роли топливного насоса выступает электрический насос погружного типа.

#### Механизм газораспределения.

Спроектированный двигатель имеет оригинальный механизм, воздух в цилиндр попадает через шаровый кран (два на цилиндр). Привод кранов осуществляется от коленчатого вала по средством ременной передачи.

#### Параметры двигателя.

Мощность – 100 кВт (136 л.с.);

Рабочий цикл – 2-хтактный;

Рабочий объем – 0.75 л;

Диаметр цилиндра – 62 мм;

Ход поршня – 62 мм;

Эффективный расход топлива – 260 г/кВт ч

Число оборотов коленвала: на номинальном режиме – 6000 мин<sup>-1</sup>

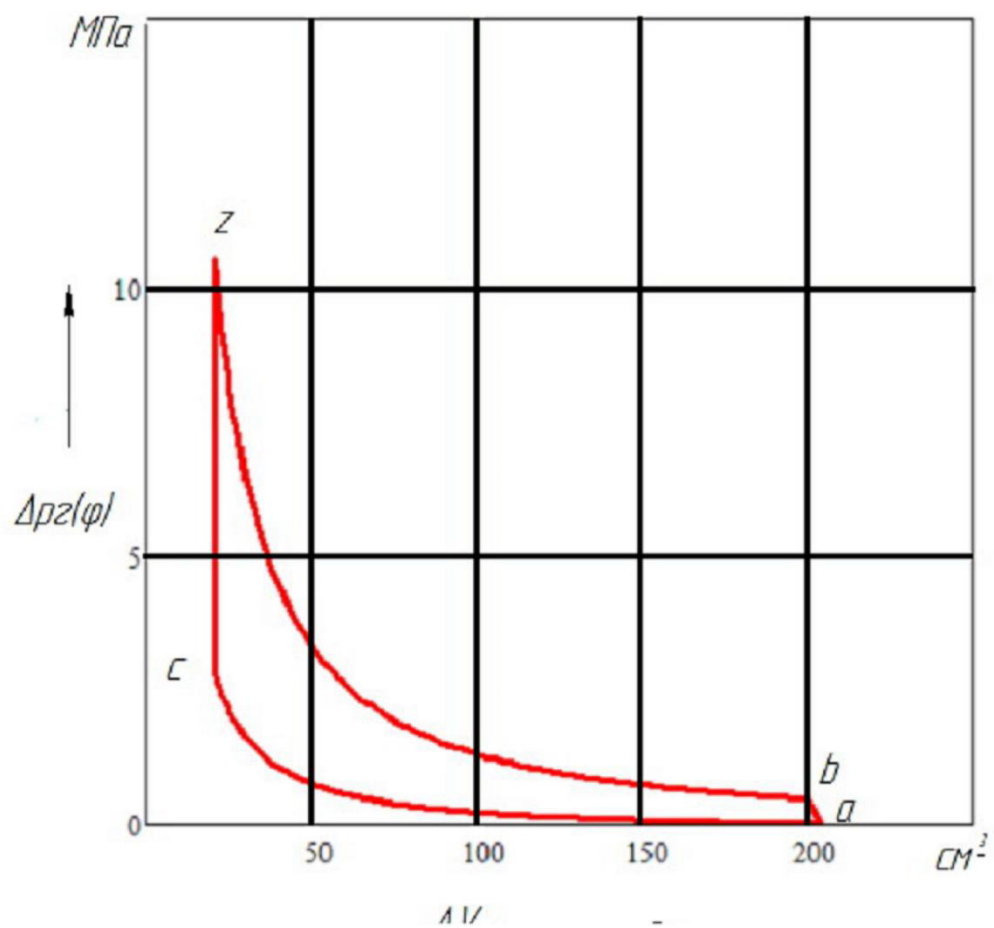


Рисунок 1 – Индикаторная диаграмма

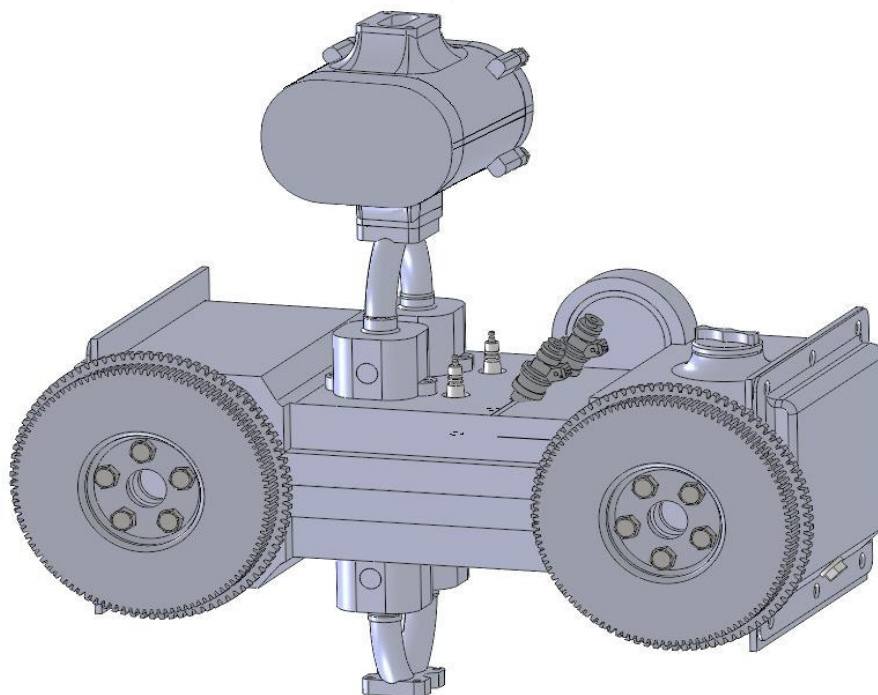


Рисунок 2 – 3D модель двигателя



По своим характеристикам разработанный двигатель превосходит зарубежные аналоги, отвечает существующим нормам по токсичности отработавших газов и является конкурентоспособным.

По предложенному техническому решению использование оригинального ГРМ уменьшает расход топлива и повышает мощность и надежность двигателя за счет упрощения конструкции, а также улучшает экономические и экологические показатели.

### **Список использованных источников**

1. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности ДВС / Вырубов Д.М., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др.; под ред. Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е изд., перераб. и доп. – Москва, Машиностроение, 1984. – 384 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей / С.И. Ефимов и др. – Москва, 1985. – 456 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. кн. 1. Теория рабочих процессов: Учеб. / Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А. С. и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – Москва, Высш. шк., 1995. – 369 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. кн. 2. Динамика ДВС: Учеб. / Луканин В. Н., Морозов К. А., Хачиян А. С. и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – Москва, Высш. шк., 1995. – 320 с.
5. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник для вузов по специальности ДВС /Алексеев В.П., Воронин В.Ф., Греков Л.В. и др.; Под ред. Орлина А.С. – Москва, Машиностроение, 1990. – 284 с.

### **SMALL-SIZED TWO-CYLINDER OPPOSED ENGINE WITH TWO CRANKSHAFTS FOR SMALL CLASS CARS**

**O.V. Zhuravlev, A.P. Zhuk**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the device of a small-sized two-cylinder opposed engine with two crankshafts. The proposed technical solution reduces fuel consumption and increases the power of small class cars, improves economic and environmental performance, as well as engine reliability.

**Keywords:** internal combustion engine(DVS), rotary supercharger, closed-type cooling system with forced fluid circulation, fuel consumption, exhaust gas neutralization, power increase, economic and environmental indicators



## РАСЧЕТ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА

**В.А. Журавлева**

*Донской Государственный Технический Университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье на основе исходных данных рассматривается статический расчет следящего привода.

**Ключевые слова:** следящий привод, мощность, вращение, отношение

Следящие электроприводы или системы управления положением представляют собой замкнутые электроприводы, управляющие перемещением и обеспечивающие стабилизацию положения объекта регулирования относительно некоторой базовой системы координат.

### СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

При слежении по углу двигатель описывается передаточной функцией вида:

$$W_{\alpha}(p) = \frac{k_{\text{дв}}}{p \cdot (T_M p + 1)};$$

где  $k_{\text{дв}}$  – передаточный коэффициент двигателя  $1/\text{В} \cdot \text{с}$ ;

$T_M$  – механическая постоянная двигателя, с.

Передаточный коэффициент двигателя определим из формулы:

$$k_{\text{дв}} = \frac{1}{C_e};$$

где  $C_e$  – конструктивный коэффициент машины по ЭДС,  $\text{В} \cdot \text{с}$ .

Конструктивный коэффициент по ЭДС можно найти по паспортным данным, используя следующую формулу:

$$C_e = \frac{U_{\text{НОМ}} - I_{\text{я.НОМ}} \cdot R_{\text{я}}}{\omega_{\text{НОМ}}}$$

$$C_e = \frac{60 - 5.5 \cdot 0.36}{209} = 0.277$$

Найдем передаточный коэффициент двигателя по формуле

$$k_{дв} = \frac{1}{0.277} = 3.61 \text{ (1/В} \cdot \text{с)}.$$

Механическая постоянная двигателя определяется следующей зависимостью:

$$T_M = \frac{J_{пр} \cdot R_{я}}{C_{\epsilon} \cdot C_M};$$

где  $J_{пр}$  – приведенный момент инерции,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$C_M$  – конструктивный коэффициент машины по моменту,  $\text{Н} \cdot \text{м/А}$ .

$$J_{пр} = J_{д} + \frac{J_H}{\eta \cdot i^2}.$$

Приведенный момент инерции найдем из формулы:

$$J_{пр} = 4.8 \cdot 10^{-3} + \frac{23}{1 \cdot 78.6^2} = 0.0085 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Конструктивный коэффициент по моменту определяется отношением вида:

$$C_M = \frac{M_{ном}}{I_{я.ном}}.$$

$$C_M = \frac{1.22}{5.5} = 0.222 \left( \text{Н} \cdot \frac{\text{м}}{\text{А}} \right)$$

$$T_m = \frac{0.0085 \cdot 0.36}{0.277 \cdot 0.222} = 0.05 \text{ (с)}$$

Таким образом, запишем передаточную функцию двигателя:

$$W_a(p) = \frac{3.61}{p \cdot (0.05 \cdot p + 1)}$$

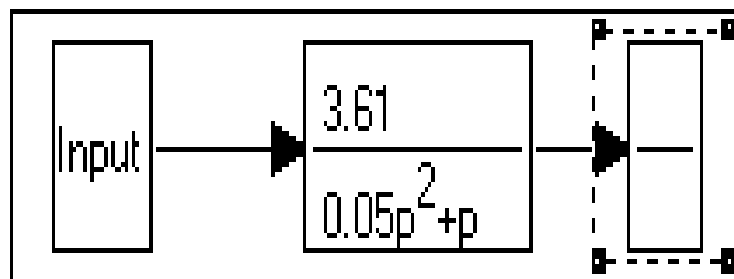


Рисунок 1 – Структурная схема модели объекта управления

По полученной передаточной функции построим ЛАЧХ двигателя (рисунок 2)

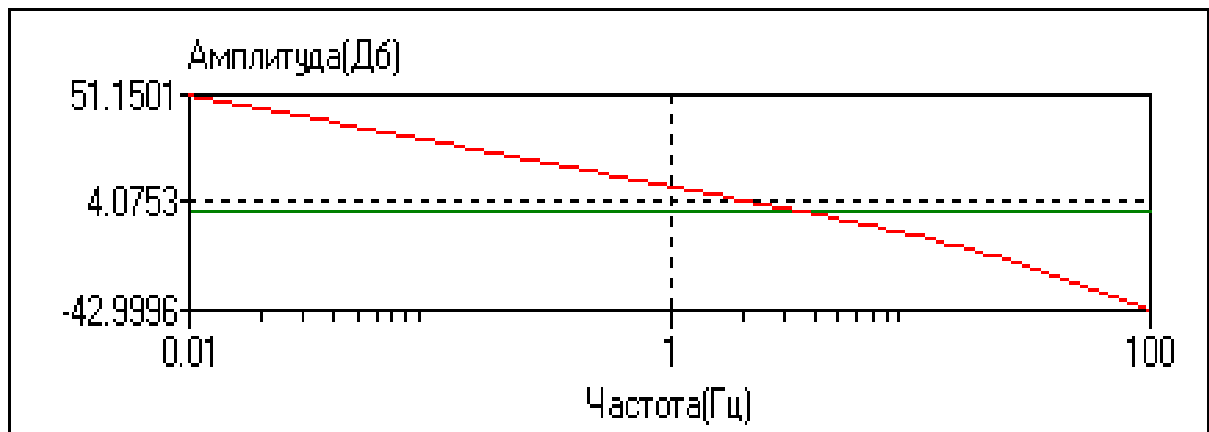


Рисунок 2 – ЛАЧХ двигателя

Выберем измеритель рассогласования.

Заданная точность слежения по углу  $\delta_{\text{гар}}=30'$ . Для заданной точности в качестве измерителя рассогласования допустимо выбрать потенциометр. Выберем потенциометр типа ПП со следующими параметрами по справочнику:

$$\Delta\beta = 320^\circ = 5.58 \text{ рад};$$

$$R_p = 4 \text{ Ом};$$

$$P_p = 5 \text{ Вт};$$

$$n = 3 \text{ витков на } 1^\circ;$$

$$M = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Выберем коэффициент нагрузки по мощности для потенциометра – 0.5. Тогда рассеиваемая мощность резистора 2.5 Вт ( $P_p = 5 \text{ Вт}$ ).

$$U = \sqrt{PR} = \sqrt{2.5 \cdot 4} = 141.4 \text{ (В)}.$$

$$k_\delta = \frac{U}{\Delta\beta} = 25.3 \text{ (В/рад)}$$

$$\delta_{\text{гар}} = \frac{1}{\mu} \quad \text{и} \quad \Omega_0 = \frac{1}{\mu} \Omega_H$$

Так как то коэффициент передачи прямой цепи найдем из следующего выражения:

$$\mu = \frac{\Omega_H}{\delta_{\text{гар}}} = \frac{1.3}{0.016} = 81.25$$

Зная коэффициент передачи прямой цепи определим коэффициент усиления усилителя:

$$K_p = \frac{1}{i} = \frac{1}{78.6} = 0.0127$$

$$K_y = \frac{\mu}{K_\delta K_{\text{дв}} K_p} = \frac{81.25}{25.3 * 3.61 * 0.0127} = 70$$

Тогда передаточная функция нескорректированного привода примет вид

$$W_a(p) = \frac{81.25}{p * (0.05 * p + 1)}$$

По полученной передаточной функции построим ЛАЧХ привода (рисунок 3).

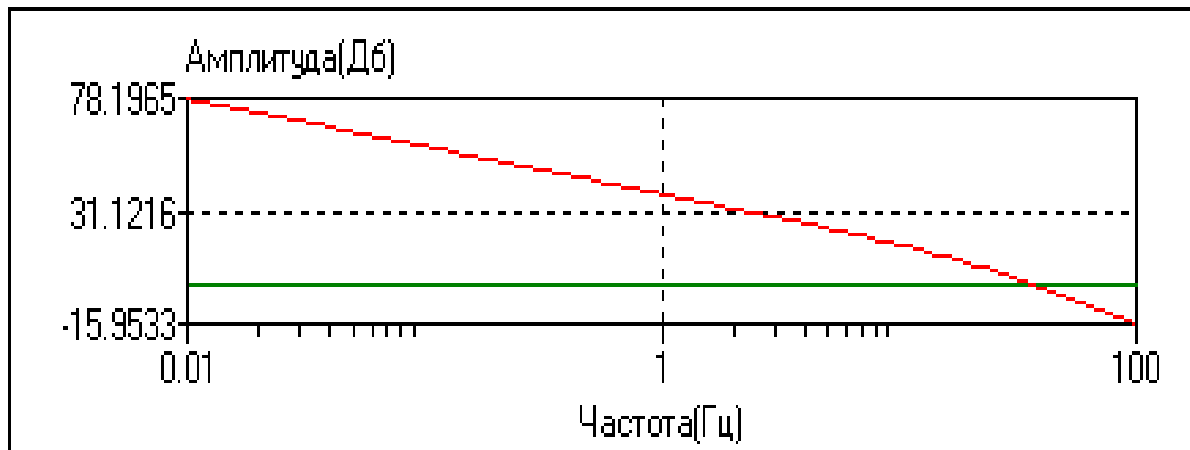


Рисунок 3 – ЛАЧХ привода

На основе выполненных расчетов к усилителю привода предъявляются следующие требования:

$$k_y = 70;$$

$$U_{\text{вых}} = 60 \text{ В};$$

$$I_{\text{вых}} = 5.5 \text{ А};$$

$$P_{\text{вых}} = 330 \text{ Вт};$$

Выберем источник питания:

$$E_1 = E_2 = U_{\text{ном}} + U_{\text{кэ.нас}} = 60 + 2.5 = 62.5 \text{ В}$$

Тогда

$$U_{\text{кэ}} = 2 \cdot E = 125 \text{ (В)}.$$

Для обеспечения надежности выберем коэффициент нагрузки по напряжению  $k_H = 0.8$ , тогда

$$U_{\text{кэ.мах}} = \frac{U_{\text{кэ}}}{k_H} = 156.25 \text{ (В)}.$$

Выберем ток коллектора  $I_K = I_A = 5.5 \text{ А}$ , с учетом перегрузки:

$$I_{\text{к.мах}} = 2.5 \cdot I_K = 13.75 \text{ (А)}.$$

По найденному  $U_{\text{кэ}}$  по справочнику выбираем транзистор КТ-835:

$$I_{\text{км}} = 15 \text{ А};$$

$$U_{\text{кэ.мах}} = 400 \text{ В};$$

$$P_{\text{кmax}} = 100 \text{ Вт};$$

$$h_{21} = 500$$

Вычислим ток базы (выходной ток ОУ):

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{б}} = \frac{I_{\text{к. max}}}{h_{21}} = 0.028 \quad (\text{А}).$$

Так как выходной ток усилителя напряжения составляет 28 мА, выберем операционный усилитель К157УД2. Для него  $U_{\text{max ОУ}} = 11 \text{ В}$ . Тогда:

$$R_5 = \frac{U_{\text{max ОУ}}}{I_{\text{б}}} = \frac{11}{0.028} = 400 \quad (\text{Ом}).$$

$$k_y = 70 = \frac{R_3}{R_1}$$

Выберем  $R_1 = 1 \text{ кОм}$ , тогда  $R_3 = 70 \text{ кОм}$ .

Выберем стабилитроны VD1 и VD2 с напряжением стабилизации 15 В (КС515).

Сопротивление балансного резистора ( $R_4, R_6$ ):

$$R_6 = \frac{I_{\text{б}}}{I_{\text{max ОУ}}} \approx 1 \quad \text{кОм}$$

### Список использованных источников

1. Алексеенко, А.Е., Шагурин И.И. Микросхемотехника: учебное пособие для вузов. – 2 изд. – Москва: Радио и связь, 1990. – 496 с.
2. Булычев, А.Л., Галкин В.И., Прохоренко В.А. Аналоговые интегральные схемы: Справочник. – Минск: Беларусь. 1985. – 285 с.
3. Следящие приводы. Под. ред. Чемоданова, Москва: Энергия, 1986.

### CALCULATION OF THE TRACKING DRIVE

**V.A. Zuravleva**

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

In the article, based on the initial data, the static calculation of the tracking drive is considered.

**Keywords:** tracking drive, power, rotation, ratio

## ВЫБОР РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ 08X13 ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВС

А.В. Завитков, И.В. Завитков, И.С. Печников, А.С. Локтев

*Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
г. Владимир, Россия*

В работе рассмотрен процесс лазерной сварки стали марки 08X13 толщиной 1,5 мм. Показано влияние параметров лазерного излучения на физико-механические свойства сварного соединения двух разных типов (внахлест и торцевое). Предложен оптимальный режим лазерной сварки, позволяющий получить сварное соединение, удовлетворяющее требованиям уровня качества «В» по ISO 13919-1-2017.

**Ключевые слова:** лазерная сварка, технология, 08X13, механические испытания, металлографические исследования

**Введение.** В настоящее время для сварки применяются способы, начиная от электродуговой сварки заканчивая специфическими способами сварки, такими как электронно-лучевая, плазменная, лазерная сварка [1, 2]. Каждый отдельный способ сварки имеет ряд своих достоинств и недостатков.

Основным критерием оценки качества сварного шва является прочность. Применение лазерной сварки позволяет обеспечить прочность выше основного металла. Однако, использование передовых технологий требует проведение ряда исследований, и выбора оптимальных технологических режимов [3].

Выхлопная система ДВС подвержена воздействию внешних разрушающих факторов, вызванных высокой влажностью окружающей среды и наличием в ней примесей различных солей, а также термомеханической нагрузке, что приводит к коррозии в данной системе. Коррозия возникает на внутренних и на внешних поверхностях. При изготовлении деталей выхлопной системы широко применяют сталь марки 08X13 поскольку она удовлетворяет вышесказанным условиям [4].

В настоящее время, экспериментальных исследований по выбору параметром лазерной сварки нержавеющей стали марки 08X13 толщиной 1,5 мм недостаточно, поэтому необходимо провести ряд исследований, чтобы упростить дальнейший выбор лазерной сварки данной марки стали.

**Материалы и методы исследования.** Сварка осуществлялась на лазерном роботизированном комплексе сварки, в составе: 6-ти осевой робот Fanuc M710iC-50, головка FLW D50, волоконный лазер ЛС-5 мощностью 5 кВт.

Были проработаны два варианта сварных соединений: внахлест и торцевое. с следующими параметрами лазерной сварки: мощность лазерного излучения ( $P$ ) 1 800...2 200 Вт, скорость сварки ( $v$ ) 11...15 мм/сек, расход газовой смеси ( $q$ ) оставался постоянным 12 л/мин.

Оценка качества сварных швов проводилась по следующим показателям:

- испытание на растяжение по ГОСТ 6996-66 проводились на разрывной машине УММ-5. Режим нагружения – непрерывный. Для каждого типа сварного соединения – 3 образца. Объект испытаний считается прошедшим испытания, если временное сопротивление сварного соединения превышает 95 % от предела прочности основного металла.

- металлографическое исследование по ISO 13919-1-2017. Подвергались образцы лазерной сварки. Объект испытаний считается прошедшим испытания, если качество сварного соединения не ниже уровня «С» по ISO 13919-1-2017.

**Результаты механических испытаний.** Результаты испытаний на растяжение двух типов сварных соединений приведены в таблицах 1-2.

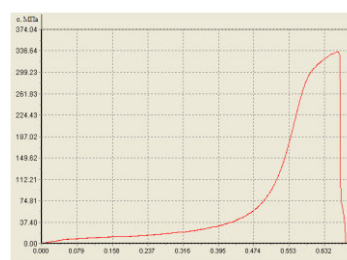
Таблица 1 – Результаты испытаний образцов торцевых сварных соединений

| № п/п,<br>где $P/v/q$   | $P_{max}$ ,<br>кН | $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup> | Коэф. ослабления<br>после сварки | Место разрушения |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|
| (1)1 800/11/12          | 8,42              | 374,22                         | 0,96                             | по металлу       |
| (2)2 000/13/12          | 8,45              | 375,56                         | 0,97                             | по металлу       |
| (3)2 200/15/12          | 8,27              | 367,55                         | 0,95                             | по металлу       |
| <b>Среднее значение</b> |                   | <b>372,44</b>                  | <b>0,96</b>                      |                  |

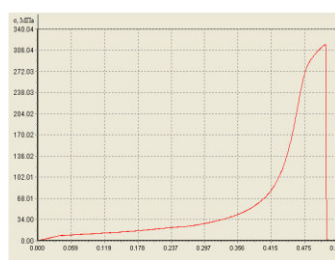
Таблица 2 – Результаты испытаний образцов сварных соединений внахлест

| № п/п,<br>где $P/v/q$   | $P_{max}$ ,<br>кН | $\tau_s$ , Н/мм <sup>2</sup> | Коэф. ослабления<br>после сварки | Место разрушения |
|-------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------|
| (1)1 800/11/12          | 6,74              | 249,24                       | 0,92                             | по металлу       |
| (2)2 000/13/12          | 6,64              | 245,54                       | 0,91                             | по металлу       |
| (3)2 200/15/12          | 6,46              | 238,89                       | 0,92                             | по металлу       |
| <b>Среднее значение</b> |                   | <b>244,56</b>                | <b>0,92</b>                      |                  |

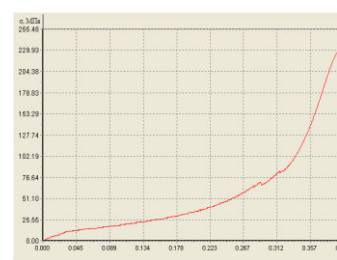
Диаграммы испытаний на растяжение образцов лазерной сварки торцевого соединения представлены на рисунке 1.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Образцы лазерной сварки торцевого соединения  
(а – образец №1, б – образец №2, в – образец №3)



Диаграммы испытаний на растяжение образцов лазерной сварки сварного соединения внахлест представлены на рисунке 2.

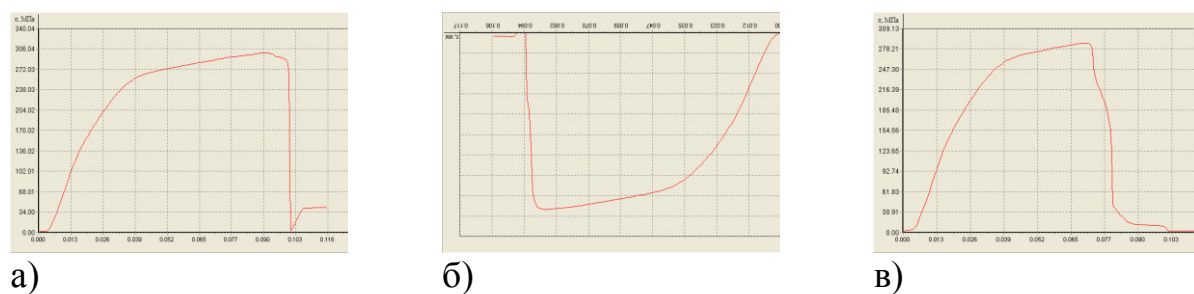


Рисунок 2 – Образцы лазерной сварки сварных соединений внахлест (а – образец №1, б – образец №2, в – образец №3)

По результатам испытаний на разрыв можно сделать вывод, что полученные сварные соединения прошли испытания на разрыв. Временное сопротивление сварного соединения составляет 96,5 % от предела прочности основного металла. В связи с этим, при изготовлении деталей выхлопной системы ДВС, допускается использовать способ лазерной сварки.

**Результаты металлографического контроля.** Сварное соединение внахлест содержит в себе усиление высотой до 0,15 мм. Сформирован шов воронкообразный с проплавлением глубиной до 0,7 мм. Ширина шва в месте проплавления – 0,4 мм. Ширина зоны термического влияния не превышала 0,2 мм.

Торцевое сварное соединение содержит в себе широкое усиление высотой до 0,5 мм; в головной части шва сформированы крупные, вытянутые вдоль линии отвода теплоты, столбчатые кристаллы, в то время как кристаллиты нижней части шва, за счет большей отдачи тепла в основной металл имеют форму неправильных многоугольников; глубина проплавления составляет ~1,57 мм; ширина шва 1,44÷1,78 мм; ширина зоны термического влияния не превышает 0,5 мм.

Оба типа сварных соединений соответствуют уровню качества «В» (высший) по ISO 13919-1-2017.

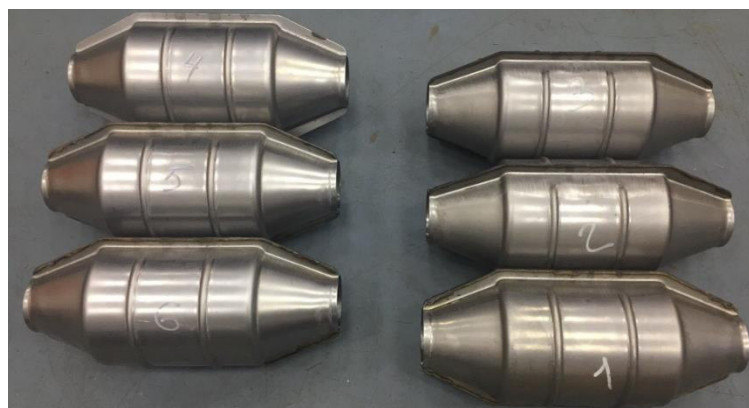


Рисунок 3 – Опытная партия Корпусов катализатора

**Лазерная сварка опытных образцов.** По выбранному технологическому режиму: мощность лазерного излучения 2 200 Вт, скорость перемещения лазерной головки 15 мм/сек, расход защитного газа – 12 л/мин; была изготовлена опытная партия Корпусов катализатора в количестве 6 шт. (рис. 3).

**Выводы.** Проведенные исследования по лазерной сварке листовой стали марки 08X13 позволяют сделать следующие выводы:

- разработана и реализована методика выбора режимных параметров лазерной сварки;
- установлены режимные параметры лазерной сварки листовой стали двух типов сварных соединений (торцевое и внахлест);
- технология лазерной сварки апробирована при изготовлении опытная партия изделий Корпус катализатора в количестве 6 шт.

### **Список использованных источников**

1. Katayama, S. (ed.). Handbook of laser welding technologies. – Elsevier, 2013.
2. Sahoo, A., Tripathy S. Development in plasma arc welding process: a review //Materials Today: Proceedings. – 2021. – Т. 41. – С. 363-368.
3. Завитков, А. В. Лазерное термоупрочнение кулачков распределительного вала из стали ШХ15 //Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – 2019. – С. 937-942.
4. Scalise, T. C. et al. Sensitization behavior of type 409 ferritic stainless steel: confronting DL-EPR test and practice W of ASTM A763 //Journal of Materials Engineering and Performance. – 2014. – Т. 23. – №. 6. – С. 2164-2173.

### **SELECTION OF MODES OF LASER WELDING OF 08X13 SHEET STEEL FOR THE MANUFACTURE OF DEVICES OF THE EXHAUST SYSTEM OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**A.V. Zavitkov, I.V. Zavitkov, I.S. Pechnikov, A.S. Loktev**

*Vladimir State University named after A. G. and N.G. Stoletov,  
Vladimir, Russia*

The paper considers the process of laser welding of steel grade 08X13 with a thickness of 1.5 mm. The influence of the laser radiation parameters on the physical and mechanical properties of the welded joint of two different types (overlap and end) is shown. The optimal laser welding mode is proposed, which allows to obtain a welded joint that meets the requirements of the quality level «B» according to ISO 13919-1-2017.

**Keywords:** laser welding, technology, 08X13, mechanical tests, metallographic studies

## ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОСИСТЕМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

А.С. Ковалев, А.И. Звижинский

*Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулёва, Пензенский филиал,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены способы видеонаблюдения, реализующие сбор, передачу и обработку информации. Они формируют значительные объёмы передаваемых данных и поэтому предъявляют повышенные требования к пропускной способности линий связи, производительности программного и аппаратного обеспечения. Расширение функциональных возможностей систем видеонаблюдения по измерению параметров движения крупногабаритных объектов повышает их эффективность. Примером использования систем видеонаблюдения, требующих определения параметров движения объектов, является измерение скорости движения крупногабаритных транспортных средств или насыщенного транспортного потока в целом.

**Ключевые слова:** системы видеонаблюдения, параметры движения, видеоизображение, транспортный поток

Современные системы видеонаблюдения позволяют обеспечивать выполнение задач мониторинга различной сложности в зависимости от существующих потребностей. Задачи анализа видеоизображения с целью управления процессами и принятия решений должны решаться непрерывно. Это особенно актуально, когда ситуации, фиксируемые видеокамерами, игнорируются, позволяя оператору сосредоточиться на факторах опасности (военные объекты, автомобильные дороги, ситуационные центры, охранные ведомства предприятий, авто-, аэро- и железнодорожные вокзалы и т.д.).

Использование современных цифровых систем видеонаблюдения позволило расширить функциональные возможности, перекладывая ряд работы за мониторингом ситуации на алгоритмы обработки [1]. Первоначальная обработка видеоданных в силу достаточно большого объёма передаваемой информации и скромным возможностям цифровых устройств обработки сводилась к вычислению математического ожидания, дисперсии, корреляционных коэффициентов и других простейших параметров, определяющих статистические характеристики сигналов.

В условиях, когда цифровые устройства обладают достаточно высоким быстродействием, системы видеонаблюдения рассматриваются как ещё один источник информации. При этом получаемые видеосигналы обладают множе-

ством черт, сближающих их с традиционными телекоммуникационными сигналами.

Большинство существующих систем, предназначенных для измерения скорости движения объектов, основано на эффекте Доплера. Сущность эффекта заключается в том, что если источник волн движется относительно среды, то расстояние между гребнями волн (длина волны) зависит от скорости и направления движения. Если источник движется по направлению к приёмнику, то есть догоняет испускаемую им волну, то длина волны уменьшается. Если удаляется – длина волны увеличивается.

Системы на основе эффекта Доплера обладают функциональными ограничениями. Измеритель обязательно должен устанавливаться вдоль оси движения объекта и при наличии многих объектов необходимо использовать много измерителей, что усложняет и удорожает систему.

Использование систем видеонаблюдения с дополнительными функциональными возможностями позволяют снять ограничения устройств и систем на Доплеровском эффекте и производить измерение параметров протяжённого объекта путём компьютерной обработки последовательности кадров. При этом не возникает необходимости «ждать», пока протяжённый объект полностью «выйдет» из зоны действия видеокамеры. Видеокамера, как правило, устанавливается перпендикулярно направлению движения. Получаемые данные о параметрах движения могут передаваться по узкополосному каналу связи шириной, не превышающей 64 кбит/с.

Расширение функциональных возможностей систем видеонаблюдения по измерению параметров движения протяжённых объектов повышает их эффективность. Примером использования систем видеонаблюдения, требующих определения параметров движения протяжённых объектов, является измерение скорости движения крупногабаритных транспортных средств или насыщенного транспортного потока в целом.

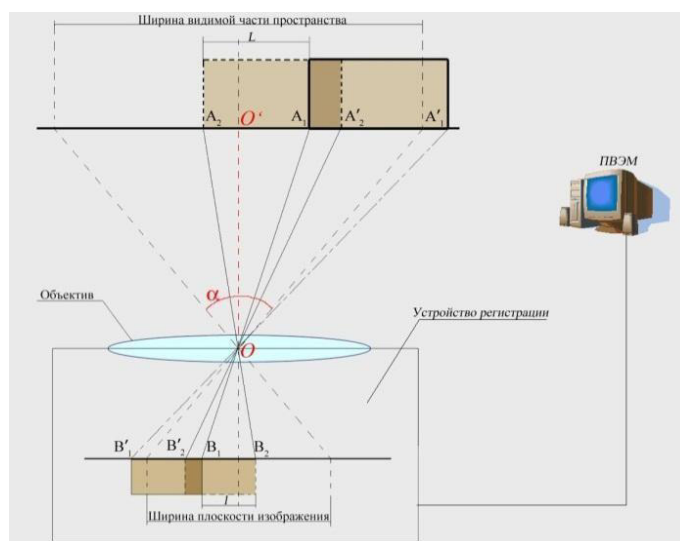


Рисунок 1 – Геометрическая модель съёмки

Измерение скорости объекта должно производиться в режиме реального времени. Требование обработки видеоизображения в режиме реального времени особенно актуально в автоматизированных системах управления транспортными процессами (АСУ ТП), когда в зависимости от скорости объекта или способа её измерения формируется и передаётся по каналу связи управляющее воздействие.

Данная методика [2] предполагает размещение средства регистрации изображения (цифровой видеокамеры) так, как представлено на рис. 1. Ось видеокамеры расположена перпендикулярно направлению движения объекта.

Образ перемещаемого объекта, находясь в положении  $A_1$ , регистрируется на цифровом изображении таким образом, что точка объекта  $A_1$  отображается в точку изображения  $B_1$ . Через определенное время  $\tau$  производится повторная регистрация объекта. В этот момент объект находится в положении  $A_2$ , и та же точка объекта, отмеченная на рисунке как  $A_2$ , отображается на цифровом изображении в точку  $B_2$ . Цифровые изображения транспортного потока, получаемые устройством регистрации  $R$ , последовательно поступают на вычислительный блок  $C$ , осуществляющий автоматический расчет параметров движения. Результаты вычислений отправляются на удаленное вычислительное устройство (ПЭВМ), цель которого – определение необходимости торможения и степени воздействия на транспортный поток.

При измерении скорости движения насыщенного транспортного потока была принята упрощенная схема системы измерения и передачи данных, включающая в себя следующие элементы:

- промышленную видеокамеру с IP-интерфейсом;
- ПЭВМ с Ethernet адаптером.

Основная содержательная часть обработки данных, полученных с видеокамеры, включает в себя решение следующих задач:

- определение наличия объекта на текущем изображении;
- определение величины смещения изображения протяжённого объекта за период следования кадров;
- определение скорости движения объекта по измеренной величине смещения изображения.

Выделение объекта включает два этапа: классификацию пикселей изображения по принадлежности фону или объектам, а также селекцию объектов по характерным признакам (размеры, форма, направление движения, время нахождения в зоне наблюдения), позволяющую выделять только те специфические объекты, для контроля которых предназначена интеллектуальная система [3]. Например, в системе дистанционного наблюдения насыщенного транспортного потока объектом интереса выступает только транспорт, движущийся в определенном направлении, тогда как другие объекты (люди, животные и др.) являются помехами.

В основе такого алгоритма выделения лежит идея сравнения поступающего сигнала со статистической моделью фона, сформированной тем или иным способом. Важными свойствами такого подхода являются возможность выделять как подвижные, так и неподвижные объекты, а также отсутствие ограничений на форму и текстуру объекта. При этом сигналы от объекта и фона должны быть статистически различимыми.

### **Список использованных источников**

1. Касалапов, А. Л., Звижинский А. И. Перспективы разработки алгоритмов обработки изображения систем видеонаблюдения / Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: сборник статей V Всероссийской научно-технической конференции для молодых учёных и студентов с международным участием // МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 152-154.

2. Звижинский, А. И., Каледа В. Н. Применение средств видеонаблюдения для измерения параметров движения объектов/ Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей XIII Международной научно- практической конференции// МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 78-83.

3. Маринина, Л. А. Алгоритмизация энергетического расчета фотоприемных устройств военных приборов. Наука и военная безопасность. – 2017. – № 1 (8). – С. 25-29.

## **USING VIDEO SYSTEMS MEASURING THE MOTION PARAMETERS OF OBJECTS**

**A.S. Kovalev, A.I. Zvizhinsky**

*Military Academy of Logistics named after  
Army General A.V. Khrulev, Penza branch,  
Penza, Russia*

CCTV systems collect, transmit and process information. They generate significant amounts of data and therefore place increased demands on bandwidth, software and hardware performance. Expanding the functionality of video surveillance systems to measure the motion parameters of large objects increases their efficiency. An example of the use of video surveillance systems, which require determining the parameters of the movement of long objects, is the measurement of the speed of movement of large vehicles or saturated traffic flow in general.

**Keywords:** CCTV systems, traffic parameters, video image, traffic flow

## СМЕННОЕ СНЕГОПЛАВИЛЬНОЕ И ФИЛЬТРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Д.С. Игнашкин, В.В. Салмин

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описываются влияние и важность правильной утилизации снежных масс, а так же предлагается оборудование и методы её реализации.

**Ключевые слова:** снежные массы, снегоплавильное оборудование, снегоуборщик, фильтрующее оборудование

В зимний период времени снег на территории и дорогах неоспоримо является существенной проблемой на решение которой выделяют бюджет как государство, так и многие предприятия. Несвоевременная уборка снежных масс способна привести к аварийным ситуациям, и затруднению последующей утилизации слежавшегося и обледеневшего снега.

В городе снежные валы должны убирать при высоте более 50 см. На магистралях и вдоль пешеходных дорожек вал выше 90 см должен убираться в течение одного дня. На перекрестках, для избежания аварийных ситуаций, снежные массы должны быть минимальны. На парковках уборка производится при создании затруднения для транспортных средств.

В нынешнее время для утилизации снег вывозят на специальные полигоны для последующего таяния. Данный метод имеет множество недостатков, малую экономическую эффективность из-за необходимости вывозы снега, а также отсутствие фильтрации талой воды, что приводит к попаданию в почву вредных механических и химических примесей, таких как горючее, песок и т.д. [2].

Решением данной проблемы могут являться стационарные и мобильные снегоплавильные установки.

Стационарные снегоплавильные пункты расположены в крупных городах России. Зачастую это заглубленные железобетонные сооружения со встроенным технологическим оборудованием. Они способны использовать тепло из разных источников, например обратную воду ТЭЦ, канализационные стоки, любые виды твердого, жидкого или газообразного топлива. Полученная талая вода может сливаться в канализацию или на улицы. Основное преимущество стационарных пунктов в том, что отделение для плавления находится ниже уровня поверхности земли, и снег в него можно сгружать прямо из самосвалов. Тем не менее, при строительстве стационарного снегоплавильного пункта, необходимо предусмотреть место временного складирования снега, так как в моменты пиковых нагрузок и штатных или нештатных остановок может ока-

заться невозможным все самосвалы со снегом разгружать прямо в отсек плавления. Недостатком данного метода является высокая стоимость, вследствие которой широкое распространение стационарных снегоплавильных пунктов маловероятно, а так же отсутствие очистки получаемой талой воды.

Гораздо эффективнее использовать мобильные снегоплавильные установки, которые будут воздействовать на снежную массу прямо на месте [1]. Но не смотря на более высокую экономическую эффективность они тоже обладают рядом недостатков, таких как сезонная направленность без возможности использования техники в сторонних нуждах, а также отсутствие фильтрации получаемой талой воды.

Исходя из выше перечисленного установка сменного снегоплавильного и фильтрующего оборудования является актуальной на сегодняшний день темой.



Рисунок 1 – Ледовый комбайн ЛК-01

В первую очередь имеет смысл выбора техники для последующей установки на неё необходимого оборудования. Подходящим вариантом может являться ЛК-01 ледозаливочный, льдоуборочный ледовый комбайн (Рисунок 1) производимый предприятием ООО «Промышленное объединение «Автомедтехника». Данное техническое средство выпускается на базе автомобилей ГАЗ Садко Next, которые отличаются оптимальными показателями мощности, маневренности, проходимости. Максимальная ширина срезаемого слоя составляет 2,4 метра.

Кроме устройства для срезания, машина поставляется с баком (объем 4 кубических метра) и оборудованием для заливки льда. В случае необходимости в бак возможна установка тэнов для подогрева воды.

За счет возможности использования дополнительного навесного оборудования ледозаливочный, льдоуборочный комбайн может выполнять функции очистки снега и асфальта, а также поливки и дезинфекции газонов, дорог, тротуаров и площадок.



Преимуществами данной техники, в нашем случае, будут являться наличие бака с возможностью установки тэнов, который можно будет использовать как резервуар для плавления снега, а так же возможность установки сменного навесного оборудования для сбора снежных масс.

Рассмотрим варианты снегоуборочного оборудования.

В наше время снегоуборщики разделяют по типу рабочего цикла на одноступенчатые и двухступенчатые. В одноступенчатых разбивка и перенос снежных масс осуществляется одним и тем же агрегатом. К данному виду относятся роторные и фрезерные снегоуборщики. Двухступенчатые имеют два отдельных рабочих механизма отвечающих за разработку снежных валов и их последующий отброс в сторону или загрузку в транспорт. Таковыми являются фрезерно-роторные и шнекороторные снегоуборщики.

Роторные снегоуборщики - имеют простую конструкцию представляющую собой плуг с парой роторов. Такая техника хорошо подходит для очистки железнодорожных путей от снежных заносов, но в коммунальном хозяйстве применяется редко из-за малой эффективности при уборке улиц от плотного снега.

Фрезерные снегоуборщики отличаются от роторных установкой на плуг фрез, служащих для измельчения плотного снега. Минусами данной техники является высокий расход горючего и быстрый износ подшипников навесного механизма, что делает её использование экономически невыгодным.

Преимуществами одноступенчатых снегоочистителей являются компактность манёвренность и скорость, вследствие совмещения двух операций, а недостатком является малая производительность.

Фрезерно-роторные снегоочистители имеют как фрезу для перемалывания слежавшегося снега, так и роторы для отбрасывания получившейся снежной массы.

Шнекороторные снегоуборщики при помощи шнеков перемалывают снег и отбрасывают его в сторону, либо загружают в машину сопровождения. Преимуществом является большая надежность по сравнению с фрезерно-роторным снегоочистительным оборудованием.

Преимуществами двухступенчатых снегоочистителей являются возможность уборки слежавшегося снега до 3м в высоту и его последующим отбросом в сторону на 20м. Недостатками являются высокая цена, большие габариты и масса, медленное передвижение.

Наиболее подходящим вариантом будет шнекороторное сменное оборудование вследствие большей эффективности и надёжности.

Предлагается следующая технология уборки снега:

- 1) сбор снежных масс при помощи снегоуборочного шнекороторного оборудования и последующий его перенос в определённую ёмкость;
- 2) плавление снега в ёмкости с помощью стороннего оборудования или путём использования выхлопных газов;
- 3) грубая или тонкая очистка полученной талой воды с её последующей утилизацией или реализацией.

Делая вывод, можно сказать что применение съемного снегоплавильного и фильтрующего оборудования позволит как повысить экономическую эффек-

тивность за счёт отсутствия расходов на вывоз снега и возможности смены сезонного оборудования, так и улучшить экологический фактор вследствие очистки талой воды от загрязняющих примесей.

#### **Список использованных источников**

1. Шеногин, М.В. Данилина А.А. МОБИЛЬНЫЕ СНЕГОПЛАВИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА СУГ, В ГОРОДСКОМ КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ // Вестник магистратуры. – 2021. – №5-6(116). – С. 34-35.

2. Тудвасев, Д.С. Гуничева И.А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ТАЯНИЯ ГОРОДСКОГО СНЕГА: ПРИЧИНЫ И РЕШЕНИЕ. СНЕГОТОПИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КАК ВОЗМОЖНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2022. – С. 410-416

### **INTERCHANGEABLE SNOW MELTING AND FILTERING EQUIPMENT**

**D.S. Ignashkin, V.V. Salmin**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the impact and importance of proper disposal of snow masses, as well as equipment and methods for its implementation.

**Key words:** snow masses, snow melting equipment, snow blower, filtering equipment

**УДК 621.3.078**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МНОГООПЕРАЦИОННОГО СТАНКА С ЧПУ**

**Ю.В. Истомина, Н.А. Гусев**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье обосновывается актуальность исследования динамических процессов при проектировании металлообрабатывающих станков с ЧПУ; приводится математическая модель динамической системы многооперационного станка с ЧПУ; анализируется переходная характеристика системы, полученная для параметров чистовой обработки детали «Корпус».

**Ключевые слова:** многооперационный станок с ЧПУ, динамическая система, математическое моделирование, упругая деформация, переходная характеристика

Повышение требований к качеству обработки деталей при сохранении высокого уровня производительности вызывает необходимость исследования динамических процессов при проектировании металлообрабатывающих станков.

Так в процессе фрезерования на многооперационном станке с ЧПУ возникает сила резания, радиальная составляющая  $P_y$  которой вызывает относительное смещение инструмента и заготовки на величину упругой деформации  $y$ , пропорционально которой изменяется глубина резания. Новое значение составляющей силы резания  $P_{y1}$  приводит к новому смещению  $y_1$  в упругой системе станка и, таким образом, процесс повторяется. Это свидетельствует о том, что между упругой системой и процессом резания существует обратная связь, которая определяет замкнутость динамической системы станка (рис. 1).

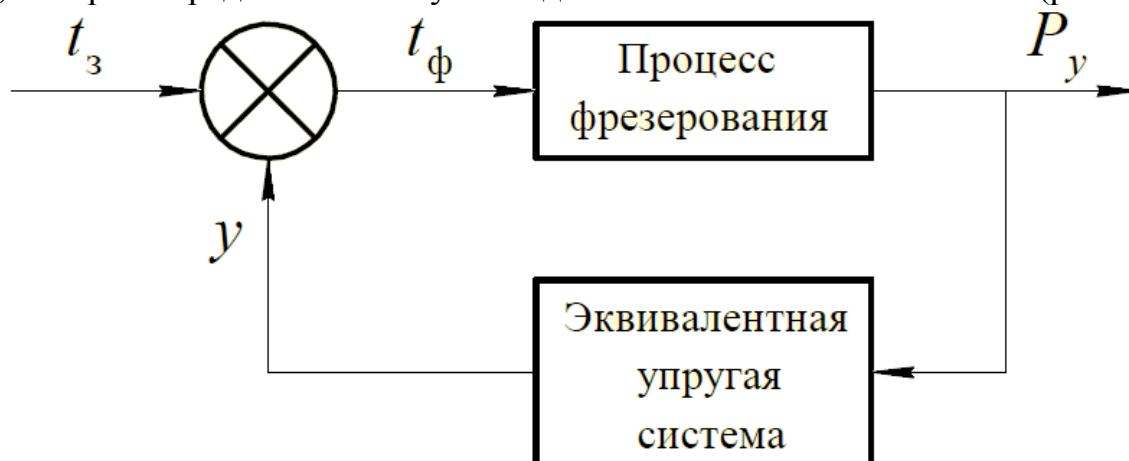


Рисунок 1 – Функциональная схема динамической системы станка

Для получения переходной характеристики динамической системы станка найдем передаточные функции, входящих в нее элементов.

Составляющие силы резания при фрезеровании торцевой фрезой [1]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n z K_{mp}}{D q n^w}; P_y = 0,35 P_z. \quad (1)$$

где  $C_p$ ,  $K_{mp}$  – эмпирические коэффициенты;  $C_p = 54,5$ ;  $K_{mp} = 0,12$ ;  $x$ ,  $y$ ,  $q$ ,  $w$  – показатели степени;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,74$ ;  $q = 1$ ;  $w = 0$ ;  $S_z$  – подача на зуб фрезы;  $S_z = 0,24$  мм/зуб;  $D$ ,  $z$ ,  $n$  – соответственно диаметр, число зубьев и частота вращения фрезы;  $D = 35$  мм;  $z = 8$ ;  $n = 3,6$  с<sup>-1</sup>;  $t$ ,  $B$  – соответственно глубина и ширина фрезерования;  $t = 1,5$  мм;  $B = 20$  мм.

Радиальная составляющая  $P_y$  силы резания при фрезеровании связана с параметрами обработки следующим уравнением:

$$P_y = k_p t_\phi, \quad (2)$$

где  $k_p$  – коэффициент зависимости составляющей силы резания от глубины резания при фрезеровании;  $t_\phi$  – фактическая глубина резания.

$$k_p = \left( \frac{\partial P_y}{\partial t_\phi} \right)_0 = \frac{3,5 C_p S_z^y B^n z K_{mp}}{D^q n^w} x t_\phi^{x-1}. \quad (3)$$

Передающая функция процесса резания при фрезеровании:

$$W_{np}(s) = \frac{P_y(s)}{t_\phi(s)} = k_p. \quad (4)$$

Дифференциальное уравнение движения рабочего стола станка:

$$m \frac{dy^2}{dt^2} + \lambda \frac{dy}{dt} + cy = P_y, \quad (5)$$

где  $m$  – масса рабочего стола, приспособления и заготовки;  $m = 700$  кг;  $c$  – коэффициент жесткости динамической системы;  $c = 2 \cdot 10^7$  Н/мм;  $\lambda$  – коэффициент вязкого трения.

$$\lambda = \xi \sqrt{mc}, \quad (6)$$

где  $\xi$  – параметр затухания колебаний;  $\xi = 0,5$ .

Запишем уравнение (5) в стандартной форме:

$$\frac{m}{c} s^2 y + \frac{\lambda}{c} sy + y = \frac{1}{c} P_y, \quad (7)$$

где  $s = d/dt$  – оператор дифференцирования.

Введем обозначения:

$$T_1 = \sqrt{\frac{m}{c}}; T_2 = \frac{\lambda}{c}; k_{эус} = \frac{1}{c}, \quad (8)$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – постоянные времени;  $k_{эус}$  – коэффициент передачи эквивалентной упругой системы (ЭУС).

Тогда с учетом (8) выражение (7) примет вид:

$$T_1^2 s^2 y + T_2 sy + y = k_{эус} P_y. \quad (9)$$

Из выражения (9) получим передаточную функцию ЭУС:

$$W_{эус}(s) = \frac{y(s)}{P_y(s)} = \frac{k_{эус}}{T_1^2 s^2 + T_2 s + 1}. \quad (10)$$

Тогда передаточная функция динамической системы станка с единичной обратной связью будет иметь вид:

$$W(s) = \frac{y(s)}{t_3(s)} = \frac{k_p k_{эус}}{T_1^2 s^2 + T_2 s + 1 + k_p k_{эус}}, \quad (11)$$

где  $t_3$  – заданная глубина резания при фрезеровании.

Характеристическое уравнение динамической системы станка:

$$\frac{T_1^2}{1 + k_p k_{эус}} s^2 + \frac{T_2}{1 + k_p k_{эус}} s + 1 = 0. \quad (12)$$

Введем обозначения:

$$C_0 = \frac{T_1^2}{1 + k_p k_{эус}}; C_1 = \frac{T_2}{1 + k_p k_{эус}}. \quad (13)$$

С учетом (13) уравнение (12) примет вид:

$$C_0 s^2 + C_1 s + 1 = 0. \quad (14)$$

Введем новые постоянные времени  $T_{3,4} = -1/s_1 s_2$  и, учитывая, что  $s_1 s_2 = \frac{1}{T_1^2}$ , запишем передаточную функцию динамической системы станка [2]:

$$W_{\text{зп}}(s) = \frac{k}{(T_3 s + 1)(T_4 s + 1)}, \quad (15) \text{ где } k - \text{коэффициент передачи динамической}$$

системы.

$$k = \frac{k_p k_{\text{эус}}}{1 + k_p k_{\text{эус}}};$$

$$T_{3,4} = \frac{C_1}{2} \pm \sqrt{\frac{C_1^2}{4} - C_0}.$$

Тогда переходная функция динамической системы станка будет иметь вид:

$$y(t) = k t_3(t) \left[ 1 - \frac{T_3}{T_3 - T_4} e^{\frac{-t}{T_3}} + \frac{T_4}{T_3 - T_4} e^{\frac{-t}{T_4}} \right]. \quad (16)$$

Моделирование переходного процесса динамической системы многооперационного станка с ЧПУ осуществлялось с помощью математического пакета MathCAD 15 при подаче на вход воздействия в виде ступенчатой функции. Полученная переходная характеристика приведена на рис. 2.

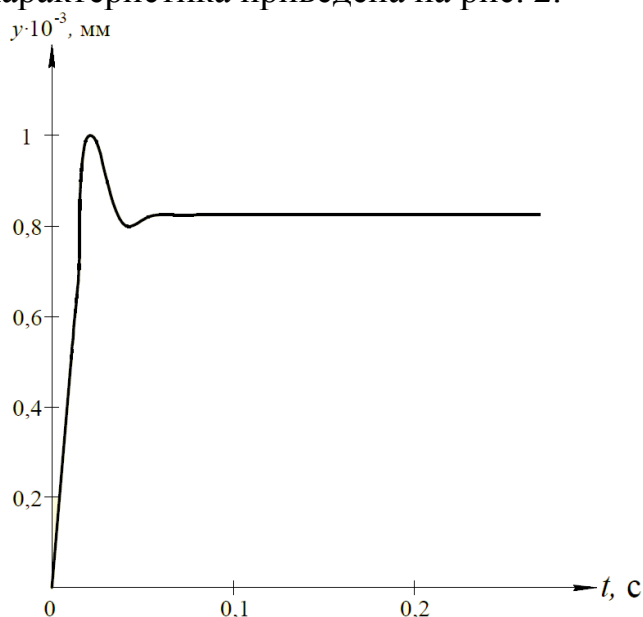


Рисунок 2 – Переходная характеристика динамической системы станка

Анализ полученной переходной характеристики показал, что упругое смещение инструмента и заготовки, происходящее в процессе обработки, составляет  $0,82 \cdot 10^{-3}$  мм.

### Список использованных источников

1. Косилова, А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 2. – Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.

2. Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2009. – 336 с.

## **SIMULATION OF THE DYNAMIC SYSTEM OF A MULTI-OPERATION CNC MACHINE**

**Yu.V. Istomina, N.A. Gusev**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article substantiates the relevance of the study of dynamic processes in the design of CNC metalworking machines; presents a mathematical model of the dynamic system of a multi-operation CNC machine; analyzes the transient characteristic of the system obtained for the parameters of the finishing of the part «Housing».

**Keywords:** multi-operation CNC machine, dynamic system, mathematical modeling, elastic deformation, transient characteristic

**УДК 614.84**

## **К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ**

**А.С. Ишмеева, А.Э. Галин**

*Уфимский Университет Науки и Технологий,  
г. Уфа, Россия*

В статье приводится перечисление основных причин возгорания. Приведена статистика пожаров по видам. Отличия пожарной безопасности в зданиях нежилого сектора. В работе пишется о действиях во время пожара. Какие профилактические мероприятия проводит МЧС России.

**Ключевые слова:** многоквартирные жилые дома, пожарная безопасность, риски возникновения пожаров

Актуальность проблемы заключается в том, что пожар в квартире очень опасное явление, и если же он происходит, то необходимо действовать быстро и принимать правильные решения, чтобы не допустить серьезных негативных последствий, в том числе и человеческую гибель. Пожар - это неконтролируе-

мое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

При возникновении очага возгорания движущееся пламя появляется не сразу. Огонь должен набрать силу, и через 20-25 сек. на окружающее пространство начинают воздействовать опасные потоки огня. Наибольшую силу и интенсивность такие лучи набирают при горении технологического оборудования или установок. Для того чтобы приблизиться к ним ближе, чем на 10 м требуется специальная защитная одежда.

Как правило, к основным причинам возгорания в квартирах относятся:

1) некорректная работа или испорченность электроприборов или электронной сети. Обычно подобная причина возгорания присуще дома, в которых давно не осуществлялся капитальный ремонт, где большой процент изношенности проводки. Нестабильная работа сети, а именно периодические скачки напряжения, приводящие к неисправности электроприборов также могут быть причиной возгорания.

2) газовая утечка. Конфорка, которая не была выключена, выход из строя газопровода или его повреждение одни из распространённых причин возгорания. Подобные случаи имеют особенность быстрой скорости распространения огня и также есть опасность взрыва.

3) не аккуратное пользование детей огнём. Как правило то, что детям запрещают вызывает у них огромное влечение, особенно огонь. Спички или зажигалка, которые были оставлены без присмотра на видном месте, могут стать причинами возгорания. Ведь даже маленькая и случайная искра может стать причиной огромного возгорания.

4) отопительные приборы, которые были выполнены самодельным образом или имеющие дефект, могут стать обстоятельством возникшего пожара. У радиаторов отопления, часто применяемых в зимний период, может произойти течь масла, что вызовет быстрое развитие огня.

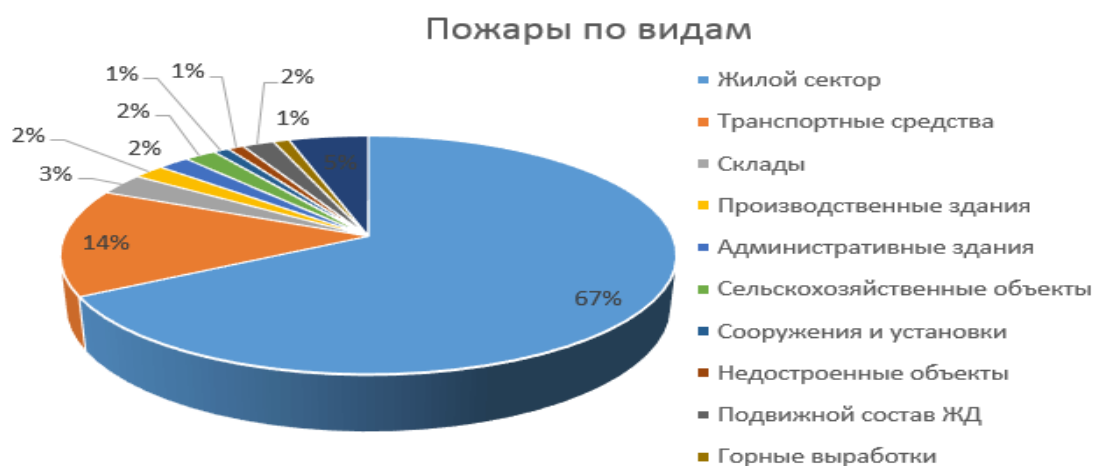


Рисунок 1 – Статистика пожаров за 2015-2019 года

5) печи и камины относятся к распространённым причинам появления горения. Из них может случайно вылететь зола или даже просто открытая дверь топки вызывают возгорание.

6) легкомысленность или неаккуратное обращение с огнём, свеча, которую забыли погасить, или не до конца потушенный листок бумаги, выброшенный в мусорный бак, могут вызвать горение.

7) наиболее распространённой причиной возгорания является именно не до конца потушенная сигарета. Примером может быть сигарету, которую кинули в окно, она попала на открытый балкон и вызвала пожар. Или же её бросили в мусорный бак, либо человек уснул с горячей во рту сигаретой. Всё это может привести к появлению горения.

Наиболее существенными в причинение материального вреда и трудности тушения горения являются пожары, которые были вызваны в ходе электротехнических причин. Согласно статистике на долю таких пожаров приходится до 50 % случаев из общего числа возгорания. До 67 % всех пожаров происходит в жилом секторе. По статистике МЧС России за 9 месяцев 2021 года произошло 314 461 пожаров на которых погибло 5 900 человек, получил травмы 6 301 человек.

В городской местности зарегистрировано 170 454 пожаров это 54 % от всего количества, на которых погибло 3 104 человека, в том числе 148 несовершеннолетних, получили травмы 4 145 человек .

Основными причинами пожаров в городской местности являются

1. Неосторожное обращение с огнем – 122 258 пожаров, в том числе:

- неосторожное обращение с огнем при курении – 19 776;
- детская шалость – 870.

2. Аварийный режим работы электрических сетей и оборудования – 22 815.

3. Нарушение правил устройства и эксплуатации печного оборудования 7 868.

4. Поджог – 5 515.

5. Нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств 5 330.

6. Иные причины – 6 668.

Обстановка с пожарами по группам объектов в городской местности

В торгово-развлекательных центрах и подобных объектах зарегистрировано 145 пожаров, на которых не было зарегистрировано погибших людей и травмировано 2 человека. Следствием этому является высокий уровень пожарной безопасности в зданиях подобного типа. Закон регулирует противопожарную защиту в этих зданиях, обязывает начальников производить периодические испытания противопожарных систем и проводить инструктаж с работниками. Исходя из этого, следует знать действия, которые нужно выполнять в случае появления возгорания в квартире.



В случае если вы находитесь рядом с очагом возгорания или увидели возгорание в своём доме следует выполнять ряд действий, которые могут сохранить вашу жизнь и ваших близких, а также людей которые находятся рядом с вами.

Перечень действий, которые нужно произвести при пожаре в квартире:

1) нужно позвонить в пожарную охрану и сообщить всю информации о возгорании

2) осуществить эвакуацию людей, которые не могут это сделать по физическим причинам. Людей нужно выводить за границы здания, при этом использовать лифт категорически запрещено.

3) нужно полностью отключить всю электроэнергию в квартире.

4) если величина площади горения маленькая, то следует попытаться локализовать возгорание самостоятельным путём, применяя подручные средства.

5) в случае горения такой жидкости, как масло или растворитель, то необходимо помнить, что попытки залить водой только могут ухудшить ситуацию. Хорошим средством в данном случае может послужить, например войлок или какой-либо другой плотный материал

6) если произвести тушение своими силами не получилось и ещё существует риск для жизни, в этом случае необходимо как можно оперативно покинуть помещение, предварительно закрыв все окна и двери.

7) если отсутствует возможность покидания помещения через дверь, то следует идти на балкон, максимально плотно закрыв за собой дверь, при наличии пожарной лестницы выполнить эвакуацию по ней. Если отсутствует лестница и находится на балконе остаётся небезопасным, то можно применить для спуска импровизированный канат и разнообразные шланги.

Также нужно помнить один очень главный аспект, что электрические устройства, которые включены в сеть, запрещено тушить водой. Если горит телевизор, холодильник или утюг, а также другие бытовые приборы – необходимо полностью обесточить квартиру или сам источник огня. Чтобы можно было безопасно выдернуть шнур из розетки, необходимо заранее продумать безопасное её расположение или использовать только те розетки, из которых можно вытащить шнур без опасности для жизни и здоровья. На начальном этапе возгорания, нужно накрыть источник шерстяным одеялом или плотной тканью, при этом нужно сильно прижать по краям с целью недопущения подпиткой кислородом. Если после этих действий горение не прекратилось, необходимо быстро покинуть помещение.

Таким образом, пожары в квартирах – это очень опасное явление, так как могут пострадать не только ваша семья и квартира, но и весь дом. Для того чтобы сохранить свою жизнь необходимо знать правила в случае пожара в квартире. Применяя их можно сохранить свою жизнь или даже исключить возможность возгорания.

## Список использованных источников

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
3. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. № 103. – С. 188-192.
4. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.
5. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.
6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.
7. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафигов А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.
8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## TO THE QUESTION OF ACTIONS IN CASE OF A FIRE IN AN APARTMENT

**A.C. Ishmeyerova, A.E. Galin**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article lists the main causes of fire. The statistics of fires by type are given. Differences in fire safety in non-residential buildings. The work is written about actions during a fire. What preventive measures are carried out by the Ministry of Emergency Situations of Russia.

**Keywords:** apartment buildings, fire safety, fire risks

## ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ В ПОМЕЩЕНИИ

А.С. Ишмеева, А.Н. Сергеева

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В статье подробно рассмотрен процесс горения, также классификации пожаров и способы их предотвращения, описан процесс пожаротушения инертными газами, выделены основные преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** инертные газы, классификации пожаров, источник возгорания, окислитель, химическая активность, ингибиторные разбавители, пожаротушение

С самых древних времен добыча огня была сложным, кропотливым процессом, но с если рассматривать с химической точки зрения, это интенсивный процесс окисления или горения, который сопровождается выделением тепловой энергии, именно она и требовалась древним людям для поддержания температуры в жилище, для приготовления пищи, а также для освещения территории в темное время суток. Методом проб и ошибок, человек начал осознавать, что процесс горения имеет свойство к самораспространению, в результате чего может воспламениться все в округе. Безусловно, способов предотвращения огня достаточное количество, самое распространенное и универсальное – вода, но случаются такие пожары и возгорания, которые погасить ею не получается, например, если воспламеняются химические вещества или их соединения, а именно кремнистое железо, фосфористый кальций, хлорсульфит и другое. В рамках статьи рассмотрим подробнее способы предотвращения пожаров, а именно при помощи применения инертных газов.

Огонь появляется в результате экзотермической реакции, с участием в ней окислителя – кислорода, который взаимодействует, как правило, с углеродом, в результате чего возникают продукты горения, а именно сажа, дым токсичные продукты и другое. Следует выделить, что для возникновения и поддержания огня необходимы три составляющих, ими являются: горючее вещество, окислитель и источник возгорания. Без перечисленных компонентов возникнуть и поддерживаться огонь не может.

Безусловно, пожар является неконтролируемым процессом, но благодаря технологиям и новшествам, таким как автоматические системы пожаротушения или водяные системы пожаротушения, время пожара максимально сокращается.

Не стоит забывать, про разновидности или как принято называть – классификации пожаров:

- горение твердых материалов (А), оно может сопровождаться, как сопровождаться тлением, так и не сопровождаться;
- горение легковоспламеняющихся или горючих жидкостей (В), они могут быть растворимыми и нерастворимыми в воде;
- горение газов (С), например, пропана или ацетилена;
- горение металлов (D), например, легких, щелочных, а также их сплавов;
- горение электроустановок (Е);
- горение ядерных или радиоактивных материалов (F);

Бесспорно, предотвращение горения, перечисленных классов пожара также различается, например, твердые материалы лучше тушить воздушно-эмульсионным огнетушителем либо же водными или пенными. Если рассматривать тушение легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), то производится это самым универсальным способом – тонкораспыленной водой, а также пенной средней кратности. Воспламенённые металлические сплавы и сами металлы, в свою очередь, прекращают горение благодаря огнетушащим порошкам на основе карбоната натрия, окиси алюминия и др.

Следует указать, что электрооборудование возгорается за считанные секунды и также может находиться под напряжением, поэтому их тушение также отличается. Оно может производиться при помощи применения инертных газов, которые отличаются своей низкой химической активностью, представляют собой одноатомные газы, которые не имеют цвета, запаха и вкуса. К инертным газам относят: азот, углекислый газ, топочные газы, сернистый газ.

Рассмотрим подробнее процесс тушения электроустановок инертными газами. При поступлении инертных газов на очаг возгорания моментально понижается концентрационная способность окислителя, заметно уменьшается скорость развития пожара, и затем наблюдается прекращение горения. Также стоит отметить, что вышеперечисленный вид пожаротушения находит свое применение для объемных, масштабных возгораний электроустановок, но есть и небольшие исключения для проведения данного процесса, а именно: необходимость отключения питания установки от сети, а также если она находится под напряжением, то оно не должно превышать 10 кВ, ну и помимо этого, возможно предотвращение воспламенения горючих жидкостей с небольшой площадью поверхности. Несомненно, двигатели внутреннего сгорания и различные виды электродвигателей также при помощи применения инертных газов могут прекратить поступление окислителя на место возгорания и прекратить действия огня. Бесспорно, применение данного вида пожаротушения необходимо в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом для ликвидации распространения огня.

Необходимо отметить следующее, что пожаротушение производится не самими инертными газами, а непосредственно, химическими смесями с инертными разбавителями или как их еще называют – ингибиторами горения. Наиболее известным и распространенным составом среди ингибиторных разбавителей является диоксид углерода. У данного соединения есть очень интересная особенность, при выходе из средства пожаротушения, диоксид образует пушистые комки, которые похожи на хлопья снега, и при попадании на очаг возгорания они охлаждают поверхность и прекращают горение.

Выделим основные материалы, пожаротушение которых не следует осуществлять с помощью инертных разбавителей:

1. Гидриды пирофорных веществ, то есть гидриды веществ, которые способны самовоспламеняться;

2. Полимерные материалы и смеси, которые имеют способность к самовозгоранию, а также склонность к тлению или воспламенению без доступа воздуха;

3. Порошковые металлы, к ним можно отнести: калий, титан, натрий, магний и другое;

4. Сыпучие, пористые или волокнистые материалы, а также любые другие, которые имеют склонность к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества, примером могут послужить деревянные опилки, мука любого состава и другое.

Невозможно не согласиться, что пожаротушение при помощи инертных разбавителей имеет большой масштаб в области применения, но помимо этого имеет еще ряд преимуществ: безопасность объекта тушения, обладает отличной диэлектрической способностью, наилучший эффект при пожаротушении в закрытом пространстве.

К недостаткам можно отнести: опасность поражения людей, поскольку при пожаротушении данным составом происходит снижение содержания кислорода в воздухе, который необходим для жизнедеятельности человека, ограничение возможности применения при пониженной температуре, ограничение размеров защищаемых помещений;

Исходя из всего вышесказанного следует, что пожар это достаточно сложный процесс, но его предотвращение возможно и необходимо, для безопасности людей и всего, что нас окружает. Конечно, пожары бывают самые различные, но те которые возможно предотвратить с помощью инертных разбавителей, несомненно, будут прекращены. Применение инертных газов в огне-тушащем составе – это, бесспорно, отличное нововведение человечества, но всегда нужно помнить, где и в каких ситуациях мы можем этим воспользоваться.

### **Список использованных источников**

1. Харисова, З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. – С. 305-308.

2. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.

3. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.

4. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. № 103. – С. 188-192.

5. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.

6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.

7. Аксенов, С.Г., Хабибрахманов Э.И., Харисова З.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.

8. Аксенов, С.Г., Сулейманова А.И., Харисова З.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **EXTINGUISHING FIRES WITH INERT GASES INDOORS**

**A.S. Ishmееva, A.N. Sergeeva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article describes in detail the gorenje process, as well as the classification of fires and ways to prevent them, describes the process of extinguishing with inert gases, highlights the main advantages and disadvantages.

**Keywords:** inert gases, fire classifications, ignition source, oxidizer, chemical activity, inhibitory diluents, firefighting

**УДК 614.801**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧС В ЗДАНИИ КОТЕЛЬНОЙ**

**А.С. Ишмеева, М.Е. Ванюшова**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В данной статье исследуется вопрос организации мероприятий по ликвидации ЧС в здании котельной. Описываются возможные опасности, которые могут возникнуть в результате инцидентов в котельной, и рассматриваются меры по предотвращению и устранению их последствий.

**Ключевые слова:** ликвидация ЧС, мероприятия, здание котельной, безопасность, эвакуация, планирование, обеспечение пожарной безопасности, оборудование, оценка рисков

Организация мероприятий по ликвидации ЧС (чрезвычайной ситуации) в здании котельной является актуальной темой, поскольку это имеет прямое отношение к обеспечению безопасности жизни и здоровья людей, а также сохранению имущества. Здание котельной - это место, где работает высокотехнологичное оборудование, которое может представлять угрозу для окружающих, если произойдет аварийная ситуация. В случае возникновения ЧС в котельной, необходимо оперативно и эффективно организовать мероприятия по ликвидации последствий, чтобы минимизировать ущерб и уберечь людей от опасности. Также важным аспектом является подготовка персонала к таким ситуациям, а также обеспечение необходимого оборудования и инфраструктуры для оперативных действий.

Во всех зданиях, особенно в промышленных предприятиях и жилых домах, котельные являются важным инженерным элементом. Они обеспечивают теплоснабжение и горячее водоснабжение в здании. Тем не менее, котельные, как и другие инженерные коммуникации, могут стать причиной возникновения ЧС в здании.

ЧС в котельной может привести к различным опасным инцидентам, которые в свою очередь приводят к большим последствиям. Самые распространенные из них это:

1. Пожар: в котельной используются высокотемпературные установки, что может привести к возгоранию. Это может произойти из-за перегрева котла, неисправности оборудования, неправильной работы отопительной системы и т.д.

2. Взрыв: кроме пожара, есть риск взрыва газовых баллонов или других газообразных средств, которые используются в котельной. Это может произойти из-за проблем с газопроводом или неправильной эксплуатации оборудования.

3. Отравление угарным газом: если котлы не работают должным образом, то возможно выпускание угарного газа. Угарным газом можно отравиться, даже если он не пахнет.

4. Повреждение системы отопления: в результате ЧС в котельной может произойти повреждение труб, оборудования и отопительных радиаторов. Это может привести к прекращению подачи тепла в жилой дом или здание.

5. Загрязнение окружающей среды: есть риск загрязнения окружающей среды в результате утечки топлива, масла или химических веществ, которые используются в котельной. Это может повлечь за собой негативные последствия для здоровья людей и животных в окрестных районах.

ЧС в котельной может произойти вследствие многих причин, включая недостаточное обслуживание и ремонт оборудования, нарушение правил техники безопасности, в том числе несоблюдение технологического режима рабо-

ты, ошибки операторов, которые могут привести к выходу из строя оборудования или возгоранию, неблагоприятные погодные условия (например, сильные морозы, сильные ветра и дожди). Но в случае ЧС, связанных с котельными, организация правильных мероприятий по их ликвидации может спасти множество жизней и значительно сократить материальные потери.

Организация мероприятий по ликвидации ЧС в здании котельной – это важный аспект обеспечения безопасности в данной области. Тщательное внедрение этих мер позволит гарантировать безопасность персонала и окружающих жителей и привести к сокращению материальных потерь в случае возникновения ЧС в здании котельной.

Для того чтобы грамотно выполнять мероприятия по ликвидации ЧС в здании котельной, необходимо иметь специализированные планы действий и персонал, обученный действовать в экстремальных условиях, умеющий правильно оценивать ситуации и принимать решения, направленные на минимизацию ущерба.

Организация мероприятий по ликвидации ЧС в здании котельной должна быть предварительно готовой и состоять из следующих шагов:

1. Создание плана ЧС. Обязательно нужно разработать план ЧС, который должен содержать информацию о том, какие меры должны быть приняты в случае ЧС в котельной. План должен включать список контактов в экстренных ситуациях, ответственных лиц и перечень инструментов и оборудования, необходимых для проведения работ.

2. Установление системы оповещения. Необходимо установить систему оповещения, чтобы быстро информировать о происшествии, и убедиться, что она работает исправно.

3. Проведение обучения и тренировок. Как и в случае других ЧС, обучение и тренировки являются ключевыми факторами, которые помогают сохранить жизни людей и сократить ущерб. Сотрудники должны знать, как действовать в случае ЧС и как использовать инструменты и оборудование.

4. Проверка и обслуживание оборудования. Регулярная проверка и обслуживание оборудования помогут сократить вероятность различных неисправностей, включая те, которые могут привести к ЧС.

5. Организация эвакуации. Необходимо определить места для эвакуации людей из здания, а также установить правила и процедуры эвакуации. Как правило, жители и сотрудники должны быть эвакуированы как можно скорее до того, как начнут проводиться работы по ликвидации ЧС.

6. Первая помощь – в случае необходимости, следует обеспечить первую медицинскую помощь пострадавшим. Для этого необходимо иметь в наличии необходимые медицинские принадлежности и обученных специалистов.

7. Ликвидация причины ЧС – после эвакуации и оказания первой помощи, необходимо приступить к ликвидации причины возникновения ЧС. Например, если возникла пожарная ситуация, то необходимо вызвать пожарных и организовать их работу.



8. Восстановление работоспособности котельной – после ликвидации причины ЧС, необходимо провести диагностику и ремонт оборудования, чтобы восстановить работоспособность котельной и предотвратить возможные последствия ЧС.

9. Анализ ситуации – после окончания мероприятий по ликвидации ЧС, следует провести анализ ситуации и выработать рекомендации для предотвращения подобных инцидентов в будущем.

Все мероприятия по ликвидации чрезвычайной ситуации в здании котельной должны проводиться в соответствии с установленными нормами и правилами безопасности. Кроме того, необходимо обеспечить наличие необходимого оборудования и обученного персонала для проведения оперативных мероприятий.

Управление котельной - это очень сложное и ответственное занятие, и в случае ЧС в здании котельной важно проводить все необходимые мероприятия по их ликвидации. Здесь требуется также тесное сотрудничество с органами пожарной безопасности и другими специализированными службами, чтобы быстро и точно реагировать на происшествия.

Итак, кратко организация мероприятий по ликвидации ЧС в здании котельной должна включать в себя разработку плана ЧС, установление системы оповещения, проведение обучения и тренировок, проверку и обслуживание оборудования, и организацию эвакуации. Все эти меры помогут предотвратить ЧС в здании котельной и снизить потенциальный ущерб.

### **Список использованных источников**

1. Харисова, З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. – С. 305-308.

2. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.

3. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.

4. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. № 103. – С. 188-192.

5. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.

6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.

7. Аксенов, С.Г., Хабибрахманов Э.И., Харисова З.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.

8. Аксенов, С.Г., Сулейманова А.И., Харисова З.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **ORGANIZATION OF MEASURES TO ELIMINATE THE EMERGENCY IN THE BOILER HOUSE**

**A.S. Ishmееva, M.E. Vanyushova**

*Ufa University of Science and Technologies,  
г. Ufa, Russia*

This article explores the organization of emergency measures in the boiler-room building. Possible dangers that may arise as a result of incidents in a boiler-room are described, and measures to prevent and eliminate their consequences are examined.

**Key words:** emergency elimination, measures, boiler house, safety, evacuation, planning, ensuring fire safety, equipment, risk assessment

**УДК 614.842**

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

**А.С. Ишмеева, Д.М. Ибрагимова**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В статье рассматриваются основные принципы работы автоматических систем пожаротушения, их разновидности, применение и эффективность в современных условиях, обсуждаются различные типы АСП и рассматривают их применение в различных типах зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** системы пожаротушения, контроль, пожар, здание, пожарная безопасность, стандарт, ущерб, причины пожаров, пожарная опасность, меры, сигнализация, эвакуация

В начале 1921 г. Россия стала первой страной, которая ввела обязательное противопожарное страхование. С тех пор в стране было реализовано множество мер по повышению пожарной безопасности, включая широкое внедрение технологии автоматических систем пожаротушения (АСП). Автоматические системы пожаротушения предназначены для обнаружения и тушения пожаров до того, как они успеют распространиться, что позволяет минимизировать ущерб и спасти жизни людей.

Российская Федерация добилась значительного прогресса в разработке и внедрении технологии АСП. В стране имеется целый ряд систем, включая системы на водной основе, газовые системы и системы на основе пены. Наиболее часто используются системы на водной основе, на них приходится около 70 % всех установок АСП в стране [3, с. 122]. Системы на основе газа также популярны, особенно в центрах обработки данных и других объектах, где повреждение водой может привести к катастрофе. Системы на основе пены менее распространены, но очень эффективны при тушении пожаров, связанных с легковоспламеняющимися жидкостями.

В Российской Федерации существуют проблемы в области внедрения систем автоматического пожаротушения, которые необходимо решить. Одной из основных проблем является стоимость установки и обслуживания. Системы АСП являются дорогостоящими, и текущее обслуживание также требует значительных затрат. В результате многие небольшие здания и предприятия не могут позволить себе данную технологию.

Другой проблемой является отсутствие стандартизации в технологии АСП. Хотя существует несколько типов систем, нет стандартизированного подхода к установке и обслуживанию АСП. Отсутствие стандартизации может затруднить владельцам и управляющим компаниям выбор правильной системы и ее надлежащее обслуживание.

Однако эти проблемы также открывают возможности для будущего развития технологии АСП в Российской Федерации. Например, есть возможность разработать более экономичные системы, которые легче устанавливать и обслуживать. Также есть возможность установить отраслевые стандарты для технологии АСП, чтобы владельцы и управляющие компании имели четкие рекомендации, которым они должны следовать.

Автоматические установки пожаротушения работают по принципу обнаружения и быстрого и эффективного тушения пожара. Основные принципы их работы можно описать следующим образом:

- 1) Обнаружение. Первым шагом в работе автоматической установки пожаротушения является обнаружение пожара. Система включает в себя детекторы, предназначенные для обнаружения тепла, дыма или пламени. При обнаружении пожара извещатели посылают сигнал на панель управления, которая активирует систему тушения.

- 2) Активация. Как только контрольная панель получает сигнал от извещателей, она активирует автоматическую систему пожаротушения. Активация может происходить несколькими способами, в зависимости от типа системы.

Например, водяная система может быть активирована путем открытия клапана, который позволяет воде течь по трубам, в то время как газовая система может быть активирована путем выпуска газа в защищаемую зону [6, с. 602].

3) Тушение. После активации системы в защищаемую зону выпускается огнетушащее вещество. Огнетушащее вещество может быть водой, пеной, газом или порошком, в зависимости от типа системы. Средство предназначено для тушения пожара путем удаления одного или нескольких элементов треугольника пожара - кислорода, топлива или тепла.

4) Контроль. После того как пожар потушен, систему необходимо контролировать, чтобы предотвратить дальнейшее повреждение. Например, система на основе воды может продолжать распылять воду на территорию после тушения пожара, что может привести к повреждению здания водой. Система может иметь механизм управления, который прекращает подачу воды после тушения пожара.

5) Сброс программы. Наконец, система должна быть сброшена, чтобы она была готова к работе в случае нового пожара. Система может включать механизм автоматического сброса, который сбрасывает систему через определенный период времени, или механизм ручного сброса, которым должен управлять человек.

В целом, такие системы пожаротушения работают по принципу обнаружения и быстрого и эффективного тушения пожара. Система включает в себя детекторы, которые обнаруживают пожар, панель управления, которая активирует систему, огнетушащее вещество, которое тушит пожар, механизм управления, который останавливает поток огнетушащего вещества, и механизм сброса, который сбрасывает систему после использования.

В настоящее время можно выделить три основных типа станций пожарной сигнализации: неадресные, адресные, адресно-аналоговые. В состав СПС входит извещатель пожарный, который бывает дымовым, тепловым, ручным, устройство дистанционного пуска, прибор приемно-контрольный пожарный и другие устройства. Извещатель пожарный производит обнаружение пожара, формирование и передачу сигнала на прибор приемно-контрольный пожарный. Прибор приемно-контрольный пожарный получает информацию от датчиков окружающей среды, предназначенных для обнаружения любых изменений, связанных с пожаром. ППКП также контролирует их работоспособность и обеспечивает автоматическое управление оборудованием и передачу информации, необходимой для подготовки объекта к пожару, в заданной последовательности.

Прибор приемно-контрольный пожарный подразделяют на автономные; локальной сигнализации; централизованной сигнализации.

С внедрением все более сложных технологий современные системы сигнализации могут предоставлять больше информации пожарным и службам экстренного реагирования. Во многих случаях они могут сделать больше, чем просто сообщить им, что в здании поднялась тревога.

Системы сигнализации также могут подключаться к системе вентиляции здания, противоподымной защиты и герметизации на лестничных клетках – все

это имеет решающее значение для безопасности жизни. Эти функции зависят от здания, в котором установлена система.

Автоматические системы пожаротушения являются важнейшим элементом повышения пожарной безопасности в Российской Федерации. Эти системы оказались весьма эффективными в снижении числа смертей, травм и материального ущерба, связанных с пожарами. Однако все еще существуют проблемы, требующие решения, такие как стоимость установки и обслуживания, а также отсутствие стандартизации в данной технологии. Решив эти проблемы, страна сможет и дальше оставаться лидером в разработке и внедрении технологии автоматического пожаротушения [7, с. 149].

В заключение следует дополнить, что внедрение эффективных систем автоматического пожаротушения имеет решающее значение для безопасности зданий и находящихся в них людей. Владельцы и управляющие компании должны предпринять необходимые шаги для обеспечения того, чтобы их системы были современными, хорошо обслуживаемыми и соответствовали стандартам безопасности. Российская Федерация может сыграть важную роль в содействии соблюдению и повышению безопасности путем установления и обеспечения строгого соблюдения национальных стандартов, их актуализации и создания стимулов для их реализации.

#### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
3. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
4. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43
5. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.
6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.
7. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.

8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **AUTOMATIC FIRE-EXTINGUISHING INSTALLATIONS**

**A.S. Ishmееva, D.M. Ibragimova**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

In the article the basic principles of automatic fire-extinguishing systems, their variety, application and efficiency in modern conditions are considered, different types of automatic fire-extinguishing systems are discussed and their application in different types of buildings and constructions is considered.

**Keywords:** fire-extinguishing systems, control, fire, building, fire safety, standard, damage, causes of fires, fire danger, measures, alarm, evacuation

**УДК 614.84**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ**

**А.С. Ишмеева, В.В. Минасян**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В данной статье рассматриваются возможности повышения эффективности мероприятий по профилактике пожаров в лесном фонде. Предложены различные профилактические меры и рассмотрены самые распространенные причины возникновения возгораний в лесном фонде.

**Ключевые слова:** лесной фонд, профилактические меры, предупредительные меры, возгорания, просвещение, эффективность, лесной массив, экологический потенциал

Лесной фонд – это один из главных ресурсов России. Леса в России занимают около 809 млн га, что составляет примерно 20 % от лесного фонда всего мира. В связи с климатическими условиями, а также из-за неосторожного обращения с огнем, площадь лесного фонда в России ежегодно сокращается приблизительно на 8,9 млн га. Только за 2022 год, произошло около 12 528 пожаров. Потери составили приблизительно 3,4 млн га. Причиной большинства лесных пожаров в 2022 году являлся человеческий фактор, а именно неосторожное

обращение с огнем во время майских праздников, умышленные поджоги и халатное отношение служб надзора. К сожалению, количество лесных пожаров с каждым годом не уменьшается, а напротив только растет. Опасность лесных пожаров не только в том, что наносится значительный материальный ущерб (около 20 млрд. руб.), но и в том, что восстановление леса занимает длительный срок, а именно – 15-20 лет. На сегодняшний день одной из приоритетных задач государства является защита и сохранение лесного фонда страны.

По характеру возникновения, пожары можно разделить на 2 группы:

- 1) Пожары, возникшие естественным путем;
- 2) Пожары, возникшие вследствие человеческого фактора.

Как было указано ранее, большинство лесных пожаров (не менее 80 %) происходит именно из-за халатного отношения к огню [2]. Поэтому мероприятия, направленные на профилактику предотвращения возгораний в лесу должны по большей мере быть направлены на граждан. Ущерб, производимый пожарами, многократно превышает расходы, направленные на охрану и защиту лесного фонда. Задачами государственной программы «Охрана и защита лесов», является повышение эффективности профилактических мер, защита леса от вредных организмов и нелегальной вырубке, что в конечном итоге должно привести к сокращению количества пожаров и ущербов, наносимых ими. Данные профилактические меры также сохраняют экологическое разнообразие и повысят ресурсный потенциал. Важно отметить, что показатели данной программы не учитывают климатические и географические особенностей регионов, ввиду этого, выявление эффективности профилактических мероприятий не представляется возможным [4].

Противопожарная пропаганда не является особым видом профилактических мероприятий согласно Лесному кодексу. Несмотря на это, пропаганда осуществляется посредством организации специализированных мест отдыха граждан; установкой указателей и знаков, содержащие правила поведения при нахождении [7]. Образовательные программы по вопросам профилактики лесных пожаров направлены, в основном, на детей и молодежь, для того чтобы простимулировать изменения в поведении на долгосрочную перспективу. Главная цель профилактических мер – уменьшение затрачиваемых средств и снизить количество лесных пожаров [1].

Вопрос снижения количества лесных пожаров в современном мире требует не только быстрого обнаружения возгораний и новых технологий, но и эффективных мер профилактики. Необходимы новые формы мер, методов и приемов противопожарной пропаганды, направленных на обеспечение безопасного поведения граждан в лесных массивах. Например, в образовательных учреждениях в качестве просветительных мер, размещаются плакаты и брошюры, а также в школьную программу включаются уроки безопасного поведения.

Как было указано ранее, примерно 80 % лесных пожаров случается вследствие неосторожного или халатного обращения с огнем. Высокий процент пожаров, произошедших по «неустановленным причинам» показывает, что выявление причин пожаров и виновных в возникновении пожаров находится на крайне низком уровне. В протоколах также не хватает конкретики формулировок причин возникновения возгораний [3]. В законодательстве на сегодняшний

день не существует четких предписаний о том, с помощью каких формулировок должны записываться причины пожаров в протоколы. Формулировка «неосторожное обращение с огнем» является слишком обширной, в следствие препятствуют эффективной разработке профилактических мер предупреждения возгораний. Таким образом, мы можем сделать вывод, что первым шагом к повышению эффективности профилактических мер, является необходимость четких формулировок при расследовании причин пожара [4].

Повышению эффективности также может поспособствовать конкретика в информационных сообщениях о правилах поведения на природе и в лесах, в частности. Например, сообщения «Берегите природу!» и «Берегите лес от пожара!» – звучат слишком размыто и не указывает конкретные необходимые действия. Также необходимо обеспечить доступность противопожарных аншлагов на местах отдыха граждан. Зачастую, они отсутствуют в местах, где их чтение является удобным, а располагают их в труднодоступных местах (например, на развилках дорог). Важно отметить, что важная информация написана мелким шрифтом, вследствие чего не является удобочитаемой [5].

Одной из частых причин возникновения лесных пожаров являются непотушенные сигареты. Зачастую, это происходит либо на туристических стоянках, либо на дорогах во время движения. Городские жители не имеют привычки тушить сигареты, ввиду того что бросая сигарету на асфальт не приносится большого вреда. Важно внедрить профилактическую работу среди граждан о последствиях подобного поведения, не только на природе, но и дома.

Установлено, что большинство лесных пожаров случается во второй половине дня. Распространенной причиной является непотушенный костер. Отмечается, что зачастую, костер оставляют те граждане, которые редко бывают на природе, в силу привычек, обусловленных жизнью в городе, ввиду того, что не принимают во внимание погодные условия [6].

Высокую эффективность могла бы принести такая профилактическая мера, как обучение преподавателей и руководителей туристических кружков практическим приемам тушения пожаров. Это бы привело к повышению пожарной грамотности и осознанности среди подрастающего поколения. В связи с тем, что уровень стресса у городских жителей возрастает с каждым годом, количество желающих провести досуг на природе будет только расти. Поэтому запрет на посещение лесных территорий будет являться неэффективной мерой. Для этого необходимо повышать сознательность граждан в вопросах, связанных с пребыванием на природе.

Эффективность противопожарной профилактики во многом определяется тем, как подается информация и ее качеством. Необходимо проводить исследования, связанные с тем, как человек реагирует на поступление информации подобного рода [8].

Таким образом, мы можем сделать вывод, что для повышения эффективности противопожарных мер, необходимо правильное информирование населения. При подаче информации, необходимо учитывать наиболее распространенные причины возгораний, а также излагать информацию в доступной и легко читаемой форме для населения. Большой эффективностью в долгосрочном плане обладает просвещение сотрудников образовательных учреждений, кото-



рые в свою очередь смогут обучить детей правилам и нормам. Ввиду того, что большинство пожаров происходит по вине человека – профилактические меры должны быть в первую очередь направлены на население.

### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Харисова З.И., Ишмеева А.С., Саитова К.А. Об алгоритмах расследования пожаров на объектах нефтяной промышленности // Закон и право. – 2022. – № 7. – С. 132-135.
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48.
3. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
4. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
5. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.
6. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.
7. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.
8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К., Ишмеева А.С., Елизарьев А.Н., Губайдуллина И.Н. // Fire process – расследование пожаров // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022660543, 06.06.2022. Заявка № 2022619900 от 27.05.2022.

## **IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF FIRE PREVENTION MEASURES IN THE FOREST FUND**

**A.S. Ishmееva, V.V. Minasyan**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

This article discusses the possibilities of improving the effectiveness of fire prevention measures in the forest fund. Various preventive measures are proposed and the most common causes of fires in the forest fund are considered.

**Keywords:** forest fund, preventive measures, preventive measures, fires, education, efficiency, woodland, ecological potential

## СИСТЕМА УПРАВЛЯЕМОГО ТУРБОНАДДУВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

А.А. Каргин, А.П. Жук

*Пензенский Государственный Университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описывается проблемы создания и эксплуатации турбокомпрессоров для высокофорсированных дизелей транспортного назначения.

**Ключевые слова:** система управляемого турбонаддува, турбокомпрессор, высокофорсированный дизель, электропривод

Проблемы создания турбокомпрессоров для высокофорсированных дизелей транспортного назначения (большегрузные автосамосвалы грузоподъемностью 120...200 т, тяжелая бронетанковая техника, суда для ВМФ) заключаются в следующем:

1. С увеличением форсировки дизелей по средне-эффективному давлению увеличивается зависимость экономичности дизеля от КПД турбокомпрессора. Максимальный КПД турбокомпрессора должен быть повышен с 0,58...0,6 до 0,64...0,67 и должен соответствовать режимам дизеля 0,5...0,7Ре ном., при приемлемом значении (0,6...0,62) на номинальном режиме. Для решения этой проблемы требуются новые подходы к газодинамике турбокомпрессора,

2. Увеличивается время переходного процесса дизеля при наборе мощности, что приводит к снижению маневренности конечного изделия и снижению его экономичности. Для уменьшения времени переходных процессов требуется создание компактных турбокомпрессоров с малой инерционностью ротора.

3. Высокофорсированные дизели имеют более крутую зависимость мощности от частоты вращения коленчатого вала (рисунок 1), что обусловлено характером протекания расходной характеристики газовой турбины (рисунок 2).

Это приводит к тому, что при эксплуатации конечного изделия (автомобиль, тягач и т.д.) на частичных режимах увеличивается относительная мощность привода вспомогательных агрегатов, которая зависит от квадрата частоты вращения коленчатого вала, и экономичность конечного изделия падает. Учитывая, что мощность вспомогательных агрегатов составляет около 10 % от эффективной мощности дизеля, повышение его мощности при частоте вращения коленчатого вала ниже номинальной является важнейшим резервом повышения экономичности конечного изделия. Существенное повышение мощности дизеля на частичных режимах без специальных мер повышению давления наддува на этих режимах невозможно без снижения экологических показателей, экономичности и термической прочности. Радикальное решение этого вопроса требует создания управляемых систем наддува.

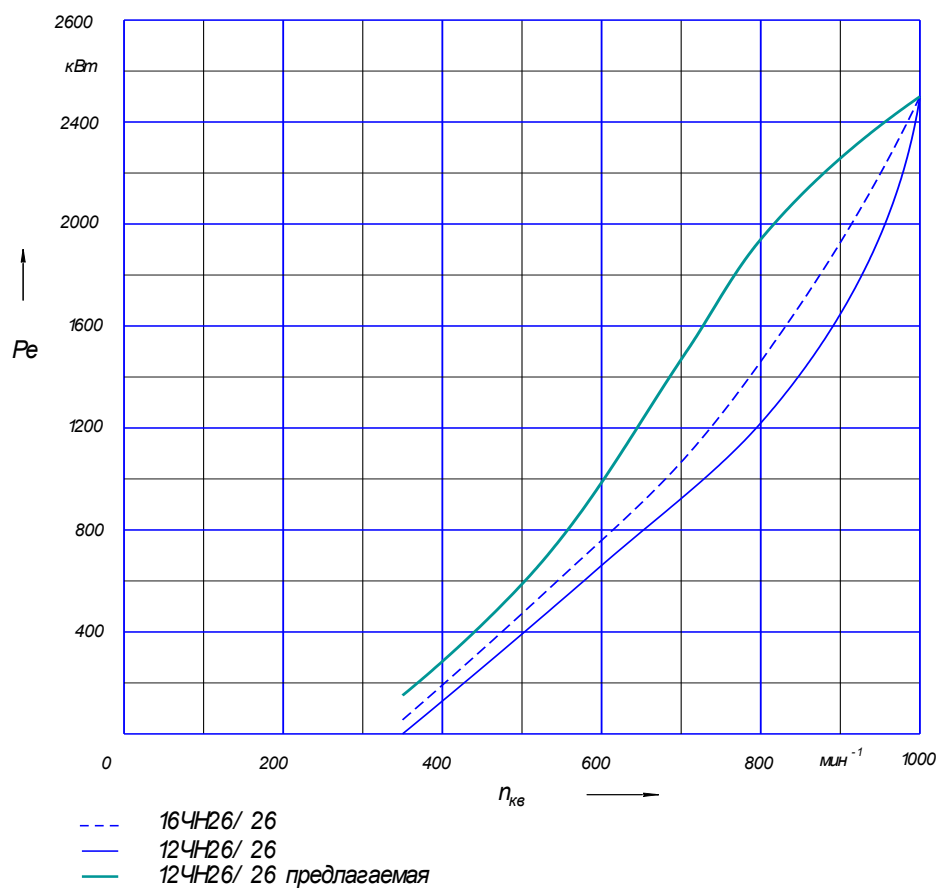


Рисунок 1 – Эксплуатационные характеристики дизелей

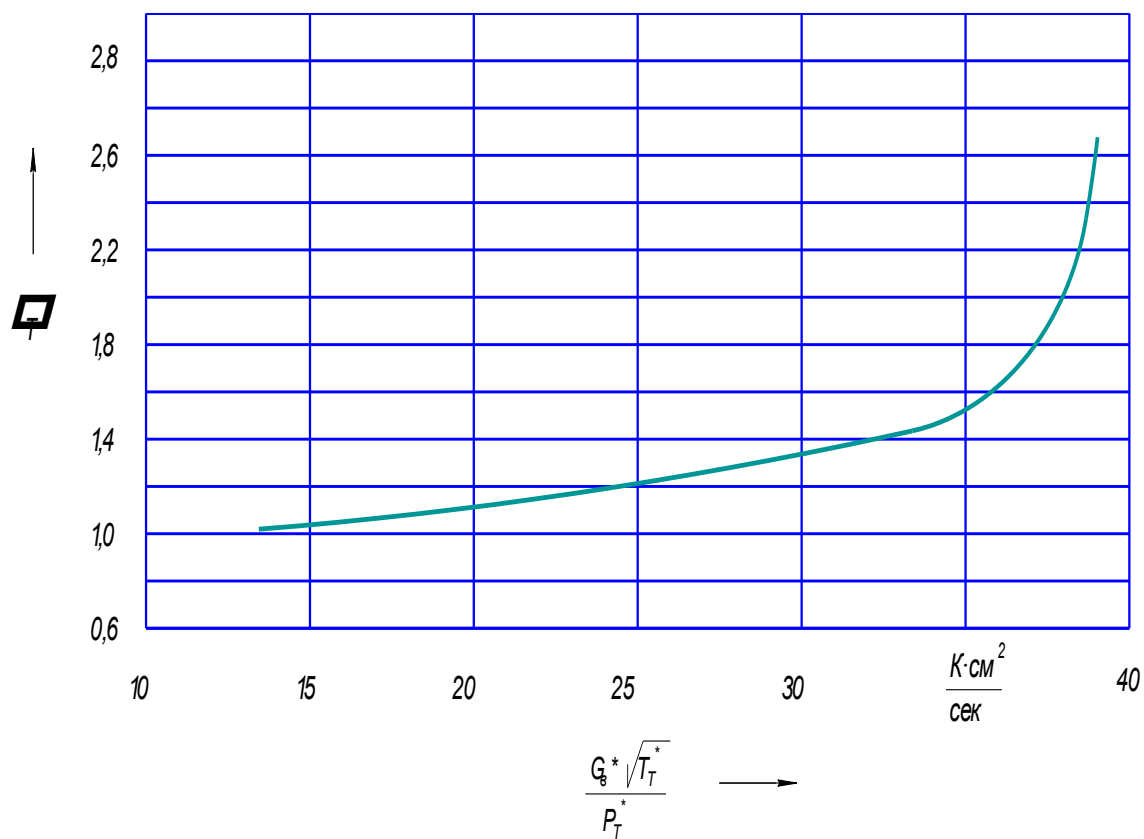


Рисунок 2 – Расходная характеристика турбины

На основании анализа существующих систем управления наддувом требования к разрабатываемой системе могут быть сформулированы следующим образом:

1 Управляемая система наддува должна обеспечивать оптимальное давление наддува в зависимости от цикловой подачи топлива на всех режимах (стационарных и переходных).

2 Быстродействие системы должно быть соизмеримо с быстродействием исполнительных механизмов системы регулирования дизеля.

3 Система должна позволять, как подвод, так и отвод мощности от ротора турбокомпрессора.

4 Управляющая система должна быть адаптирована к любому источнику электроэнергии, как по напряжению, так и по частоте.

5 Управляющая система не должна допускать превышения частоты вращения ротора над заданным предельно допустимым значением.

6 Управляемая система должна быть способна встраиваться в систему управления дизеля или в систему управления тепловоза.

Указанным требованиям в наибольшей степени соответствует управляемая система наддува, состоящая из турбокомпрессора, сагрегированного с ним обратимого электродвигателя – генератора, инвертора и электронной управляющей системы.

Базовая постановка задачи управления турбонаддувом предполагает наличие обратимого электродвигателя - генератора, который бы добавлял недостаточную мощность в структуру компрессор - турбина или выводил избыточную мощность.

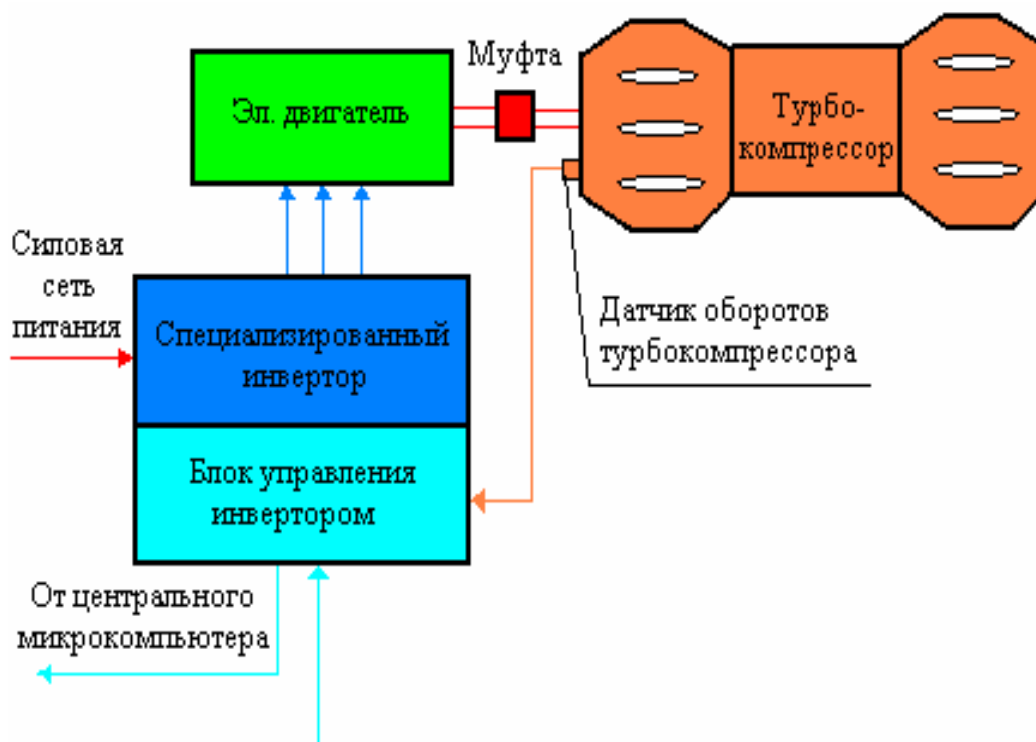


Рисунок 3 – Управляемая система наддува дизеля

При этом предполагается, что выбранный электропривод должен удовлетворять набору свойств:

- а) работа в полном диапазоне оборотов 1:5 (1:10);
- б) работа на больших скоростях (до 30000 об/мин);
- в) работа, как в моторном, так и в генераторном режимах на любых оборотах, легкость перевода из одного режима в другой, простота изменения уровня мощности при одних и тех оборотах;
- г) согласованность с источником энергии по уровню и виду напряжения;
- д) работа в условиях вибраций.

Общий ресурс электродвигателя и особенности эксплуатационного обслуживания должны быть согласованы с аналогичными параметрами турбокомпрессора.

Применение управляемой системы турбонаддува позволят повысить ресурс, экономичность и экологичность транспортных дизельных двигателей по сравнению с аналогами.

### **Список использованных источников**

1. Система регулирования наддува для дизелей типа Д49 перспективных тепловозов. – Пенза. СКБТ, 2005 – 103 с.
2. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов / Колчин А.И., Демидов В.П. – 3-е изд. Перераб. И доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 496 с.

## **CONTROLLED TURBOCHARGING SYSTEM FOR TRANSPORT DIESEL ENGINES**

**A.A. Kargin, A.P. Zhuk**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the problems of creating and operating turbochargers for highly accelerated diesel engines for transport purposes.

**Key words:** controlled turbocharging system, turbocharger, high-powered diesel engine, electric drive

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Л.В. Каркач

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

Работа посвящена компьютерному моделированию процесса одновременной раздачи и завивки трубной тонкостенной заготовки. Анализируются технологические силы и иные параметры процесса при разных факторах трения и проводится исследование того, как влияет трение на протекание процесса. В статье приводятся графики сил, полученные при разных трениях. Делаются выводы о том, как влияет трение на протекание процесса раздачи и завивки краевого участка трубной заготовки.

**Ключевые слова:** трение, раздача, листовая штамповка, технологическая сила, моделирование

Трение играет важную роль при производстве металлических изделий обработкой давлением. Трение может положительно сказаться на изготовлении детали, но как правило, чем оно выше, тем хуже для производства: повышается технологическая сила, ухудшается качество изделия, понижается точность размеров, повышается износ инструментальной оснастки [1-2]. Поэтому важно учитывать этот фактор в разных процессах, в том числе и в листоштамповочных [3-4].

Для оценки трения наиболее оптимально подходит компьютерное моделирование [5-7], что объясняется возможностью точно регулировать величину трения на разных поверхностях и при контакте разных частей деталей. В отличие от экспериментальных исследований, где варьировать трение очень сложно и точность его задания сильно может колебаться. Поэтому данная работа осуществляется при помощи компьютерного моделирования. Так были смоделированы процессы изгиба (завивания) торцевой части трубной заготовки с одновременной раздачей. Было сделано несколько моделей, каждая из которых повторяет остальные, за исключением только фактора трения. Были выбраны несколько коэффициентов трения Кулона: 0,1, 0,2 и 0,3.

Установлено, что с повышением трения увеличивается и технологическая сила, требуемая для осуществления процесса. При этом происходит постоянное увеличение силы с течением процесса. Происходят также колебания, которые связаны с погрешностью расчета и изменением формы.

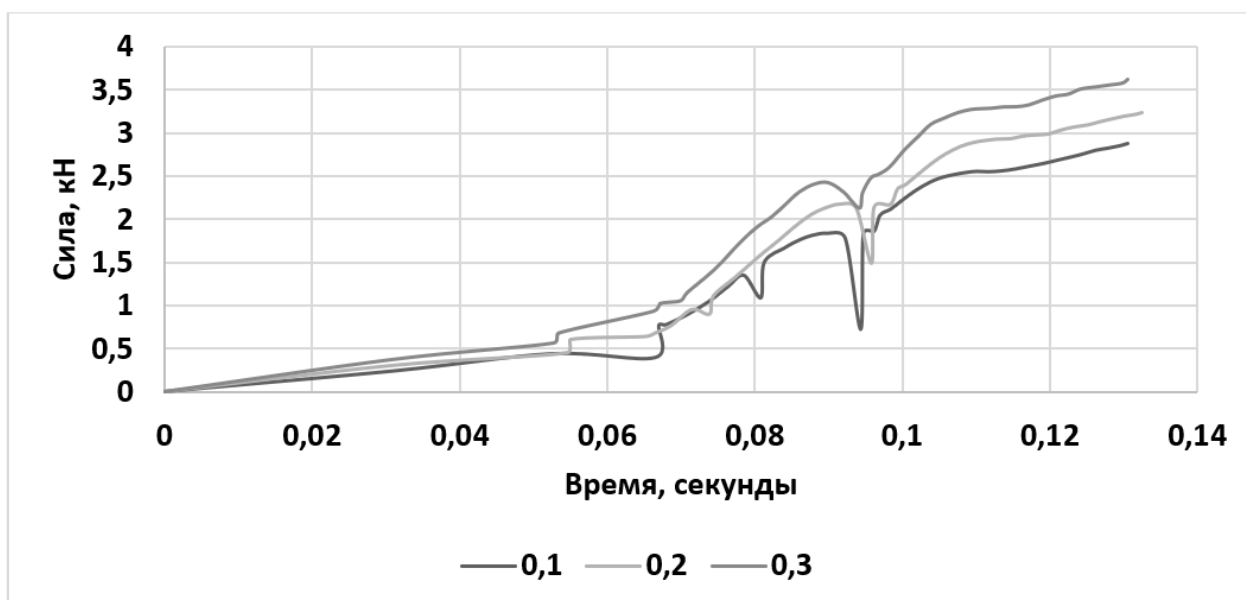


Рисунок 1 – Технологическая сила при разных коэффициентах трения Кулона

Далее была проведена оценка средних напряжений, которая показало, что в целом трение не оказывает влияние на распределение средних напряжений (рис. 2).



Рисунок 2 – Средние напряжения

В нижней части заготовки преобладают сжимающие напряжения, достигающие -120 МПа, в то время же в верхней части только растягивающие напряжения в пике, составляющие 100 МПа.

Таким образом, установлено, что с увеличением трения увеличивается требуемая технологическая сила для осуществления процесса, также выявлено,

что изменение трения не оказывает влияния на средние напряжения, на их распределение и максимальные величины.

### **Список использованных источников.**

1. Яковлев, С.С. Ковка и штамповка. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под общ. ред. С.С. Яковлева; ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – Москва: Машиностроение, 2010. – 732 с.
2. Капустин, Н.М. Комплексная автоматизация в машиностроении [Текст]: учебник для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, Н.П. Дьяконова; под ред. Н. М. Капустина. – Москва: Академия, 2005. – 366 с.
3. Бурдуковский, В.Г. Технология листовой штамповки: учебное пособие / В. Г. Бурдуковский. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 224 с.
4. Раскрой листового материала при изготовлении деталей в заготовительных цехах авиационных заводов/А.С. Морголенко, В.Г. Данченко, Ю.А. Пономарев. - Учебное пособие. - Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 59 с.
5. Яковлев, С.С. Сравнение силовых и деформированных параметров вытяжек с утонением и локальным утонением стенки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – № 10. – С. 197-200.
6. QForm 2D/3D Программа для моделирования процессов обработки металлов давлением Версия VХ. Часть 2. Руководство пользователя. – «Квантор-Форм», 2018. – 431 с.
7. Каркач, Л.В. Исследование инструмента при обратном выдавливании // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: сборник статей VIII Всероссийской научно- технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием / Министерство науки и высшего образования РФ, Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В.В. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. – С. 103-106.

## **STUDY OF THE EFFECT OF FRICTION ON THE PROCESSES OF SHEET FORGING**

**L.V. Karkach**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The work is devoted to computer simulation of the process of simultaneous expansion and curling of a thin-walled pipe billet. Technological forces and other process parameters are analyzed with idle friction factors, and a study is made of how friction affects the process. The article presents graphs of forces studied at different frictions. Conclusions are drawn about how friction affects the process of expanding and curling the edge section of the billet.

**Key words:** friction, expansion, sheet forging, technological force, modeling.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛИ С ОТОГНУТЫМ КРАЕВЫМ УЧАСТКОМ

Л.В. Каркач

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В статье рассматривается вопрос о получении трубной детали с отогнутым краем при одновременной раздаче заготовки. Анализируются с помощью компьютерного моделирования форма получаемой детали, и напряженно-деформированное состояние материала. Приводятся изображения полученной детали, а также распределения напряжений и деформаций в металле. Делаются выводы о том, возможно ли получить требуемую деталь рассматриваемым подходом.

**Ключевые слова:** листовая штамповка, гибка, трубная заготовка, алюминиевый сплав, компьютерное моделирование

В листоштамповочном производстве имеется большой арсенал методов формоизменения [1-3], некоторые методы являются часто применяемыми (вытяжка, раздача, гибка, вырубка, пробивка) а некоторые технологические операции не столь популярны, однако все равно используются. К последнему виду можно причислить завивку краевого участка [4].

Ввиду малой распространенности такая операция изучена не столь обширно, как другие представители листовой штамповки. Поэтому стоит вопрос об изучении этого процесса с точки зрения возможностей, так как завивка может осуществляться и с одновременной раздачей. Для исследования процесса завивки краевого участка с раздачей трубной заготовки были проведены моделирования в программе QForm [5-7]. Программа позволяет смоделировать поведение материала и выявить основные параметры процессов. Для этого алюминиевую трубу (марка АД) диаметром 65 мм и толщиной 0,5 мм подвергли раздаче и завивки, т.е. отгибанию края. Проводилась операция при помощи двух инструментов: опоры и матрицы для раздачи-завивки. В результате моделирования была получена деталь (рис. 1).

Исследование показало, что одновременная раздача с завивкой позволяет получить требуемое по форме изделие. Потеря устойчивости или иные деформационные изменения помимо краевого участка не наблюдаются. Утонение стенки в местах завивки и раздачи незначительно. В нижней части изделия не

наблюдаются изменения формы. Все это свидетельствует о том, что в результате операции была получена необходимая деталь. Далее была проведена оценка деформаций в заготовке (рис. 2).



Рисунок 1 – Деталь, полученная раздачей с завивкой

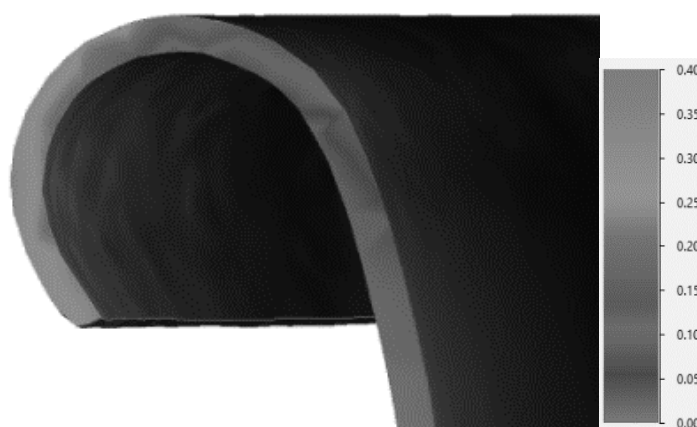


Рисунок 2 – Интенсивность деформаций

Анализ деформаций показал, что в результате операции во всей детали не наблюдаются деформации, то есть величина интенсивности деформаций составляет 0, за исключением места изгиба металла и его раздачи. В этих местах деформации достигают отметки 0,4. При этом наибольшие интенсивности деформаций именно в начале отгиба.

Таким образом установлено, что применение операций раздачи и завивки одновременно позволяет получить требуемую деталь без деформационных изменений в остальной части детали, что свидетельствует о том, что операцией получается правильная форма, которая и предполагалась для изготовления.

## Список использованных источников.

1. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. Изд. 5-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979. – 520 с.
2. Яковлев, С.С. Ковка и штамповка. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под общ. ред. С.С. Яковлева; ред. совет : Е. И. Семенов (пред.) и др - Москва: Машиностроение, 2010. – 732 с.
3. Попов, Е.А. Основы теории листовой штамповки. Изд. 2-е, перераб. И доп. – Москва: Машиностроение, 1977. – 278 с.
4. Каркач, Л.В. Исследование операции листовой штамповки в программном комплексе // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – Вып. 10. – С. 385-387.
5. Гасанов, А.И. Получение нестандартных головок соединительных элементов пластическим деформированием // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – Вып. 2. – С. 21-24.
6. Алексеев, А. В. Напряженное и деформированное состояние при получении деталей со сложной формой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 5. – С. 306-310.
7. QForm 2D/3D Программа для моделирования процессов обработки металлов давлением Версия VХ. Часть 2. Руководство пользователя. – «Квантор-Форм», 2018. – 431 с.

## STUDY OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING A PART WITH A BENT EDGE PART

**L.V. Karkach**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The article deals with the issue of obtaining a pipe part with a bent edge with simultaneous distribution of the billet. The shape of the resulting part and the stress-strain state of the material are analyzed using computer simulation. Images of the obtained part are given, as well as the distribution of stresses and strains in the metal. Conclusions are drawn about whether it is possible to obtain the required detail by the considered approach.

**Key words:** sheet stamping, bending, tubular billets, aluminum alloy, computer simulation

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЧЕТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.Д. Карташова

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье представлены рекомендации по учету технологических дефектов при проектировании изделий из полимерных слоистых композиционных материалов.

**Ключевые слова:** полимерный слоистый композиционный материал, технологический дефект, сопротивление деформированию и разрушению, рекомендации

Полимерные слоистые композиционные материалы (ПСКМ), полученные на основе новых компонентов, обладают уникальными физико-механическими свойствами. Однако при производстве изделий из них могут образовываться технологические дефекты [1], которые существенно влияют на сопротивление деформированию и разрушению композитов [2-4]. Рекомендации по учету влияния технологических дефектов при проектировании изделий из ПСКМ должны формулироваться для изделия или группы изделий, изготавливаемых из одинаковых материалов и по одной и той же технологии. Структурная схема по учету влияния технологических дефектов при проектировании изделий из ПСКМ показана на рисунке 1. Согласно структурной схеме, учет влияния технологических дефектов при проектировании изделий из ПСКМ выполняется в четыре этапа.

Первый этап предполагает анализ технологий, которые будут использоваться при изготовлении изделий из ПСКМ, оценку возможности возникновения технологических дефектов, а также определение их статистических характеристик. На этом этапе осуществляется выбор компьютерных технологий проектирования ПСКМ, которые в дальнейшем позволят учесть технологические дефекты.

Как следует из работы [1] основными технологическими дефектами ПСКМ, изготовленных из угле- и стеклотканей по технологиям ручного формования, вакуумного мешка и вакуумной инфузии, являются отклонения массы и толщины ПСКМ от проектных значений, пористость, отклонения углов ориентации нитей однонаправленных слоёв или тканей, отклонения углов укладки слоёв, разброс расстояния между нитями в слое ПСКМ, волнистость нитей.

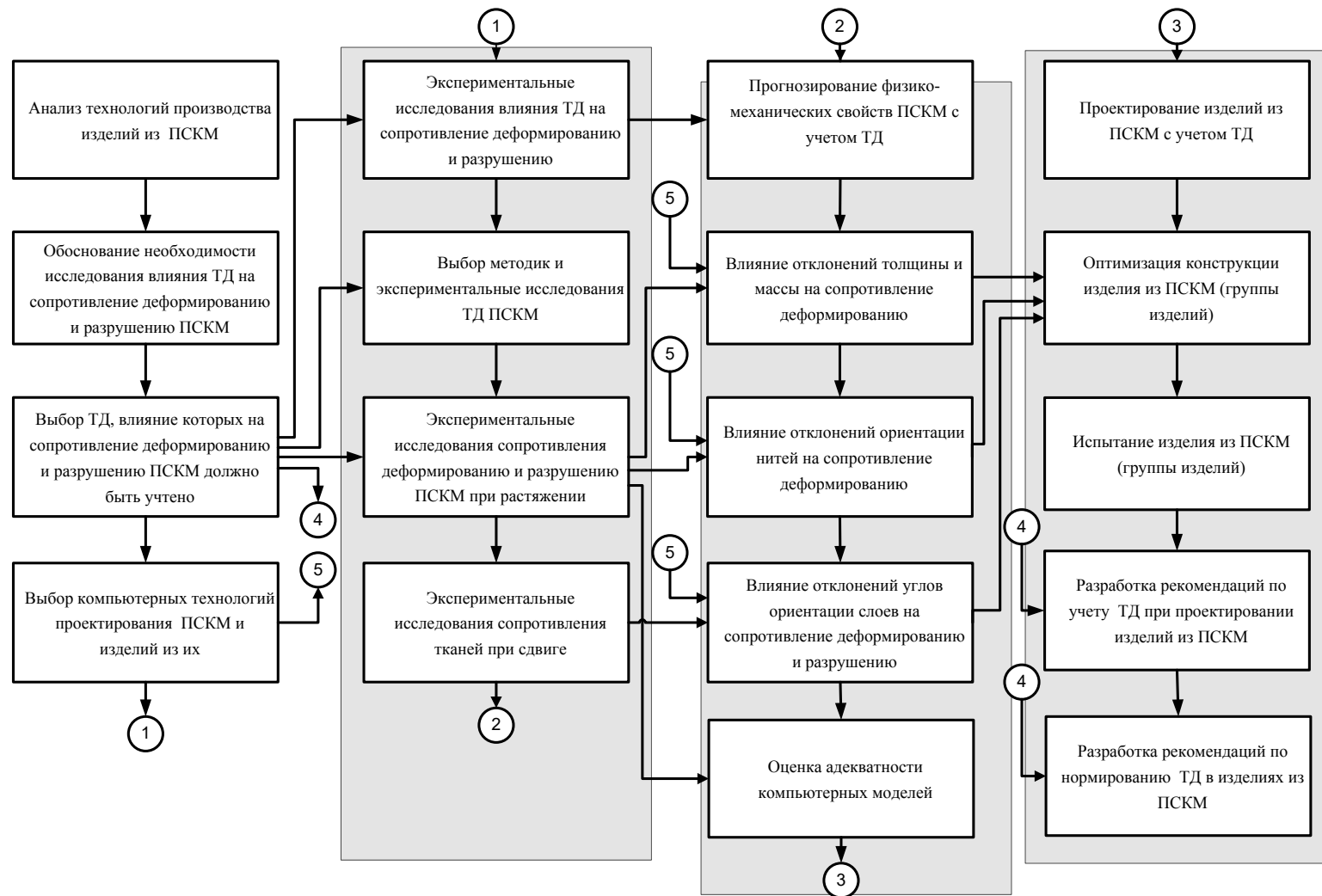


Рисунок 1 – Структурная схема по учету влияния технологических дефектов при проектировании изделий из ПСКМ

На втором этапе выполняются экспериментальные исследования влияния технологических дефектов на сопротивление деформированию и разрушению ПСКМ имеющих технологические дефекты. Исследование влияния на сопротивление деформированию и разрушению ПСКМ таких дефектов, как отклонения углов ориентации нитей однонаправленных слоёв или тканей, отклонения углов укладки слоёв, разброс расстояния между нитями в слое ПСКМ, волнистость нитей экспериментальными методами может быть связано с рядом трудностей, поэтому наряду с экспериментальными методами могут использоваться методы компьютерного моделирования. Прогнозирование физико-механических свойств ПСКМ с учетом технологических дефектов выполняется на третьем этапе исследования.

Четвертый этап представляет собой собственно использование выявленных зависимостей при проектировании изделий из ПСКМ.

В результате можно сформулировать следующие рекомендации по учету влияния технологических дефектов при проектировании изделий из ПСКМ:

1. Необходимо учитывать технологические дефекты ПСКМ при проектировании изделий из этих материалов. Особенно это касается проектирования изделий ответственного назначения.

2. Необходимо учитывать статистические характеристики технологических дефектов, таких как математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение. Для оценки прочности и надежности изделий ответственного назначения требуется знание законов распределения параметров технологических дефектов.

3. Перечень характеристик прочности и надежности, которые используются при проектировании конкретных деталей и изделий определяются действующими нормативными документами и техническими заданиями. Для изделий ответственного назначения при проектировании необходимо учитывать влияние технологических дефектов на значения обратного коэффициента запаса прочности, вероятность безопасной работы и ресурс (средний и  $\gamma$ -процентный).

4. Учет влияния технологических дефектов на сопротивление деформированию должен заключаться в определении статистических характеристик инженерных констант ПСКМ и законов их распределений.

5. Учет влияния технологических дефектов на сопротивление разрушению должен заключаться в определении статистических характеристик пределов прочности ПСКМ и законов их распределений.

### **Список использованных источников**

1. Карташова, Е.Д. Технологические дефекты полимерных слоистых композиционных материалов / Е.Д. Карташова, А.Ю. Муйземнек // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – №2. – С. 79–89.

2. Карташова, Е.Д. Влияние технологических отклонений параметров репрезентативных ячеек на сопротивление деформированию и разрушению полимерных слоистых композиционных материалов / Е.Д. Карташова, А.Ю. Муйземнек // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2020. – № 2 (54). – С. 97-108.

3. Богомолов, А.И. Модели сопротивления деформированию и разрушению дискретно-тканевых преград при ударном нагружении / А.И. Богомолов, А.Ю. Муйземнек, Е.Д. Карташова // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. – 2018. – №2. – С. 154-167.

4. Карташова, Е.Д. Влияние технологических отклонений расположения армирующего в полимерном слоистом композиционном материале на сопротивление деформированию и разрушению / Е.Д. Карташова, А.Ю. Муйземнек // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – № 3 (43). – С. 134-145.

## **DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR ACCOUNTING FOR TECHNOLOGICAL DEFECTS IN THE DESIGN OF PRODUCTS FROM LAYERED POLYMER COMPOSITE MATERIALS**

**E.D. Kartashova**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article presents recommendations for considering technological defects in the design of products from polymer layered composite materials.

**Keywords:** polymer layered composite material, technological defect, resistance to deformation and destruction, recommendations

**УДК 621.983**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОВОЧНО-ШТАМПОВОЧНОЙ ОПЕРАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ**

**Д.И. Кондаков**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

Работа посвящена изучению процесса прошивки алюминиевой заготовки с целью получения сквозного отверстия. Основное содержание исследования составляет анализ полей Гартфилда и сопротивления деформированию. Кото-

рое было выполнено с использованием передовой программы для компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением. Приводятся схемы распределения полей вероятности образования дефектов и сопротивления деформированию. Делаются выводы о качественном и количественном распределении этих величин.

**Ключевые слова:** моделирование, прошивка, ковочно-штамповочные операции, компьютерное моделирование, программный комплекс, сопротивление деформированию

Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением в настоящее время является одним из самых удобных и перспективных методов исследования, который позволяет подвергать анализу практически любые технологические процессы. Особенно это актуально для проведения исследований, которые провести иными методами либо сложно, либо не представляется возможным, например для оценки напряженного и деформированного состояния, повреждаемости, вероятности образования дефектов и пр. [1-7].

В статье анализируется вероятность образования дефектов (рис. 1) и сопротивление деформированию (рис. 2) при проведении операции прошивки сквозного отверстия. Исследование актуально, потому что, как правило, прошивку выполняют несколькими ковочными ударами, в данной же работе исследование проводится по отношению к обычной штамповочной операции, осуществляемой на гидравлическом прессе. Исследование проведено с помощью компьютерного моделирования в программном обеспечении QForm.

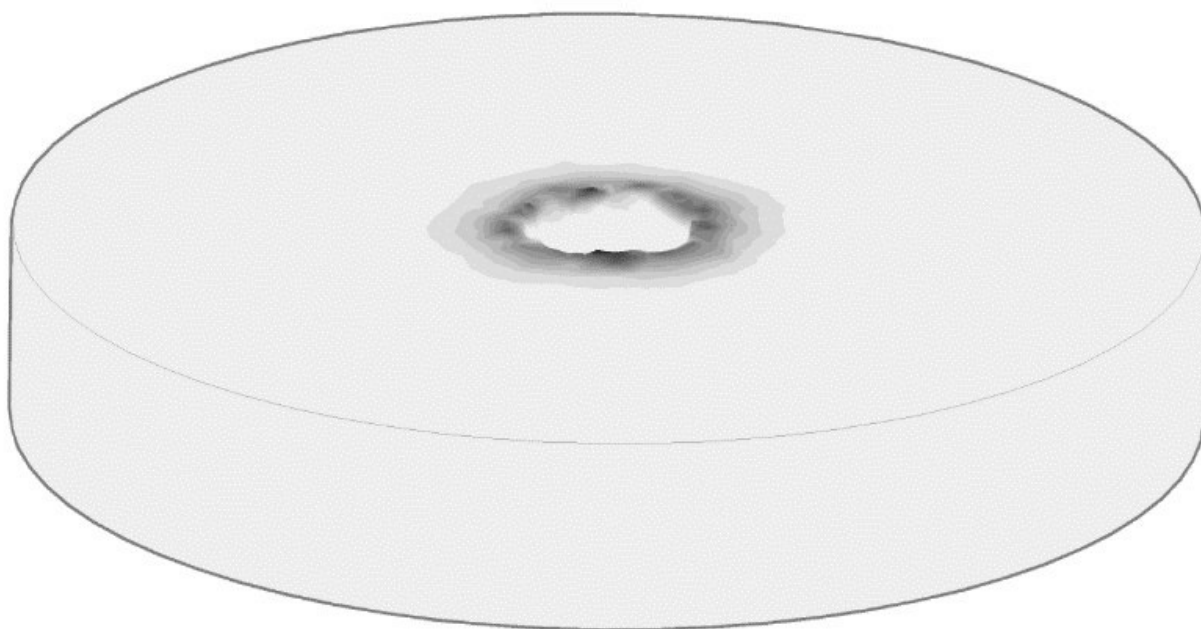


Рисунок 1 – Поля Гартфилда

При анализе полей Гартфилда, то есть полей вероятности образования дефектов на поверхностях изделия было выявлено, что возможны дефекты только по кромке прошитого отверстия. В данном случае исследуемый пара-



метр достигает величины не более 0,4, что свидетельствует о том, что вероятность дефекта не велика.

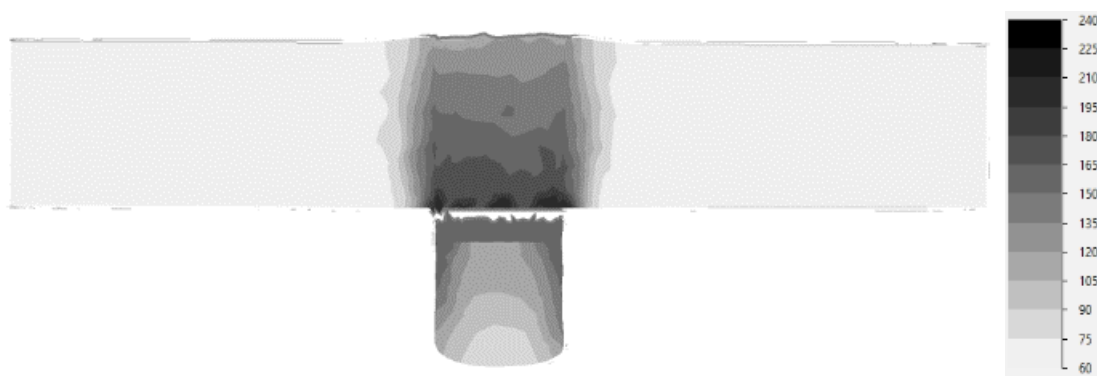


Рисунок 2 – Сопротивление деформированию

Анализ сопротивления деформированию показал, что исследуемый параметр достигает 240 МПа. Сопротивление деформированию присутствует только в очаге деформирования, в других местах эта характеристика не повышается, что говорит об отсутствии деформаций или его небольшого значения.

#### **Список использованных источников**

1. Грибачев, Я.В. Исследование напряженно-деформированного состояния при комбинированном выдавливании латунной заготовки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 9. – С. 354-356.
2. Богодухов, С.И. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учеб. пособие для студ. Вузов / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов и др.; под общ. ред. С. И. Богодухова. Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2010. – 559 с.
3. Ковалев, С.В. Новые материалы и технологии в машиностроении // Вестн. Моск. гос. ун-та приборостроения и информатики. Сер.: Приборостроение и информ. технологии. – 2010. – № 25. – С. 106-121.
4. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. - Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. 592 с.
5. Кобелев, А.Г., Шаронов М.А., Антощенко Ю.М. Теория и технология процессовковки и прессования: Составление чертежа поковки и разработка технологииковки: Учеб.-метод, пособие. – Москва: Изд-во МИСиС, 2002. – 332 с.
6. Ларин, С.Н. Исследование характера течения материала и сил совмещенного процесса изотермического обжима с набором утолщений на торцах трубных заготовок // Проблемы машиноведения: Материалы V Международной научно-технической конференции, Омск, 16–17 марта 2021 года. Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 258-263.

7. Игнатьев, К.А., Морозов С.А. Моделирование новой технологии изготовления детали «Пробка» для крана шарового в программе QFORM // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2008. – № 6. – С. 3.

## **STUDY OF THE FORGING AND FORGING OPERATION BY COMPUTER SIMULATION**

**D.I. Kondakov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The work is devoted to the study of the process of piercing an aluminum billet in order to obtain a through hole. The main content of the study is the analysis of Gartfield fields and resistance to deformation. Which was done using an advanced computer simulation program for metal forming processes. Schemes of distribution of fields of probability of formation of defects and resistance to deformation are given. Conclusions are drawn about the qualitative and quantitative distribution of these quantities.

**Key words:** modeling, piercing, forging and stamping operations, computer simulation, software package, resistance to deformation

**УДК 621.983**

## **НАПРЯЖЕННОЕ И ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ПРОШИВКЕ МЕТАЛЛА**

**Д.И. Кондаков**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В настоящей работе ставится вопрос о напряженном и деформированном состоянии происходящем в металле при прошивке заготовки из алюминиевого сплава. В статье приводятся результаты компьютерного моделирования, а именно приведены изображения заготовки с наложенными полями средних напряжений и интенсивности деформаций. Дается описание того, каких величин достигают исследуемые параметры, и как они распределены по металлу. Делаются соответствующие выводы по оценке напряженно-деформированного состояния.

**Ключевые слова:** моделирование, прошивка, ковочно-штамповочное производство, напряжения, деформации

При исследовании операций обработки металлов давлением важную роль играет оценка напряженного и деформированного состояния [1-3]. Оно позволяет делать выводы о том, какие деформации и напряжения преобладают, в какую сторону направлены, как распределены, какую величину достигают и пр. Поэтому важно проводить такую оценку для всех операций ОМД. Наиболее простым способом проведения таких исследований является компьютерное моделирование, так как с помощью натурального эксперимента невозможно получение полных данных о напряжениях и деформациях. Операция прошивки также требует проведения таких исследований несмотря на то, что операция относительно не сложная. Как правило эта операция осуществляется при горячей температуре с помощьюковки [4]. Однако в работе рассматривается получение сквозных отверстий прошивнем в холодном состоянии и на прессе, гидравлическом.

В настоящей работе оценивается напряженное и деформированное состояние с помощью трехмерного моделирования в программе QForm [5-7]. Для этого заготовку толщиной 10мм из алюминиевого сплава АД0 укладывают на кольцевую подставку, и прошивнем проводят операцию с целью получения сквозного отверстия. И были получены изображения распределения средних напряжений (рис. 1) и интенсивностей деформаций (рис. 2).

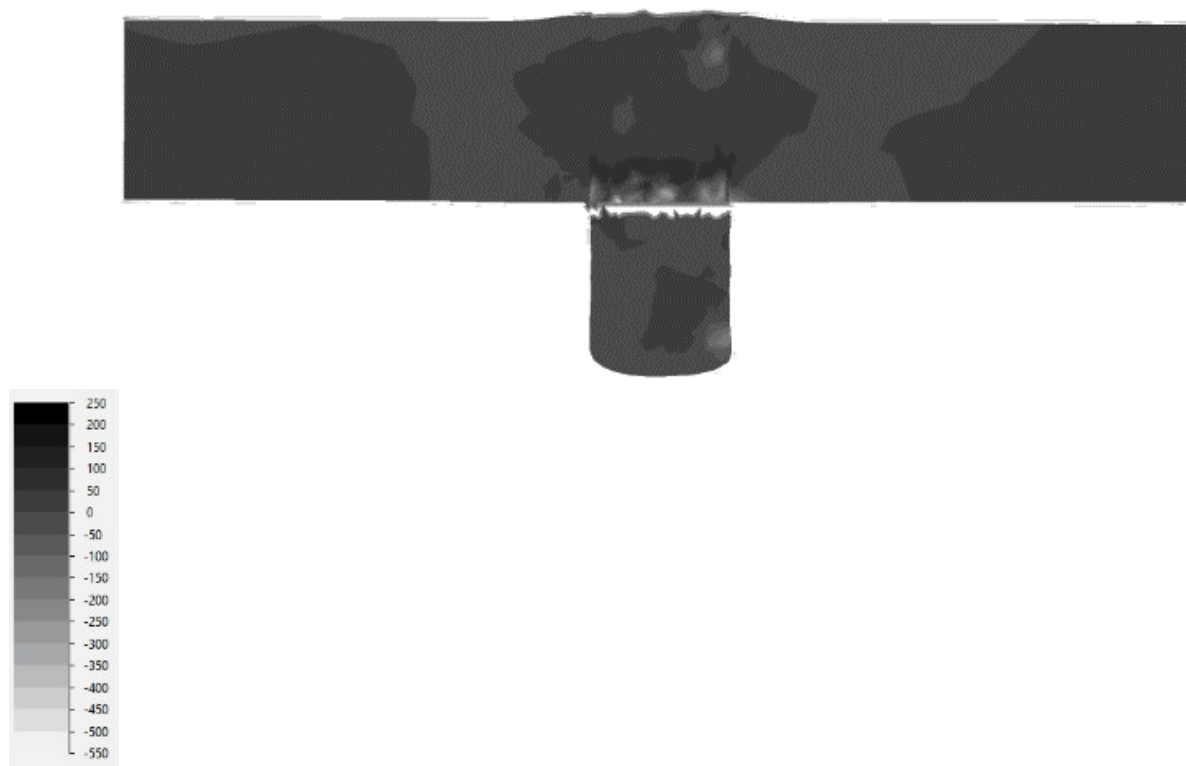


Рисунок 1 – Средние напряжения

Установлено, что в заготовке в большей части объема материала преобладают средние напряжения близкие к 0. В очаге деформаций на поверхности образующегося отверстия имеются как сжимающие, так и растягивающие напряжения.

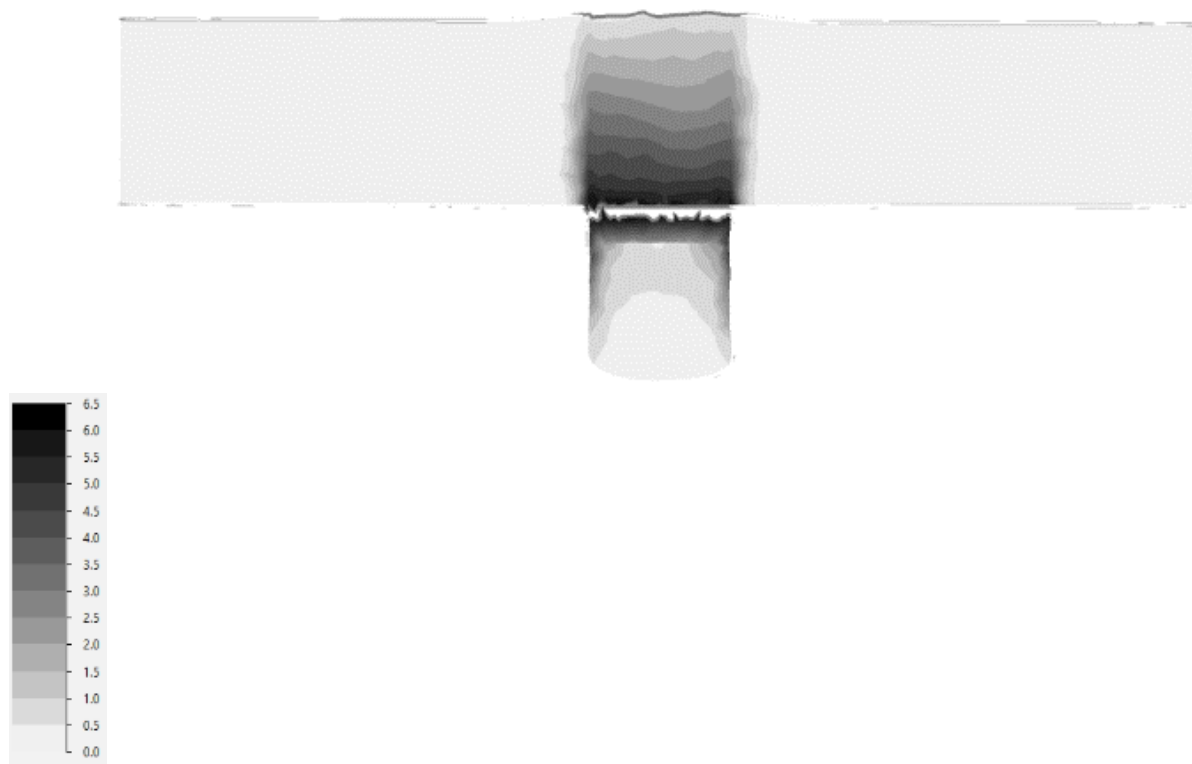


Рисунок 2 – Интенсивность деформаций

При рассмотрении заготовки вне очага деформаций, наблюдаются интенсивности деформаций близкие к 0, однако при этом происходит небольшое бочкообразование. В месте образования сквозного отверстия деформации уже достигают значительных величин и происходит их рост к нижней части. Так максимальное значения интенсивности деформаций составляет 6,5. Таким образом, исследование показывает адекватное распределение деформаций и напряжений по объему полуфабриката.

#### Список использованных источников

1. Уманский, А.А., Кадыков В.Н., Мартьянов Ю.А. Закономерности формирования напряженно-деформированного состояния металла при сортовой прокатке // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – № 4. – С. 8.
2. Яковлев, С. С. Вытяжка изделий с широким фланцем через радиальную матрицу // XLIV Гагаринские чтения : Сборник трудов Международной молодежной научной конференции. Секция «Механика и моделирование материалов и технологий», Москва, 17–20 апреля 2018 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, 2018. – С. 180.
3. Yan-Xing, Liu, Y.C. Lin, Hong-Bin Li, Dong-Xu Wen, Xiao-Min Chen, Ming Song Chen. Study of dynamic recrystallisation in a Ni-based superalloy by experiments and cellular automaton model// Material Science & Engineering A 626, 2015, pp. 432-440.

4. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – Москва: Машиностроение, 1986. - Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. – 592 с.

5. Пасынков, А.А. Ортогональное изотермическое выдавливание деталей с боковыми отростками // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2020. – № 12. – С. 7-13.

6. Оспенникова, О.Г., Бубнов М.В., Капитаненко Д.В. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – № 5. – С. 141–147.

7. Furre, D., Goetz R., Shen G., Modeling and Simulation of Alloy 718 Microstructure and Mechanical Properties// 7th international Symposium on Superalloy 718 and Derivatives, TMS, 2010, pp. 663-677.

## **STRESSED AND DEFORMED STATE IN METAL BROADCASTING**

**D.I. Kondakov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

In this paper, the question is raised about the stressed and deformed state occurring in the metal during piercing of an aluminum alloy billet. The article presents the results of computer simulation, namely, images of a workpiece with superimposed fields of average stresses and strain intensity. A description is given of what values the studied parameters reach and how they are distributed over the metal. Appropriate conclusions are made on the assessment of the stress-strain state.

**Key words:** modeling, piercing, forging and stamping production, stresses, deformations

**УДК 621.983**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИИ ПРОШИВКИ**

**Д.И. Кондаков**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В статье рассматривается технологический процесс обработки металлов давлением под названием прошивка. С помощью компьютерного моделирования проводится оценка формы получаемой детали, технологической силы.

Приводятся графики нагрузка-перемещение, а также изображение трехмерной получаемой модели детали. Делаются выводы о возможности или невозможности осуществлять процесс прошивки алюминиевой заготовки в холодном режиме без применения ударной нагрузкиковки, а только с помощью постоянной нагрузки на гидравлическом прессе.

**Ключевые слова:** прошивка, обработка давлением, прессовое оборудование, штамповка, ковка

Прошивка представляет собой ковочную операцию обработки металлов давлением, при которой получают или глухие, или сквозные отверстия [1]. То есть операция в какой-то степени напоминает операцию пробивки, однако в данном случае отверстие получается не в листовой заготовке. В целом прошивку осуществляют как правило на молотах при температурах выше температур рекристаллизации материала. Однако не всегда удобно осуществлять нагрев заготовки и использовать молот для осуществления операции. Поэтому в работе оценивается возможность проведения этой операции в нормальном состоянии (при температуре 20 градусов по Цельсию) на гидравлическом прессе, а не на молоте.

Самым эффективным методом исследования, по мнению автора, в данном случае является метод компьютерного моделирования [2-4], так как результат будет получен быстро и не трудоемко, с довольно высокой точностью. В качестве цели исследования можно выделить оценку геометрии полуфабриката и требуемую технологическую силу для проведения операции.

Были проведены моделирования в ПО QForm [5-7]. Так как диаметр заготовки велик, а диаметр отверстия мал, то используется сплошной прошивень. При этом толщина заготовки также не велика поэтому используется подкладная плита. Была получена картина того, как выглядит деталь после операции.

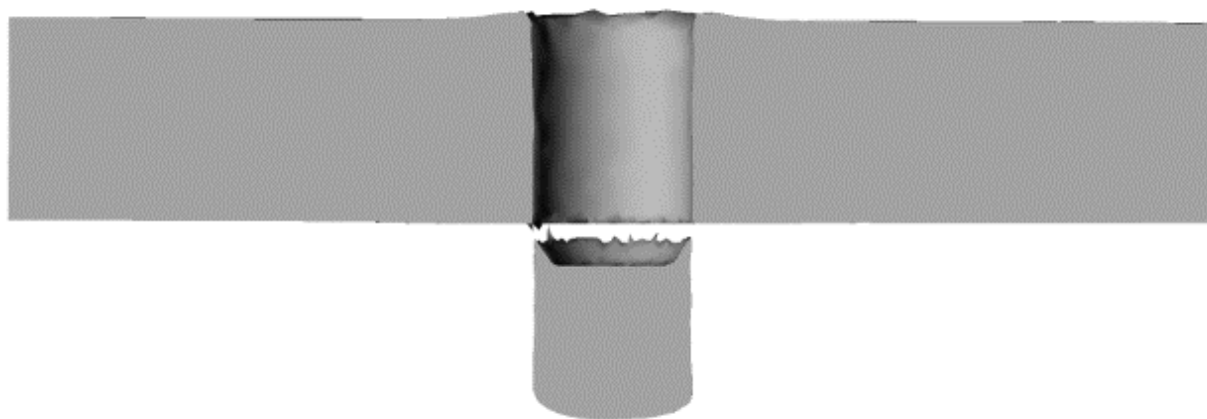


Рисунок 1 – Изделие и отход металла (выдра)

В результате операции происходит небольшое изменение формы первоначальной заготовки, которое выражено в изменении плоскостности детали, а также в появлении на месте первоначального внедрения наплывов. Поэтому

следует после проведения прошивки проводить операцию калибровки или осадки. Далее проводится исследование технологической силы (рис. 2).

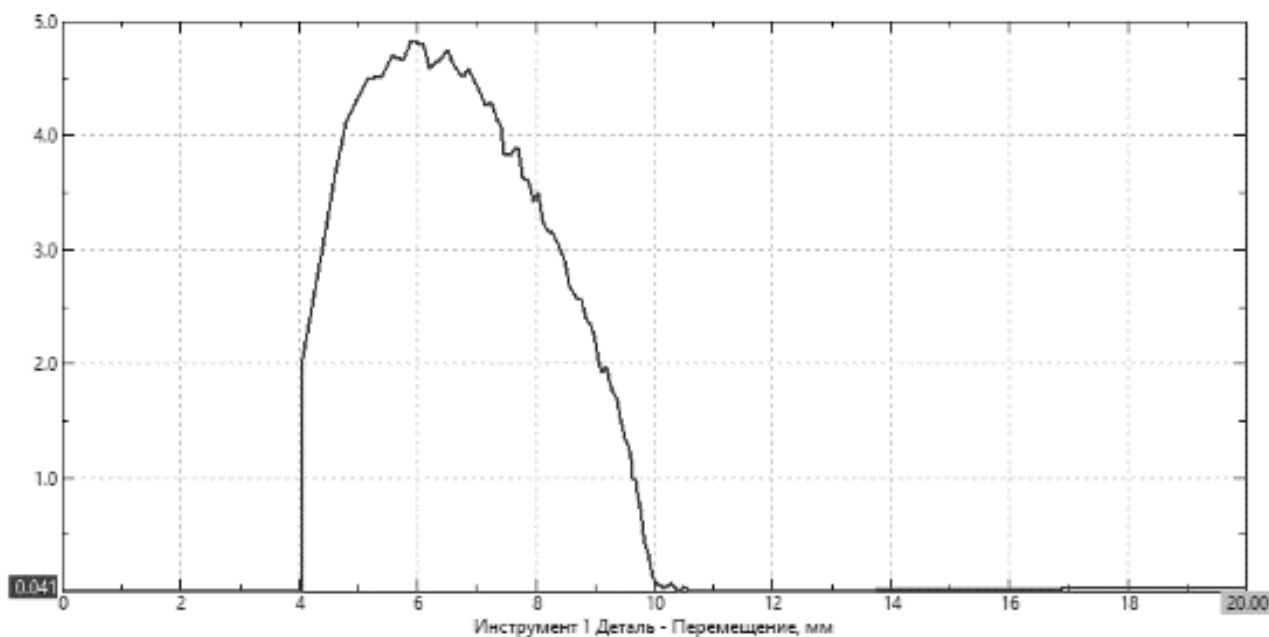


Рисунок 2 – График нагрузка-перемещение

В начале процесса происходит подвод прошивня к заготовке после чего происходит резкое возрастание усилия после прохождения пика происходит плавное уменьшение силы до нуля, далее перемещение происходит без нагрузки так как прошивень заканчивает необходимый рабочий ход.

### Список использованных источников

1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – Москва: Машиностроение, 1986. - Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. – 592 с.
2. Проходцева, Л. В., Ерасов В. С., Лаврова О. Ю., Лавров А. В. Влияние формы цикла на усталостные свойства и микростроение изломов титанового сплава ВТ3-1 // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – № 2. – С. 54–58.
3. Ларин, С. Н., Трегубов В. И., Платонов В. И. Математическая модель комбинированного выдавливания стальной прутковой заготовки инструментом с конусной рабочей поверхностью // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2020. – № 11. – С. 9-13.
4. Sergeant, G. A., Zane A. P., Fagin P. N., Ghosh A. K., Semiatin S. L. Low-Temperature Coarsening and Plastic Flow Behavior of an Alpha/Beta Titanium Billet Material with an Ultrafine Microstructure // Metall Materials Transaction. 2008. Vol. 39A. P. 2949–2964.
5. Юрков, И.В. Изменение формы детали при выдавливании в зависимости от температуры формоизменения // Всероссийская научно-техническая

конференция студентов и аспирантов «Современные технологии обработки металлов и средства их автоматизации» (12 октября 2021 г.): сборник тезисов. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – С. 45.

6. Подтягин, В.Э. Оценка получения ступенчатой детали при различных температурных режимах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 12. – С. 144-146.

7. Кухарь, В.Д., Яковлев С.С. Оценка напряженно-деформированного состояния при получении оболочек с наружными ребрами // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 2. – С. 602-604.

## **DETERMINATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE BURNING OPERATION**

**D.I. Kondakov**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

The article discusses the technological process of metal forming called flashing. With the help of computer simulation, an assessment of the shape of the resulting part, the technological force is carried out. Load-displacement graphs are provided, as well as an image of a three-dimensional resulting model of the part. Conclusions are drawn about the possibility or impossibility to carry out the process of piercing an aluminum billet in a cold mode without the use of a forging shock load, but only with the help of a constant load on a hydraulic press.

**Key words:** firmware, pressure treatment, press equipment, stamping, forging

**УДК 621.431**

## **СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ МОЩНОСТЬЮ 360 КВТ С ОРЕБРЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ**

**А.В. Король, А. П. Жук**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассматривается система охлаждения дизельного двигателя транспортного назначения. Предложена схема системы охлаждения и приведён



расчет количества теплоты отводимый от оребренной гильзы цилиндров, который показал её эффективность.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, система охлаждения, оребрение поверхности цилиндров

Существует множество определений слова «двигатель», приведем наиболее универсальное. Двигатель – это устройство (механизм), преобразующий какую-либо энергию в механическую работу. Одним из наиболее распространённых двигателей является дизельный двигатель. Дизельный двигатель четырёхтактный, восьмицилиндровый с V-образным расположением цилиндров, с электронной системой питания, которая основана на инжекторах, газораспределительный механизм имеет один распределительный вал и двумя впускным и выпускным клапанами на цилиндр, с усовершенствованной системой охлаждения и газотурбинным наддувом.

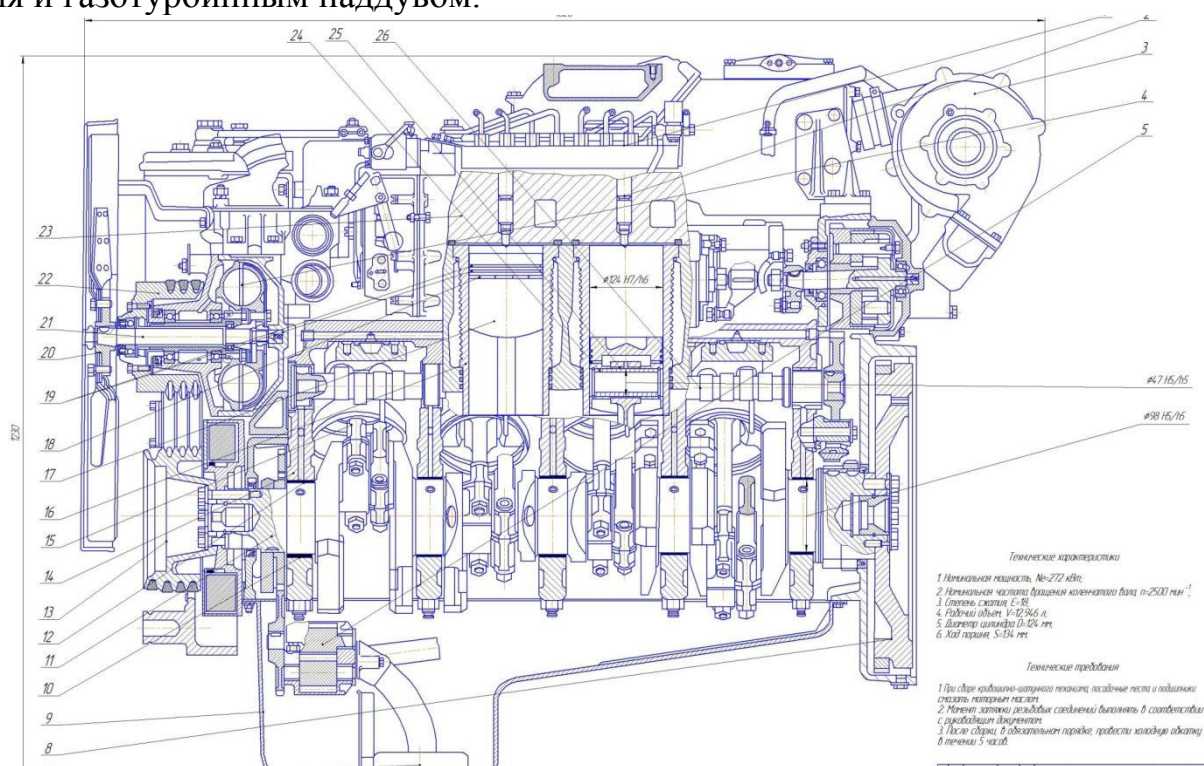


Рисунок 1 – «Продольный вид двигателя»

Во время работы дизельного генератора выделяется большое количество тепла от двигателя, а также в обмотках ротора и статора. Охлаждение вторых легко реализовать, благодаря принудительной воздушной вентиляции, то есть, установив крыльчатку на валу. Но для уменьшения нагрева двигателя придется применить более сложные системы.

Большое количество тепловой энергии производят движущие части двигателя и само сгораемое топливо, это негативно сказывается на эксплуатации силового агрегата, то есть на его эксплуатационные характеристики. Чтобы поддерживать нормальную температуру и производить отвод излишек тепла

ДЭС снаряжен охлаждающими системами. Благодаря этому выгорание смазки, возникновение износа у трущихся частей двигателя и его нагрузка, сводятся к минимуму.

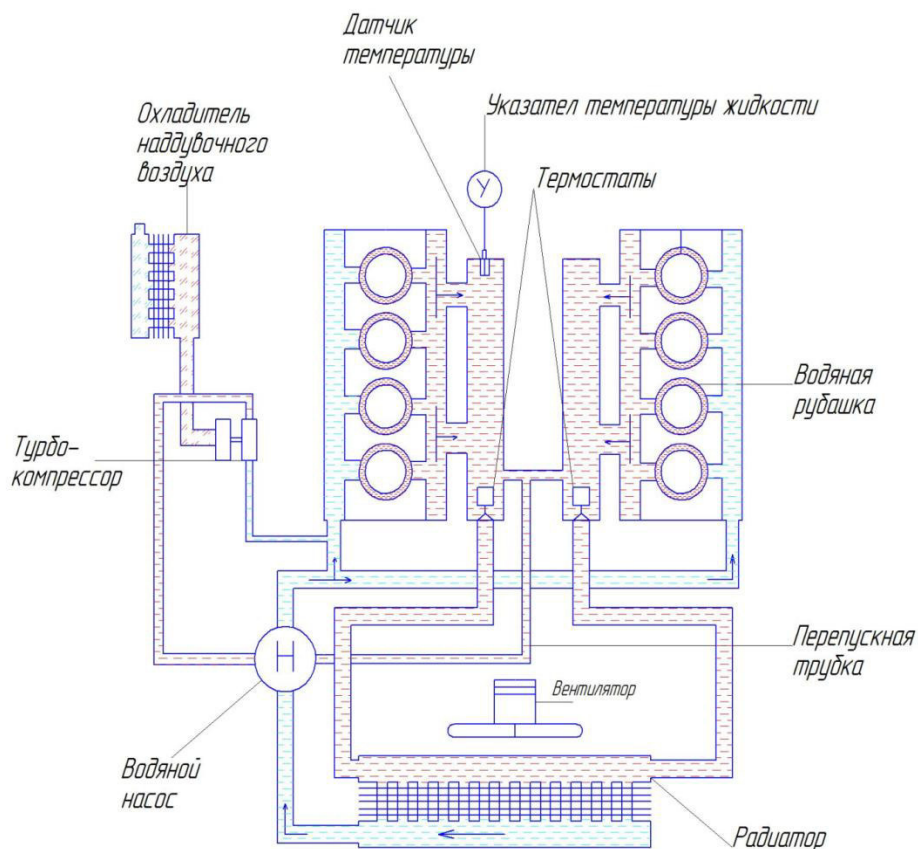


Рисунок 2 – «Схема системы охлаждения двигателя»

Дизельный двигатель имеет жидкостную принудительную систему охлаждения. Данная система охлаждения состоит из водяного насоса центробежного типа, лопастного вентилятора, термостатов с твердым наполнителем, жидкостного-масляного теплообменника, дистанционного термометра и радиатора, который устанавливается перед двигателем на раме автомобиля. Принудительная циркуляция охлаждающей жидкости в системе, производится по малому и большому кругу во время работы двигателя, с помощью центробежного насоса. Принцип работы системы охлаждения заключается в следующем: жидкость, под давлением из нагнетательного патрубка насоса через каналы в крышке привода газораспределительного механизма, поступает в водяную рубашку правого и левого ряда блока цилиндров через жидкостно-масляный теплообменник, затем поступает в головки блока цилиндров и через водяные трубопроводы в радиатор. Охлаждению в первую очередь подвергаются наиболее нагретые поверхности с большим тепловыделением это камера сгорания в головке блока и сам блок цилиндров, а также турбокомпрессор. Если температура в системе охлаждения больше  $100^{\circ}\text{C}$  то жидкость через водяные трубопроводы поступая в термостат открывая в нем клапан идет по большому кругу,

при этом с помощью датчика температуры включается вентилятором, дополнительно охлаждая жидкость в радиаторе, после чего она вновь направляется к водяному насосу. Термостат с твердым наполнителем, который закрывает клапан в автоматическом состоянии, направляют весь ее поток жидкости к водяному насосу, минуя радиатор, по малому кругу, когда температура охлаждающей жидкости понижается. Следовательно, посредством работы термостат обеспечивается наиболее оптимальный тепловой режим работы двигателя, что положительно сказывается на мощностных и экономических параметрах работы двигателя.

Введение в конструкцию гильзы цилиндров оребренной поверхности позволят более эффективно отводить, тепло от наиболее нагретой поверхности водяной рубашки блока цилиндров.

Расчёт оребрения гильзы двигателя

Основные данные для расчёта:

- температура гильзы..... $T_{\Gamma} = 403\text{K}$ ;
- средняя температура гильзы у основания ребер..... $T_{\Gamma.0} = 423\text{K}$ ;
- скорость жидкости в межреберном пространстве..... $U_2 = 14,533\text{м/с}$ ;

с;

- площадь поверхности оребрения..... $F_{\text{ц.р}} = 0,9496$

$\text{м}^2$ ;

- площадь поверхности без оребрения..... $F_{\text{ц.г}} =$

$0,7172\text{м}^2$ ;

- Количество охлаждаемой жидкости, подаваемой насосом:

$$G_{\text{жг}} = \frac{Q_{\text{в}}}{c_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (T_{\Gamma} - T_{\text{ж.вх}})} = \frac{124500}{4187 \cdot 1000 \cdot (403 - 365)} = 0,0029\text{м}^3/\text{с}.$$

- Среднее арифметическое температур ребра и жидкости

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{ж.вх}} + T_{\Gamma}}{2} = 384\text{K}$$

- Коэффициент теплоотдачи:

$$K_{\text{в}} = 1,37 \cdot (1 + 0,0075T_{\text{ср}}) \cdot \left(\frac{U_2}{0,278}\right)^{0.73} = 95,481 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}).$$

- Теплота отводимая от поверхности гильз без оребрения

$$Q_{\text{в.г}} = F_{\text{ц.г}} \cdot K_{\text{в}} \cdot (T_{\Gamma.0} - T_{\text{ж.вх}}) = 0,7172 \cdot 95,481 \cdot (423 - 365) = 3972$$

$\text{Дж/с}.$

- Теплота отводимая от поверхности гильз с оребрением

$$Q_{\text{в.р}} = F_{\text{ц.р}} \cdot K_{\text{в}} \cdot (T_{\Gamma.0} - T_{\text{ж.вх}}) = 0,9496 \cdot 95,481 \cdot (423 - 365) = 5259$$

$\text{Дж/с}$

Отношение теплоты отводимой от поверхности гильз с оребрением к количеству теплоты отводимой от поверхности без оребрения

$$X = \frac{Q_{\text{в.р}}}{Q_{\text{в.г}}} = 1,319.$$

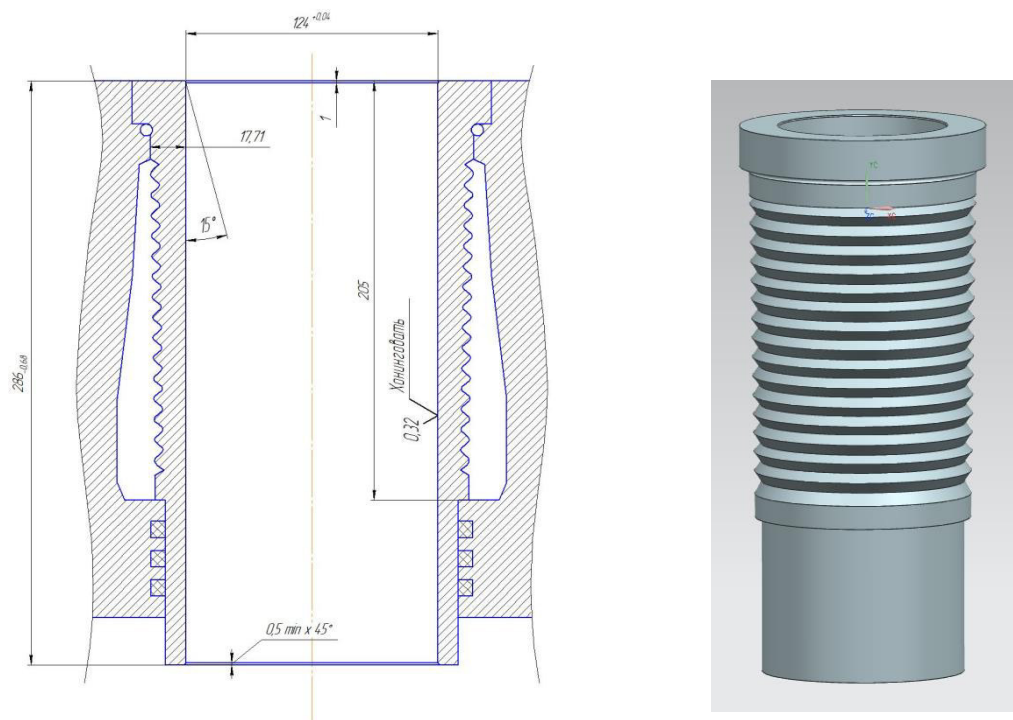


Рисунок – 3 «Эскиз и 3D модель оребренной гильзы»

#### Вывод

Отношение теплоты отводимой от поверхности гильз с оребрением к количеству теплоты отводимой от поверхности без оребрения, показывает более эффективное охлаждение блока цилиндров.

#### Список использованных источников

1. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. Пособие для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. / Колчин А.И., Демидов В.П. – Москва, Высш. школа, 2002. – 496 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей / С.И. Ефимов и др. – Москва, 1985. – 456 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. кн. 1. Теория рабочих процессов: Учеб. / Луканин В. Н., Морозов К. А., Хачиян А. С. и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – Москва, Высш. шк., 1995. – 369 с.
4. <https://kartaslov.ru/значение-слова/двигатель>
5. <https://www.jcbgenerators.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/okhlazhdenie-dvigatelya-dizelnogo-generatora.html>

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF DIESEL FUEL

A.V. Korol, A.P. Zhuk

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article discusses the cooling system of a diesel engine for transport purposes. The scheme of the cooling system is proposed and the calculation of the

amount of heat removed from the finned cylinder liner is given, which showed its effectiveness.

**Keywords:** diesel engine, cooling system, finning of the cylinder surface

УДК 621.9.06

## АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОМПОНОВОК ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Д.В. Кочетков, П.Г. Павловский, А.В. Небылица, В.Г. Кандобаров

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье приведен анализ четырех вариантов компоновок токарных станков, в результате, которого определены области применения станков с той или иной компоновкой.

**Ключевые слова:** токарный станок, компоновка станка, структурная формула

Современные металлообрабатывающие станки классифицирую по множеству различных признаков (технологическому назначению, применяемому режущему инструменту и т.д.) [1]. Это приводит к наличию большого количества вариантов компоновок станков. Все это затрудняет выбор оптимальной компоновки на стадии проектирования или приобретения для нужд предприятий металлообрабатывающего станка. Данная задача может быть решена путем систематического анализа множества компоновок станков [1, 2].

В настоящий момент большинство станков применяемых на промышленных предприятиях, являются токарными станками с ручным или программным управлением. Все токарные станки можно свести к четырем вариантам компоновок (рисунок 1). Для удобства оценки возможности той или иной компоновки токарного станка следует, для каждого варианта, составить структурную формулу.

Для первого варианта компоновки, соответствующего станкам типа модели 16K20Ф3, согласно работе [2] структурная формула будет иметь следующий вид

$$COZ(u/\omega \cdot c)_w.$$

Из структурной формулы видно, что модуль  $COZ$  указывает на продольное точение на токарном станке. В формуле  $C$  обозначает вращение главного шпинделя, знак  $O$  указывает на стационарный (неподвижный) блок, т.е. станину, ось вращения шпинделя совпадает с осью  $Z$ . В скобках указано движение



револьверной головки, по осям  $X$  и  $Z$ . Дробная черта указывает на то, что револьверная головка может совершать одновременно перемещение по двум осям,  $c$  указывает на вспомогательное (установочное) движение инструмента из одной позиции в другую. В конце формулы указано установочное перемещение задней бабки по оси  $Z$ .

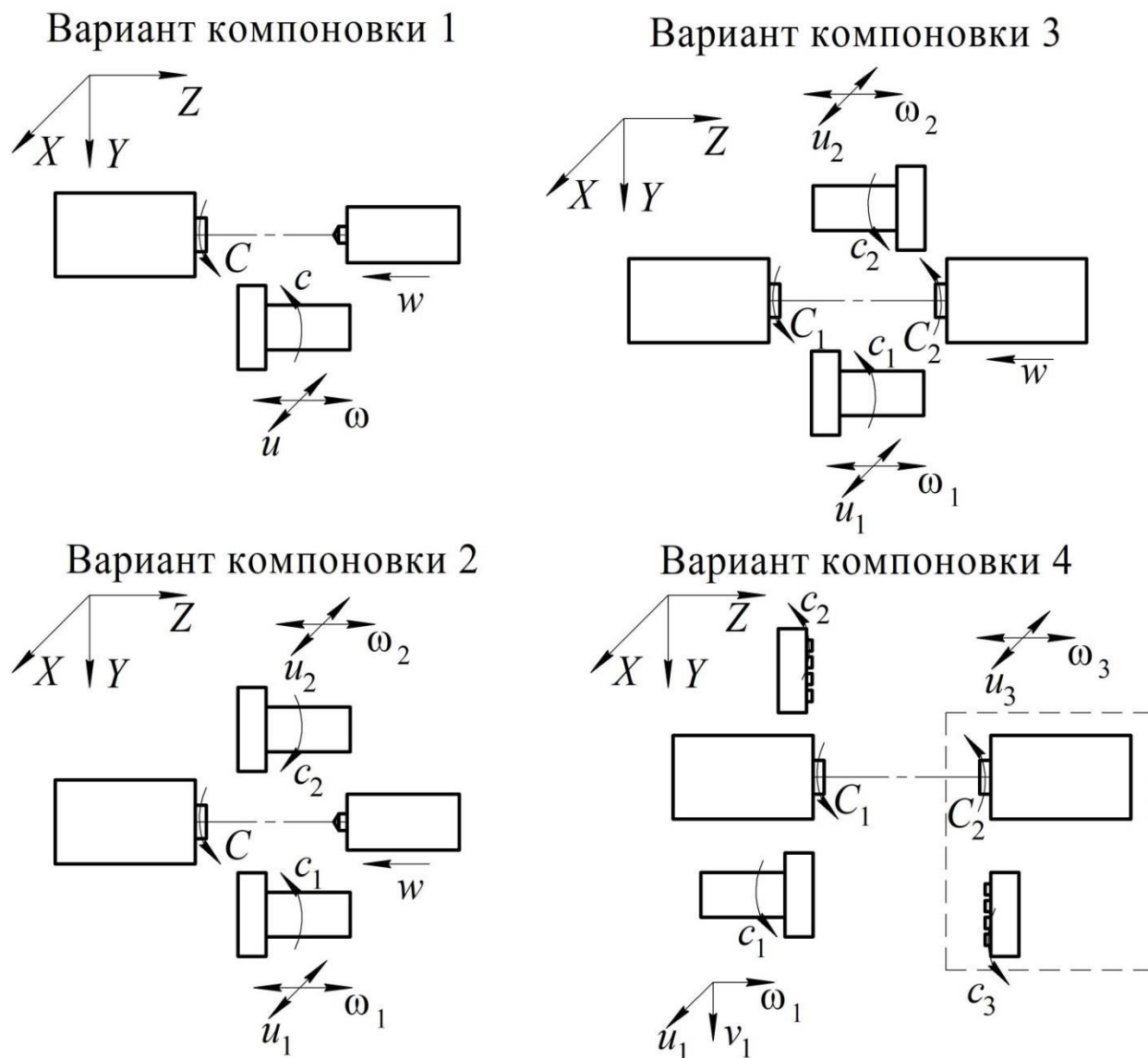


Рисунок 1 – Компоновочные схемы токарных станков

На станке с такой компоновкой можно выполнять следующие операции: обрабатывать внутренние и наружные цилиндрические и конические поверхности; обрабатывать торцы и уступы; нарезать резцом внутреннюю и наружную резьбу; обрабатывать осевые отверстия.

Второй вариант компоновки имеет структурную формулу

$$COZ(\frac{u_1}{\omega_1 \cdot c_1}) + (\frac{u_2}{\omega_2 \cdot c_2})w.$$

В отличие от первого варианта, во втором присутствует две револьверные головки, что отражается в структурной формуле наличием блока  $(u_1/\omega_1 \cdot c_1) + (u_2/\omega_2 \cdot c_2)$ . Станок с данной компоновкой может выполнять операции аналогично токарным станкам с первым вариантом компоновки. Однако наличие двух револьверных головок позволяет реализовывать двух инструментальную обработку, т.е. совмещать черновые и чистовые операции.

Структурная формула третьего варианта компоновки токарных станков имеет вид

$$C_1 O Z (u_1/\omega_1 \cdot c_1) + (u_2/\omega_2 \cdot c_2) C_2 w$$

Данная компоновка отличается от первых двух, тем что в задней бабке станка установлен противошпиндель, который имеет движение  $C_2$ . Наличие противошпинделя позволяет выполнять обработку двух деталей одновременно, что значительно расширяет технологические возможности токарных станков.

Структурная формула последнего четвертого варианта компоновки токарных станков записывается следующим образом,

$$C_1 O Z \left[ \left( \frac{u_1/\omega_1 \cdot c_1}{v_1} \right) + a_v \right] + (c_2) + \left( \frac{u_3/\omega_3 \cdot c_3}{\omega_4} \right) + C_2 \cdot \frac{u_3}{\omega_4}$$

Здесь символом  $C_1$ , как и в выше описанных компоновках, обозначает вращение главного шпинделя. Знак  $O$  указывает на неподвижный блок (станину), в данном блоке монтируются привод револьверной головки и дополнительный блок с инструментом, позволяющий расширить количество используемого инструмента и обрабатываемых поверхностей. Револьверная головка может совершать движения по трем координатам, а наличие привода на концевой инструмент дает возможность производить фрезерно-сверлильные операции

(символ  $a_v$ ). В скобках  $\left[ \left( \frac{u_1/\omega_1 \cdot c_1}{v_1} \right) + a_v \right]$  указаны движения, совершаемые револьверной головкой. Знак  $(+)$  указывает на наличие других блоков, в данном случае инструментальных блоков с индивидуальными приводами. Дробная черта указывает на то, что револьверная головка может совершать одновременно перемещение по трем координатам, а инструментальный блок по двум осям. Смена позиции инструмента обозначена  $c$  и является вспомогательным движением. Инструментальные блоки предназначены для инструмента имеющего цилиндрический хвостовик, например: сверла, концевой фрезы, расточного резца, каждая инструментальная позиция блока имеет индивидуальный привод вращения. Вращение инструмента является вспомогательным и обозначено  $c_2$  и  $c_3$ .

Блок, размещенный в одном корпусе с противопинделем, имеет возможность перемещаться по двум осям  $Z$  и  $X$ , блок, находящийся в корпусе главного шпинделя является неподвижным и имеет только привод вращения инструмента.

Данная компоновка, как и выше описанные варианты, может выполнять следующие операции: обрабатывать внутренние и наружные цилиндрические и конические поверхности; обрабатывать торцы и уступы; нарезать резцом внутреннюю и наружную резьбу; обрабатывать осевые отверстия; двух инструментальная обработка и обработка двух деталей одновременно [3]. Однако наличие приводного инструмента позволяет выполнять различные фрезерные операции (например, фрезеровать карманы или шпоночные пазы), а также обрабатывать радиальные отверстия. Все это позволяет токарным станкам с четвертым вариантом компоновки не только совмещать чистовые и черновые операции обработки, а так же заменять собой, в некоторых ситуациях, фрезерные станки. Это позволяет значительно сократить издержки на производство продукции.

Таким образом, анализ вариантов компоновок, позволяет определиться с областью применения станков.

#### **Список использованных источников**

1. Metallорежущие станки: учебник. В 2т. / Т.М, Аврамова, В.В. Бушуев, Л.Я. Гиловой и др.; под ред. В.В. Бушуева. Т.1. – Москва: Машиностроение, 2011. – 608 с.
2. Врагов, Ю.Д Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонетики). – Москва: Машиностроения, 1978. – 208 с.
3. Павловский П.Г., Савчук К.В., Кочетков Д.В. Анализ компоновок токарных станков с ЧПУ // Материалы и технологии XXI века: сборник статей XVII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2020. – С. 161–165.

#### **ANALYSIS OF LATHE LAYOUT OPTIONS**

**D.V. Kochetkov, P.G. Pavlovsky, A.V. Nebylitsa, V.G. Kandobarov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article provides an analysis of four options for the layout of lathes, as a result of which the areas of application of machines with one or another layout are determined.

**Keywords:** lathe, machine layout, structural formula



## ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ: ВИДЫ, АНАЛИЗ, ПОСЛЕДСТВИЯ

Ю.А. Кравченко

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи анализа техногенных рисков. Описаны их виды. Рассмотрены последствия рисков.

**Ключевые слова:** риск, техногенный, анализ, ЧС, авария ТС

### **Определение термина.**

Техногенный риск – это общий показатель функциональной работы всех элементов системы в техносфере. Он характеризует возможность реализации опасностей и катастроф при использовании машин и механизмов. Определяется через показатель опасного воздействия на объекты и живые существа. В теории принято обозначать: техногенный риск –  $R_t$ , индивидуальный риск –  $R_i$ , социальный риск –  $R_c$ . Индивидуальный и социальный риски в зонах опасного (технологического–экологического) объекта зависят от значения  $R_t$ –объекта. По мере удаления от объекта опасность уменьшается. [1]

Техногенные риски принято делить на внутренние и внешние.

К внутренним рискам относятся:

- внутренние технические разрушения или техногенные аварии (возникающие подземные воды и т. д.);
- внутренние возникающие пожары (огненные торнадо) и производственные взрывы.

К внешним рискам относятся:

- природные воздействия, связанные с кризисными явлениями окружающей природной среды;
- внешние ураганные пожары и взрывы на промышленных объектах;
- случаи актов терроризма, имеющие социальные последствия;
- наступательные операции и военные действия с применением новейших вооружений.

### **Что это такое?**

Природно-техногенными рисками стратегического значения являются возникновение и упадок цивилизаций (государств), научно-техническая революция, охватившая всю Землю. А также реализующийся на глазах экологический (природно-технологический) кризис вкупе с глобальным потеплением.

### **Причины возникновения.**

Очень быстрыми темпами растет количество населения в городах. С 1970 г. численность людей на Земле возрастала на 1,7 % в год, а в городах и вовсе на 4 %. Увеличивался процент переселенцев в городах, они осваивали опасные для

проживания места: свалки, склоны городских оврагов, поймы нечистых рек, прибрежные малообжитые участки и трассы тепловых линий, подвалы. Ситуация осложняется отсутствием необходимой инженерной инфраструктуры на новых территориях и на незаконченных стройках зданий и домов, не прошедших экологическую, технологическую экспертизу. Все это указывает на то, что города оказываются в центре стихийных бедствий. Отсюда и беды людей, приобретающие массовый характер [2].

Состоявшаяся в мае 1994 г. Всемирная конференция в городе Иокогама (Япония) приняла декларацию, констатирующую, что уменьшение ущерба от природных опасностей должно являться приоритетным направлением в государственной стратегии устойчивого развития. Такая стратегия развития (стратегия борьбы с природными опасностями) должна основываться на прогнозировании и своевременном предупреждении населения [3].

#### **Классы рисков по масштабу.**

Вследствие различия по видам последствий природно-техногенные риски можно разделить на допустимые классы:

Локальные местные и объектные аварии имеют большое значение, особенно для городов и окрестных районов. Такие явления, как обрушение зданий, пожары и взрывы на производстве и в гражданском строительстве, выбросы радиоактивных и отравляющих веществ, заметно сказываются на здоровье и жизни людей.

Итак, рассматривая вопрос о технических системах и техногенных рисках, можем резюмировать, что при нахождении в зонах действия ТС человек подвергается воздействию, которое определяется свойствами ТС и длительностью пребывания в опасной зоне. В связи с этим все более актуальной становится проблема надежности систем и технологического оборудования [4].

#### **Риски техногенного характера классифицируются:**

– по видам воздействия: на химические, радиационные, биологические и транспортные, а также на стихийные бедствия;

– по степени причинения ущерба: риск поражения человека, уровень риска летального исхода индивида, ожидаемый риск материального ущерба, риск ущерба природной среде, иные интегральные (вероятностные) риски.

#### **Для чего нужен анализ.**

Анализ техногенного риска – это процесс узнавания опасностей и оценка будущих аварий на объектах производства, имущества или оценка ущерба окружающей среде. Также это анализ распознавания опасностей и оценка риска для всех групп людей и отдельного человека, имущества и окружающей природной среды. Степень риска показывает верхнюю оценку вероятности опасного события с негативным результатом и возможную потерю. Оценка риска предусматривает анализ его частоты, анализ последствий от ТС и их интегральное сочетание.

Итак, техногенные экологические риски в целом выражают:

– вероятность экологических бедствий, возникающих в результате хозяйственной деятельности;

– вероятность экологических катастроф, вызванных авариями ТС.

Экологические риски принято характеризовать по видам:

- социально-экологический риск;
- эколого-экономический риск;
- технический и индивидуальный риск. [5]

### **Процедура оценивания рисков.**

Оценка техногенных рисков производится по процедуре, включающей:

- Создание эколого-географической базы данных о регионе.
- Инвентаризацию опасных промышленных объектов в регионе и видов хозяйственной деятельности.
- Оценку количественных характеристик для окружающей среды (ОС) и здоровья всего населения в регионе.
- Анализ инфраструктуры региона и организацию систем безопасности, также в случаях чрезвычайных ситуаций (ЧС).
- Полную разработку и обоснование вектора стратегий и оптимальных планов действий.
- Формулировку суммарных стратегий управления и разработку общих планов оперативных действий [6].

### **Способы уменьшения риска.**

Снижение техногенного риска зиждется на таких передовых методах, как:

- Построение систем защиты от техногенных (экологических) аварий и бедствий.
- Всеобщий анализ и мониторинг технических систем и операторов (персонала) технического объекта (ТО).
- Применение возможных средств для предупреждения и устранения чрезвычайных ситуаций (ЧС) в производстве [7].

## **Список использованных источников**

1. Владимиров, В.А. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. Монография / В.А.Владимиров, В.И.Измалков, А.В.Измалков – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2002.–184 с.
2. Управление надёжностью. Анализ риска технологических систем: ГОСТ 51901– 2002. – Введ.2003– 09– 01. – М., 2003.– 22с.
3. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем: ГОСТ Р 51901.1– 2002. – Введ.2003– 01– 01. – М., 2002.– 22с.
4. Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности: ГОСТ Р 51901.2– 2005 (МЭК 60300– 1:2003). – Введ.2005– 09– 01. – М., 2005.– 14с.
5. Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании: ГОСТ Р 51901.4– 2005 (МЭК 62198:2001). – Введ.2006– 02– 01. – М., 2005.– 18с.
6. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности: ГОСТ Р 51901.5– 2005 (МЭК 60300– 3– 1:2003). – Введ.2006– 02– 01.– М., 2005.– 20с.

7. Менеджмент риска. Программа повышения надежности: ГОСТ Р 51901.6-2005 (МЭК 61014:2003). - Введ.2006-02-01. – М., 2005. – 17с.

## **TECHNOGENIC RISKS: TYPES, ANALYSIS, CONSEQUENCES**

**Y.A. Kravchenko**

*Donskoy State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article reveals the essence and objectives of the analysis of technogenic risks. Their types are described. The consequences of risks are considered.

Keywords: risk, technogenic, analysis, emergency, vehicle accident

**УДК 001.18**

## **РОЛЬ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

**Ю.А. Кравченко**

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи водородной энергетики. Описаны её преимущества. Рассмотрены области применения водородной энергетики.

**Ключевые слова:** технологии, энергия, энергоэффективность, ВИЭ, преобразование

Водородная энергетика – отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для зарядки, транспортировки, производства и потребления энергии. Водород выбран как наиболее распространенный элемент в космосе, теплота сгорания водорода максимальная, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая также вводится в оборот водородной энергетики). Водородная энергетика относится к альтернативной энергетике, когда водород производится с помощью возобновляемых источников энергии.

Преимущества водородной энергетики:

- высокая энергоэффективность,
- огромные экологические и социальные преимущества,
- экономическая конкурентоспособность.

В настоящее время мир экспериментирует с водородной энергетикой во всех секторах экономики:

- генерация, хранение и распределение энергии;
- электричество, тепло и охлаждение для зданий и домашних хозяйств;
- отрасли промышленности;
- транспорт;
- добыча и производство сырья.

Интерес к водороду вызван тем, что он обладает высокими энергетическими характеристиками и является экологически чистым энергоносителем. Водород давно используется в различных отраслях экономики: широко применяется в нефтехимии, металлургии, энергетике, а также как охладитель в мощных энергетических блоках, в производстве минеральных удобрений<sup>2</sup>. Мировой объем производства водорода в настоящее время достигает порядка 70 млн т.

Внимание к водородной энергетике связано еще с тем, что вытеснение из баланса энергетических установок снижает объем потребления воды. В условиях нарастающего дефицита пресной воды в мире этот фактор представляется весьма важным. Так, расход воды КЭС мощностью 1 ГВт составляет до 1 млн м<sup>3</sup> в год.

Энергоэффективность и устойчивость являются 2 важными факторами, определяющими энергетический переход от нынешней экономики, основанной на ископаемом топливе, к экономике замкнутого цикла.

Замкнутый цикл – устойчивое использования возобновляемого топлива.

Водородный энергетический ресурс является новым возобновляемым источником энергии (ВИЭ).

Снижение стоимости водородной энергетики - непростая задача.

Нужны работы в области:

- повышения производительности с помощью различных стратегий,
- повышения емкости хранения,
- повышения производительности различных видов силовых устройств.

Технологии конечного использования водородной энергии, в отличие от традиционных технологий, еще не отработаны.

Однако они предлагают значительные преимущества с точки зрения низкого или 0го уровня выбросов и гибкости в отношении источников топлива.

Поскольку это неотработанные технологии, их стоимость высока, а надежность и долговечность еще не доказаны.

Однако есть обнадеживающие результаты:

- первые демонстрации водородных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) и топливными элементами уже проводятся, и ожидается, что они получат более широкое распространение;
- водородные системы для производства электроэнергии и тепла уже работают в демонстрационных условиях;

Возможная интеграция хранения водородной энергии с ВИЭ открывает перспективы:

- экономически эффективных удаленных энергетических систем,
- снижения внешних затрат на энергию, связанных со многими видами ископаемого топлива.

В долгосрочной перспективе:

- водородная энергия, вероятно, будет использоваться во многих повседневных ситуациях;
- водородные энергетические технологии заменят многие традиционные технологии;
- экономика водородных технологий будет улучшаться по мере их широкого использования,
- добавленная стоимость низкого уровня загрязнения должна еще больше повысить ценность таких систем.

Варианты преобразования водородной энергии по сравнению с традиционными энергетическими системами:

- разнообразны: от физического преобразования до всех вариантов химического преобразования энергии, включая сжигание и электрохимическое преобразование,
- более просты и эффективны,
- более безопасны для окружающей среды,
- водород может поступать из различных источников энергии, поэтому не нужно полномочий регулировать подачу и распределение водорода,
- водород тоже энергоноситель, поэтому его можно использовать для хранения энергии, когда она не нужна, а затем сделать накопленную энергию доступной, когда первичный источник энергии недоступен или недостаточен.

помощью систем преобразования водородной энергии водород может быть преобразован во многие продукты для конечных пользователей: электроэнергия, отопление, охлаждение, чистая вода, фармацевтические препараты, пластмассы и др.

### **Список использованных источников**

1. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. URL: <https://www.ipcc.ch> (дата обращения: 15.10.2021).
2. Прогноз развития энергетики мира и России – 2019. URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus> (дата обращения: 15.10.2021).
3. Кузык Б.Н., Кушлин В.И., Яковец Ю.В. На пути к водородной энергетике. М.: Институт экономических стратегий, 2005. – 160 с.
4. Заменит ли водород нефть и газ? URL: <https://scientificrussia.ru/interviews/zamenit-li-vodorod-nefti-gaz-intervyu-s-b-p-tarasovym>.
5. От водородной энергетики к водородной экономике. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/otvodorodnoj-energetiki-k-vodorodnoj-ekonomike>.
6. В России создан научный консорциум по развитию водородных технологий. URL: <https://ria.ru/20201113/tpu-1584487143.html>.

# THE ROLE OF HYDROGEN ENERGY IN THE GLOBAL ENERGY SYSTEM

Y.A. Kravchenko

*Donskoy State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article reveals the essence and tasks of hydrogen energy. Its advantages are described. The fields of application of hydrogen energy are considered.

**Keywords:** technologies, energy, energy efficiency, RES, transformation

УДК 54.07

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Ю.А. Кравченко

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье раскрываются суть и задачи волоконно-оптических датчиков. Описаны общие принципы работы датчиков. Рассмотрены основные преимущества данных устройств.

**Ключевые слова:** опто-волокно, датчики, МЭМС-технологии, оптика, сигнал

Волоконно-оптические датчики (ВОД) – это приборы, предназначенные для фиксации изменения рабочих показателей системы и трансляции сигнала по оптоволоконному каналу. Такие датчики могут использоваться для отслеживания температуры и механического напряжения, также их применяют для контроля давления, вибрации и других показателей. Их применяют в строительной отрасли, коммунальном хозяйстве, горнодобывающей промышленности и т. д.

В основе работы датчиков такого типа лежит оптическое волокно. Оно представляет собой сердцевину в полимерной оболочке, по которой проходит световой поток. Сердцевина изготавливается из стекла или пластика, который снабжается специальными добавками для улучшения коэффициента преломления световых волн.

Волоконно-оптические датчики используют оптоволокно в качестве линии передачи сигнала или чувствительного элемента. Наибольшую востребо-

ванность приобрели датчики с оптическим преобразователем. Такая система состоит из чувствительного оптического элемента, приемника и излучателя. Преобразователь помещается между торцевыми частями принимающего и передающего волокна, а роль излучателя может выполнять светодиод. В роли детектора света выступает р-і-n-фотодиод.

На существующие методологии измерения звука, деформации, давления, вибрации, угла наклона или линейного перемещения, накладывается определенное ограничение с местом применения. Основное количество сенсоров, фиксирующих названные факторы, работает на основе электричества, что автоматически не дает их использовать во взрывоопасных средах. Существует, пусть и малая, но вероятность, случайного возникновения искры на контактах устройств, участвующих в измерениях, которая в свою очередь может привести к воспламенению газа или горючей жидкости.

Кроме названной проблемы есть и такое понятие, как затухание сигнала линии в зависимости от расстояния. Для приборов, использующих электричество в качестве основы своей работы и передачи данных, дальность прохождения тока весьма невелика. Да и к тому же сами информационные импульсы могут исказиться в процессе перехода между детектором и принимающим устройством под воздействием внешнего электромагнитного поля, ионизации, радиации или каких-либо иных физических явлений.

Всех перечисленных проблем лишены волоконно-оптические датчики. Так как в основе их работы и передачи информации лежит движение света через сам сенсор и трансляционную линию, а значит исказить получаемые в финале сведения очень сложно. В сущности, весь принцип системы заключен в анализе разницы между исходными характеристиками спектра излучения лазера и полученным результатом на входе детектирующего устройства. Вне зависимости от того на какой фактор настроен сенсор – температуру, деформацию, давление, угол наклона, вибрацию или линейное перемещение – поток света изменит свои свойства под воздействием внешнего состояния среды и будет получен обрабатывающим устройством. Которое уже, в свою очередь и зафиксирует изменение характеристик. Причем линия передачи данных, использующая оптические принципы, допускает трансляцию информации от многих устройств по одному каналу, без ее смешивания, искажения или утраты, или другими словами – мультиплексирования.

Не стоит забывать и об устойчивости аналогичных детекторов к коррозии и температуре. В большинстве из них основой служит кварц, который практически не подвержен названным проблемам. Единственный фактор деградации канала передачи информации, выявленный в ходе исследований, связан с длительным применением оптоволоконной линии на большие расстояния в очень влажной среде. Речь идет всего лишь о частичном искажении передаваемых данных в очень плотном их потоке, при длине канала свыше километра. В отношении телеметрической информации, которой по объему транслируется намного меньше, проблем замечено не было.



Еще один фактор в отношении волоконно-оптического датчика, дающий ему преимущество в сравнении с остальными – радиационная устойчивость. Ионизация, возникающая в местах повышенного фона, сильно воздействует на полупроводниковые приборы и каналы связи, в некоторых случаях до их полного выхода их из строя. Принцип работы и передачи данных оптических систем не допускает отрицательного влияния радиации на происходящие процессы.

Оптоволоконные датчики могут работать по одному из двух принципов:

1. Точечные – в качестве базового элемента в них используются селективирующие зеркала. Световое излучение исходит от широкополосного источника и отражается в виде узкой полосы. Оставшаяся часть светового потока передается по оптоволокну. Этот вариант передачи сигнала позволяет одновременно использовать несколько контроллеров в автоматизированной линии и обеспечивает наиболее точную передачу сигнала. Датчики такого типа могут использоваться для контроля давления, температуры, вибрации и других показателей.

2. Распределенные – датчики этого типа применяются для контроля уровня температуры. Опросное устройство провоцирует импульс лазера, и он рассеивается при передаче через оптоволокно. В результате можно определить, какова температура в каждой из точек оптоволоконного канала.

По аналогичному принципу могут работать акустические датчики. В этом случае анализатор фиксирует колебания излучения, передаваемого по оптоволоконному каналу. Это дает возможность зафиксировать звук и определить его источник. Датчики такого типа могут применяться, например, в системах контроля доступа – они дают возможность выявить несанкционированное проникновение.

Если датчик использует оптоволокно для трансляции сигнала на расстоянии, то оно должно быть многомодовым. Одномодовое оптоволокно применяется для устройств, в которых оно выполняет функции сенсора.

Основными направлениями развития волоконно-оптических датчиков в настоящее время являются интегрально-оптические технологии, которые позволят объединить электронные схемы обработки и микрооптические компоненты в одном кристалле или микромодуле. Это значительно снизит себестоимость волоконных датчиков и повысит их эксплуатационные характеристики.

Другим перспективным направлением считается соединение возможностей уже созданной МЭМС-технологии и интегральной оптики. Это может привести к созданию целого класса устройств, реализация которых в макромасштабе крайне затруднительна или невозможна. Примером объединения оптики, механики и электроники могут служить микромеханические устройства, изготовленные с использованием микро- и нанотехнологий: например, DLP-процессор, основанный на технологии пьезоактуаторов, использует массив поворотных микрозеркал, модулирующих отраженный поток света по заданному алгоритму. Такая технология была разработана и запатентована фирмой Texas Instrument и на ее основе выпускаются проекционные DLP-телевизоры и проекторы.

Общий принцип работы всех категорий таких устройств: световое излучение перемещается по оптоволокну, при этом его параметры меняются в брэг-

говских решетках. На основании полученных изменений система детектирования делает выводы об изменении рабочих показателей.

#### **Список использованных источников**

1. Окоси Тамакори, Окамото К., Оцу М., Нисихара Х., Кюма К., Хататэ К. Волоконно-оптические датчики. Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1991. – с. 256.
2. Жилин, В.Г. Волоконно-оптические измерительные преобразователи скорости и давления. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. - с.11-12.
3. Авдошин, Е.С. Волоконная оптика в военной технике США // Зарубежная электроника, 1989. – №11. – с.98-99.
4. Бусурин, В.И., Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – с.40-41.
5. Андрушко, Л.М. и др., Справочник по волоконно-оптическим линиям связи, под ред. С.В.Свечникова и др., Киев, Тэхника, 1988.

#### **FIBER-OPTIC SENSORS: PROSPECTS OF INDUSTRIAL APPLICATION**

**Yu.A. Kravchenko**

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article reveals the essence and tasks of fiber-optic sensors. The general principles of operation of sensors are described. The main advantages of these devices are considered.

**Keywords:** opto-fiber, sensors, MEMS technologies, optics, signal

**УДК 631.15.01**

#### **СИСТЕМЫ АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ**

**В.О. Крылова, И.В. Федосов, А. А. Войнов**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье приводятся размышления по поводу использования нейросетей и систем обеспечения безопасности на автомобильном транспорте.

**Ключевые слова:** безопасность автомобиля, автопилот, нейросети

В настоящее время информационные технологии непрерывно развиваются. Опираясь на опыт прошлых лет, статистику, ошибки и успехи производители современных автомобилей стремятся создать не просто новый автомобиль, а надежный, безопасный с множеством дополнительных функций, способных облегчить жизнь человеку, а может и спасти его жизнь. Другими словами, их цель – создать умный автомобиль, которому можно доверять. Мировая статистика свидетельствует о том, что число жертв в результате аварий на автомобильном транспорте превышает суммарное число жертв при катастрофах на железнодорожном, авиационном и морском транспорте [1].

В массовом представлении умный автомобиль – нечто среднее между автомобилем и роботом с искусственным интеллектом. На самом деле, так называют транспортные средства, которые по ряду параметров превосходят обычные машины.

И так, есть несколько причин называть авто умным:

- наличие самоуправления;
- продвинутая система навигации;
- экологичность;
- использование альтернативного источника энергии.

Кроме того, так можно назвать единственный в своем роде авто и концепты, разработанные с какой-либо определенной целью, имеющие эксклюзивные функции и особенности.

Транспорт, наделенный искусственным интеллектом, способен полностью брать на себя задачу управления, что не единожды доказывали компаниями Google, Tesla и другими разработчики беспилотных автомобилей. Статистика показывает, что количество ДТП сокращается при использовании систем автопилотирования и реагирования на препятствия.

Помимо полного контроля над управлением, умные автомобили способны выстраивать оптимальный маршрут движения и в режиме реального времени, анализируя окружающую обстановку, сообщать водителю, например, о препятствиях или пробках.

Умной можно назвать и ту машину, которая искусственным интеллектом не располагает.

К примеру, автомобиль GEA с тремя режимами работы:

1. «Business». В салоне авто создается условия для работы как в офисе: мониторы, подсветка, оснащенные поворотным механизмом кресла для проведения совещаний.

2. «Wellness», при котром салон превращается в тренажерный зал.

3. «Dream». Режим для сна.

Транспортное средство может быть оснащено и электронным помощником. Это еще один вариант интеллектуализации. Главное назначение такого помощника состоит в сканировании дорожных знаков и авторегулировке скорости движения без использования тормозов, посредством сокращения подачи топлива в двигатель.

Похожий электронный помощник есть у автомобиля Tesla. Такая система анализирует ситуацию на дороге и предупреждает столкновения.

Пожалуй, самый интересный тип систем умного автомобиля – автоматическое управление без участия человека. Считается, что именно за беспилотными автомобилями будущее. Однако в настоящее время их разработкой занимаются только крупные компании, ведь их разработка требует немалых денежных вложений. Поскольку автомобили являются главными участниками ДТП, то к их конструктивной и эксплуатационной безопасности предъявляются повышенные требования в целях снижения вероятности аварий и минимизации их последствий. [1] Особенно высокие требования предъявляются к надежности элементов технического средства, обеспечивающих его тяговую динамику, осуществляющих маневр, эффективное и своевременное торможение (т. е. к двигателю, трансмиссии, тормозной системе, рулевому управлению, подвеске и т.д.) [1].

Компании гиганты еще в прошлом десятилетии планировали запустить массовое производство беспилотных автомобилей. Но практика показала, что такие транспортные средства – это большая ответственность за жизнь человека. На данный момент не удалось решить все проблемы, возникающие у автопилота во время движения.

Какие же задачи смогут решать автомобили, оснащенные искусственным интеллектом?

Во-первых, контроль за состоянием водителя. Целый комплекс специального оборудования, встроенного в авто, будет отслеживать состояние и поведение водителя.

Система способна:

- блокировать возможность езды на машине, если человек находится в состоянии алкогольного опьянения;
- отслеживать уровень усталости водителя и уведомлять его, если он начинает засыпать, выезжать за пределы разметки или иными действиями подтверждать потерю концентрации на дороге;
- уведомлять диспетчера или экстренные службы о том, что автомобилист представляет опасность для себя и других участников дорожного движения.

Во-вторых, это аварийное оповещение, главная задача которого заключается в передаче информации специальным службам в случае экстренных ситуаций, например:

- возможность столкновения;
- физический контакт с обочиной, разметкой, ограждениями или другими участниками дорожного движения;
- возникновение неисправностей, которые могут привести к аварии.

В-третьих, это автоматическое освещение. Системы автоматического освещения способна самостоятельно контролировать состояние фар. То есть включать и выбирать интенсивность света, исходя из времени суток и погодных условий. Эта функция является очень значимой. Ведь освещенность

напрямую влияет на управление автомобилем. К тому же, автоматическая настройка позволит не отвлекаться водителю.

И самое популярное – это функция «автопилот». Транспортные средства, оснащенные такой функцией, вызывают особый интерес. Беспилотное транспортное средство должно знать маршрут, понимать окружающую обстановку, соблюдать ПДД и корректно взаимодействовать с пешеходами и другими участниками дорожного движения, чтобы успешно и безопасно добраться в пункт назначения. Для этого используются сложные и дорогостоящие технологии:

1. Лидар – это лазерный дальномер, установленный на крыше, генерирует 3D-карту местности в радиусе до 100 метров; обзор прибора охватывает 360 градусов. Затем полученные данные система объединяет с Google-картами, что позволяет ей избегать аварийных ситуаций.

2. Радар – еще одна важная часть беспилотного автомобиля. Этот прибор определяет с помощью радиоволн расстояние до объектов, траекторию, скорость их движения. Радар посылает импульсы, которые, отражаясь от препятствий, принимаются антенной.

3. Датчики положения определяют координаты автомобиля на карте. GPS-приемник позволяет отследить местоположение машины и маршрут следования.

4. Видеокамера следит за сигналами светофоров и объектами, которые приближаются на потенциально опасное расстояние.

В настоящее время многие компании уже разработали, испытали и активно эксплуатируют свои беспилотные системы по всему миру. Вопрос вывода таких транспортных средств на рынок стоит скорее в снижении стоимости используемого оборудования, нежели в недостатке идей.

Это всё касается того, что уже смогли воплотить в жизнь конструкторы. Однако, остается огромное количество систем, которые могут быть добавлены в автомобили для безопасности и удобства.

Например, система, которая отслеживала бы состояние не только водителя, но и всех пассажиров, предупреждала критические состояния и могла даже оказать первую помощь. Известно много случаев, когда пассажиру или водителю нужна помощь. Одно дело иметь под рукой средство помощи, другое дело предупредить возникновение таких ситуаций. Машина стала бы не просто средством передвижения, не просто кузовом на колесах, а полноценным роботом. На основе анализа поведения человека, пульса, размера зрачков, количества выделяемого пота, система предупреждала бы критические состояния, предотвращая непредвиденные ситуации. Человеку довольно сложно уследить и тем более понять язык своего тела. Мы довольно часто не обращаем внимания на сигналы нашего организма, потому что мозг наш занят другим. Подобные системы могли бы сократить количество несчастных случаев в дорогах, обеспечить безопасность водителя и пассажиров на высшем уровне.

#### **Список использованных источников**

1. Безопасность транспортных средств Яхьяев Н. Я.
2. Безопасность жизнедеятельности Арустамов Э.А.

# AUTOPILOT AND VEHICLE SAFETY SYSTEMS

V.O. Krylova, I.V. Fedosov, A.A. Voynov

*Penza State  
University, Penza, Russia*

The article provides reflections on the use of neural networks and security systems in road transport.

**Keywords:** car safety, autopilot, neural networks

УДК 656.212

## НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРОГНОЗНАЯ АНАЛИТИКА ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКИ

А.Н. Кузьмина<sup>1</sup>

*Иркутский государственный университет путей сообщения,  
г. Иркутск, Россия*

В России экономическое, социальное и географическое разнообразие обеспечивается тысячами поездов. С ростом объемов перевозок пассажиров и грузов возникает необходимость в оптимизации операций, а также безопасности железнодорожных перевозок. Именно здесь передовые технологии и искусственный интеллект (ИИ) должны сыграть роль вспомогательного фактора.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, нейротехнологии, искусственный интеллект, прогнозная аналитика, логистика

Российские железные дороги сосредоточены на масштабной программе модернизации, включающей 100 % электрификацию, прокладку высокоскоростных путей, строительство туннелей, мостов и других объектов. Разнообразие рельефа, требует не только строительства длинных туннелей и высотных мостов, но и постоянного контроля за сопутствующей инфраструктурой, такой как вокзалы, подъездные пути, здания станций и т.д. Существует огромная потребность в защите всей существующей и будущей инфраструктуры от различных угроз эксплуатации и безопасности. С десятками тысяч километров железнодорожных путей и ежедневным движением поездов выполнение всего этого с эффективностью и последовательностью невозможно для человека, независимо от численности задействованного персонала. Именно здесь усовершенствован-

---

<sup>1</sup> Научный руководитель Е.В. Маловецкая, к.т.н., доцент

ная интеграция искусственного интеллекта в различные аспекты операций, особенно в обеспечении безопасности и охраны, стала насущной потребностью [5].

Уже существует несколько областей железнодорожной деятельности, где искусственный интеллект и анализ данных играют решающую роль, включая моделирование, проектирование и модификацию инфраструктуры, строящейся в различных ландшафтах и климатических регионах. Кроме того, эволюция видеоаналитики на базе искусственного интеллекта вывела возможности обеспечения безопасности и защиты на совершенно иной уровень.

Рассмотрим некоторые из способов, с помощью которых инструменты ИИ используются для содействия железнодорожной революции.

Мониторинг зон ограниченного доступа и контроль доступа – инструменты ИИ могут отслеживать не только количество людей, посещающих железнодорожный объект, но и тех, кто входит, выходит или перемещается в зонах ограниченного доступа. Например, железнодорожные зоны технического обслуживания и хранения или объекты незавершенных проектов могут эффективно контролироваться в режиме 24/7 с помощью встроенных камер с автоматической аналитикой.

Камеры работают с параметрами идентификации лица и номерного знака транспортного средства, чтобы определить, разрешено ли человеку или транспортному средству входить/выходить из помещений или зон ограниченного доступа. Мало того, он также будет иметь возможность идентифицировать, предупреждать с помощью интегрированных систем или сообщать о подозрительно слоняющихся людях или транспортных средствах, припаркованных незаконно/случайно [1].

Проникновение на территорию – сети видеонаблюдения, интегрированные с искусственным интеллектом, могут действовать как системы оповещения о вторжении, и если кто-либо, кроме уполномоченного персонала, войдет в зону ограниченного доступа, система сможет предупредить группы безопасности или запретить доступ, чтобы предотвратить проникновение нарушителей.

Манипулирование системами видеонаблюдения – интеграция искусственного интеллекта с системами видеонаблюдения может повысить их возможности наблюдения на несколько ступеней, а также позволить им самостоятельно диагностировать и сообщать о проблемах в работе или попытке взлома системы. Например, интегрированная с ИИ видеоаналитика сможет сообщать о потере видеосигнала с камеры, блокировке обзора, изменении угла обзора или фокусировке/размытии камеры, что приведет к сбоям в возможностях видеомониторинга. Таким образом, технические специалисты и службы безопасности могут активно реагировать на такие проблемы и быстро их устранять [3].

Безопасность туннелей – туннели играют решающую роль в прокладке железных дорог по горной местности, и если они не защищены должным образом, они также могут представлять угрозу безопасности. Именно здесь наблюдение с помощью искусственного интеллекта помогает определить, есть ли в туннеле люди, их точное местоположение, движение поездов и т.д. Например, система может отслеживать скорость и направление движения поезда внутри

туннелей и сообщать, если поезд движется с превышением / ниже предписанной скорости или останавливается внутри туннелей. Он также может определить, имеет ли место кража или изъятие предметов, которые потенциально могут поставить под угрозу безопасность движения поездов в районе, находящемся под наблюдением. Если есть дым или пожар, видеокамеры могут идентифицировать инцидент и предупредить сотрудников службы безопасности, чтобы предотвратить неконтролируемое распространение огня.

Каждая отрасль стремится к созданию полностью модернизированной системы, которая обеспечивает повышенную автоматизацию и сотрудничество между технологиями и людьми, железнодорожная отрасль не исключение. Различные решения были разработаны многими производителями оборудования, устанавливаемого на грузовые вагоны [2].

Часть этого оборудования включает датчики и другое оборудование, установленное для мониторинга различных параметров. Это значительно упростило работу железнодорожного персонала, повысило производительность и высвободило время, чтобы сосредоточиться на других важных вопросах.

Ускорение разработки систем Интернета вещей привело к появлению новых разработок оборудования для железнодорожных вагонов. Эти системы собирают различные типы данных и анализируют их, чтобы обеспечить оперативную информацию на панели мониторинга с помощью простых в использовании интерфейсов. Операторы железных дорог и грузовых вагонов даже не должны обладать специальными техническими навыками, только базовыми технологическими навыками.

Это ограничивает количество времени, необходимого компаниям для обучения и адаптации сотрудников к различным системам. Использование аналитики данных в этой отрасли - не что иное, как изобретательность. Никто бы и представить себе не мог, что все эти системы были внедрены для повышения эффективности эксплуатации и безопасности железных дорог.

Еще одним важным преимуществом анализа данных на железных дорогах является управление персоналом и получение целостного представления об общем состоянии компании на моментальном снимке. Это способствует тому, что очень заинтересованное и прогрессивно развивающееся сообщество идет в ногу с последними технологическими тенденциями для решения проблем, стоящих перед этой отраслью.

Аналитика данных используется для повышения безопасности на железнодорожном транспорте несколькими способами. Разработчики уделяют большое внимание датчикам, устройствам GPS-слежения в реальном времени и другому оборудованию, которое отслеживает все железные дороги и пытается снизить проблемы безопасности. Существует система, работающая на радиочастотах, обеспечивающая беспроводной источник данных, который анализируется в режиме реального времени для предотвращения аварий.

Эта система использует несколько узких каналов для подключения большего количества датчиков и устройств, отслеживающих состояние грузовых вагонов в режиме реального времени. Существует несколько условий, которые



отслеживаются, чтобы определить, представляет ли грузовой вагон угрозу для устранения какой-либо проблемы до того, как произойдет авария [4].

Некоторые из условий, отслеживаемых и анализируемых этой системой, включают характер вибрации, нагрев, вес грузового вагона и его полезную нагрузку, а также целостность тормозов. Если эта аналитика в реальном времени вызывает тревогу, возможно, пришло время оповестить кого-нибудь и принять необходимые меры предосторожности для предотвращения несчастных случаев.

В случаях, если характер вибрации завышен, железнодорожные операторы могут счесть целесообразным остановить этот грузовой вагон до тех пор, пока квалифицированный инженер или техник не решит данную проблему. Эти передовые технологии способствуют повышению безопасности железных дорог с наименьшим количеством аварий, вызванных неисправными грузовыми вагонами. Их использование может помочь выявить проблемы, которые могли возникнуть после того, как поезд был допущен к этой поездке. Иногда проблема может быть связана с неохраняемыми железнодорожными путями, которые требуют немедленного внимания для предотвращения аварий.

Датчики, установленные на железнодорожных вагонах, могут помочь устранить проблемы, которые негативно влияют на связи компании с общественностью. Не забывая о элементе безопасности, который добавил и укрепил уверенность, привитую железнодорожным операторам.

При управлении парком грузовых вагонов очень важно иметь представление о том, насколько гладко идет работа. С помощью аппаратного и программного обеспечения для анализа данных вы можете отслеживать такие показатели, как расход топлива, предоставление услуг и различные контрольные показатели. Если в отрасли происходят какие-либо изменения в любом из этих аспектов, они будут отражены в отчете информационной панели.

Кроме того, существуют системы, предоставляющие информацию о расходе топлива в режиме реального времени. Менеджеры парка могут использовать эти данные для определения того, как отдельные факторы влияют на расходы топлива, и при необходимости корректировать бюджеты. При выявлении потенциальной проблемы в состоянии грузового вагона компании могут немедленно направить подразделения технического обслуживания. Это сокращает время отклика и простои, возникающие в парках станций, оснащенных данными системами. При использовании информационной панели также можно легко идентифицировать квалифицированный персонал поблизости, чтобы ускорить время реагирования.

Существуют и другие операционные преимущества анализа данных в железнодорожной отрасли. Кроме того, поддерживая грузовые вагоны в хорошем рабочем состоянии, можно избежать крупных штрафов, наложенных на предприятия, не соблюдающие требования. В целом, анализ данных в этой отрасли улучшает обслуживание клиентов, поддержку сотрудников и поощряет экологически чистые решения.

Благодаря хранящимся в режиме реального времени данным и исторической информации о железнодорожных операциях улучшается система мониторинга для предоставления действенной бизнес-аналитики. Все эти аспекты могут менеджерам и железнодорожным операторам выполнять свои задачи с большей эффективностью [6].

Традиционные системы связи операторов железных дорог и грузовых вагонов могут показаться неэффективными, что создает многочисленные узкие места. Ручной обмен информацией с помощью радиосвязи, мобильных телефонов или текстовых сообщений может привести к задержке информации. Кроме того, могут быть места, где нет сотовой связи, что представляет большой риск для менеджеров и операторов железных дорог.

В случае возникновения проблем с грузовым вагоном, требующих немедленного внимания, могут не произвести замену, пока не станет слишком поздно. Принимая во внимание, что диагностические решения в режиме реального времени, поддерживаемые современными системами связи, могут помочь преодолеть этот пробел, мгновенно предоставляя данные соответствующим сторонам. Кроме того, эти инструменты имеют невероятный диапазон, используя радиочастоты, а иногда и спутниковые технологии [3].

Если возникнут какие-либо проблемы, механики определяют их раньше, используя датчики, установленные на грузовых вагонах. Кроме того, используя аналитику данных, предприятия грузовых вагонов могут предоставлять клиентам реалистичные данные. Это повысит доверие клиентов и приведет к долгосрочным деловым отношениям.

Внедряя эффективные инструменты такого рода, железные дороги будут работать более плавно и с меньшим временем простоя. Простой переход на инструмент анализа данных с функциями, необходимыми компании, может принести большую прибыль.

Производительность всегда будет на максимальном уровне, а правила техники безопасности не станут большой проблемой благодаря эффективной бизнес-аналитике, предлагаемой этими информационными панелями. Некоторые задачи будут автоматизированы, и у сотрудников останется больше времени для выполнения других важных задач [5].

В настоящее время доступны системы, которые помогают предприятиям грузовых вагонов проводить профилактическое техническое обслуживание своих железнодорожных вагонов. Эти технологии постепенно развиваются, чтобы сэкономить большие суммы денежных средств при эксплуатации парка. Это закрывает огромный пробел в этой отрасли в централизованной системе, которая помогает с диагностикой для профилактического обслуживания.

Эти системы не только помогают поддерживать парк в соответствии с отраслевыми требованиями, но и помогают экономить деньги из-за ограничений на профилактическое обслуживание или устраняют более серьезные проблемы [6]. Использование различных источников информации, таких как данные, собранные во время движения грузовых вагонов, для других аспектов, таких как пробег, история обслуживания и т.д.

Объединение этих различных типов данных для обеспечения эффективной бизнес-аналитики упрощает управление огромным парком [7]. Кроме того, механикам и другим техническим специалистам не нужно периодически проверять каждый локомотив, как это было бы без этой технологии. Несомненно, это сокращает объем работы, ожидаемой от персонала, а проведение диагностики занимает меньше времени.

У механиков и техников может быть больше свободного времени для выполнения других задач. Компании также смогут поддерживать необходимое количество персонала, решая множество кадровых проблем, таких как нехватка персонала. Использование планов обслуживания, предписанных производителями, может быть неточным из-за местных условий. Например, износ может быть более быстрым при определенных погодных условиях или условиях железнодорожного пути. Эти системы были разработаны, чтобы помочь получать точную аналитику и прогнозируемое время обслуживания грузовых вагонов.

Таким образом, в современном динамичном мире критически важно иметь возможность отслеживать риски и угрозы безопасности в режиме реального времени и реагировать на них. С миллиардами долларов и большим количеством жизней, которые нужно защитить, системы видеоаналитики и видеонаблюдения, управляемые искусственным интеллектом, будут играть ключевую роль в обеспечении безопасности и устойчивости работы железных дорог.

### **Список использованных источников**

1. Аева, М.А. Система единого планирования для всех видов транспорта / М.А. Аева, Е.В. Маловецкая // Инфраструктура и эксплуатация наземного транспорта: материалы международной студенческой научно-практической конференции: в 2 частях, Нижний Новгород, 10 апреля 2019 года / Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Новгороде. – Нижний Новгород: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «21 век», 2019. – С. 11-16. – EDN QUOZQY.

2. Гафаров, В.М., Галимянов А.Ф. Искусственные нейронные сети и приложения: учебное пособие / Ф.М. Гафаров. Казань: Изд-во Казанского университета, 2018. – 121 с.

3. Маловецкая, Е.В. Влияние контейнерных перевозок на повышение экономического потенциала транспортной отрасли / Е.В. Маловецкая, Д.П. Бичигов // Повышение управленческого, экономического, социального и инновационно-технического потенциала предприятий, отраслей и народнохозяйственных комплексов: Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 19–20 мая 2022 года / Под научной редакцией Ф.Е. Удалова, В.В. Бондаренко. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 164-167. – EDN GDSKFJ.

4. Майер-Шенбергер, В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / пер. с англ. Инны Гайдюк. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.

5. Миронова, Т.Д., Павлова Е.И. Организация взаимодействия партнеров в цепях поставок на основе цифровизации. В сборнике: Устойчивое развитие: исследования, инновации, трансформация. Материалы XVIII Международного конгресса с элементами научной школы для молодых ученых. В 2-х томах. Отв. редакторы выпуска: А.В. Семёнов, П.Н. Кравченко. Москва, 2022. – С. 390-397.

6. Охотников, А. Л., Зажигалкин А. В. Искусственный интеллект для железной дороги // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 5. – С. 30-34.

7. Planning of qualitative indexes of railroad operational work in polygon technologies / E. V. Malovetskaya, R. S. Bolshakov, A. V. Dimov, A. A. Byshlyago // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019, Moscow, 21–24 мая 2019 года. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012041. – DOI 10.1088/1757-899X/760/1/012041. – EDN DUKRFZ.

## **NEUROTECHNOLOGIES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PREDICTIVE ANALYTICS FOR TRANSPORT AND LOGISTICS**

**A.N. Kuzmina**

*Irkutsk State University of Railway Transport,  
Irkutsk, Russia*

In Russia, economic, social and geographical diversity is provided by thousands of trains. With the growth of passenger and cargo traffic, there is a need to optimize operations, as well as the safety of rail transportation. This is where advanced technologies and artificial intelligence (AI) should play the role of an auxiliary factor.

**Keywords:** railway transport, neurotechnology, artificial intelligence, predictive analytics, logistics

**УДК 629.014.7**

## **ОБОСНОВАНИЕ МАРОЧНОГО СОСТАВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ**

**А.В. Кучер, Д.В. Беляков, А.В. Михайлов, Е.Е. Кузнецов**

*Дальневосточный государственный аграрный университет,  
г. Благовещенск, Россия*

От марочного состава, всепогодности, качества и скорости выполнения заданий транспортного обеспечения агропромышленного комплекса напрямую

зависит производительность применяемой в принятой технологии колёсной техники и эффективность деятельности предприятия [1].

Учитывая, что транспортная сеть северных регионов Дальнего Востока России имеет в своём составе в основном дороги 4 и 5 категорий с грунтовым или щебенчато-гравийным дорожным покрытием без усиленных дорожных одежд, несущая способность которых не всегда соответствует условиям нормального движения, важным требованием к марочному составу грузовых является автомобилей является высокая проходимость и всепогодная надёжность [2, 3].

**Ключевые слова:** марочный состав, грузовой автомобиль, транспортно-технологическое обеспечение, самосвальные полуприцепы

Проведённым обзором установлено, что в 2021 году в сравнении с 2020 годом производство грузовой техники в Российской Федерации возросло на 22800 единиц (рисунок 1). Учитывая, что в связи с мировой пандемией спад производства в 2020 году произошел из-за ограничительных мер на предприятиях, в 2021 стабилизировалось количество выпускаемой продукции. В целом за последние 5 лет производство грузовых автомобилей в России увеличилось по сравнению с предыдущими годами.

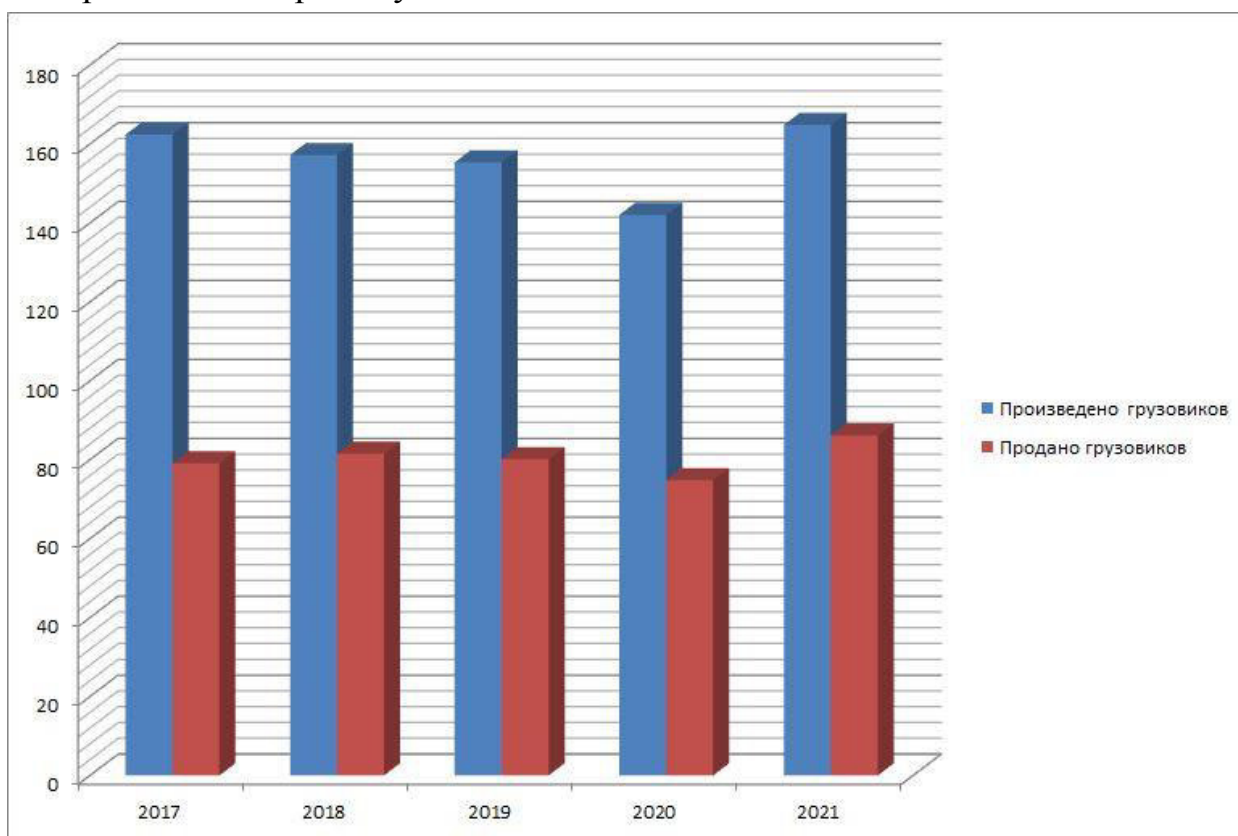


Рисунок 1 – Количество произведенных и проданных грузовых автомобилей в Российской Федерации

Среди 10 лидирующих брендов в России 1 место по продажам занимает автомобильный концерн КамАЗ (33358 штук за 2021 год), за последние 5 лет

продажи автомобилей данной марки только растут что показывает востребованность автомобилей этой марки как на внутреннем, так и на мировом рынке. Второе место за собой закрепила марка автомобилей ГАЗ ( 10152 штук за 2021 год) и продолжает его удерживать, на 3 место в 2021 году вышел шведский производитель грузовых автомобилей Scania с количеством проданных в России автомобилей в размере 7689 штук (рисунок 2) [4].

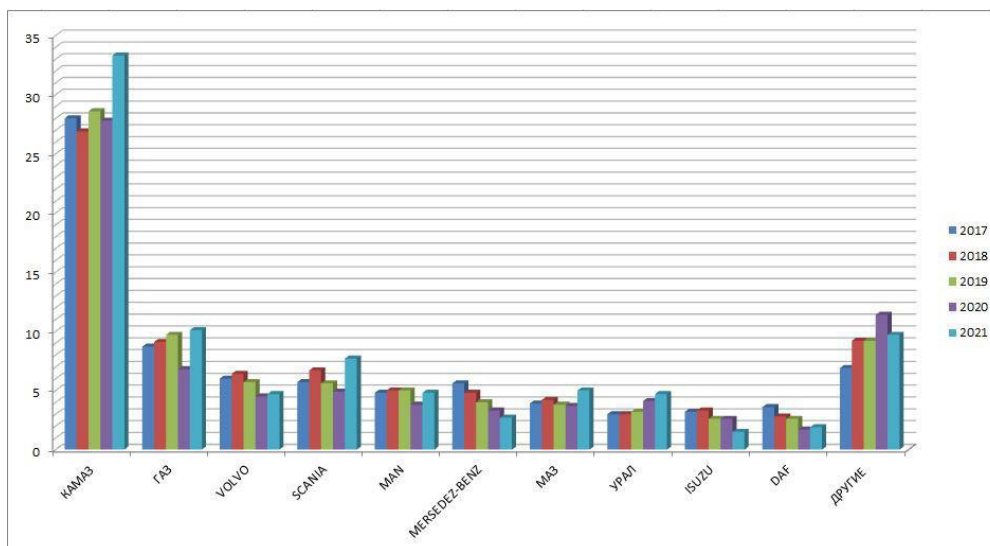


Рисунок 2 – Количество проданных грузовых автомобилей 10 лидирующих марок за последние 5 лет

На рынке грузовиков наблюдается положительная продажная динамика. Так, объем продаж по итогам квартала составил 19 400 штук, что на 11,6 % больше, чем за январь-март минувшего года. Здесь абсолютный результат показал автоконцерн КамАЗ (7257 шт.; +24 %). При этом в общем количестве проданных единиц полноприводные модели и автомобили самосвальной группы составили более 76 %.

Так же в России возник спрос на самосвальные полуприцепы. Производство автомобильных полуприцепов в России значительно увеличилось, так за январь-февраль 2021 года их выпуск вырос на 33 %, а отгрузки покупателям – на 35 %.

Наибольший рост отгрузок, по данным портала «Росспецмаш-Стат», зафиксирован в сегментах самосвальных и тентованных полуприцепов, а также контейнеровозов – на 75, 60 и 33 %, соответственно [3].

Следует указать, что в последнее время российские перевозчики почти не покупают технику заграничного производства. Так, с 2018 года, когда российские власти ввели утилизационный сбор на прицепы и полуприцепы, доля заграничных моделей сократилась с 65 до 22 %. При этом поставки подержанных экземпляров сократились практически полностью.

По приведенным данным анализа рынка техники видна динамика роста количества продаж самосвальных полуприцепов по сравнению с предыдущим

годом поэтому вопрос повышения использования полуприцепных систем является актуальным и перспективным.

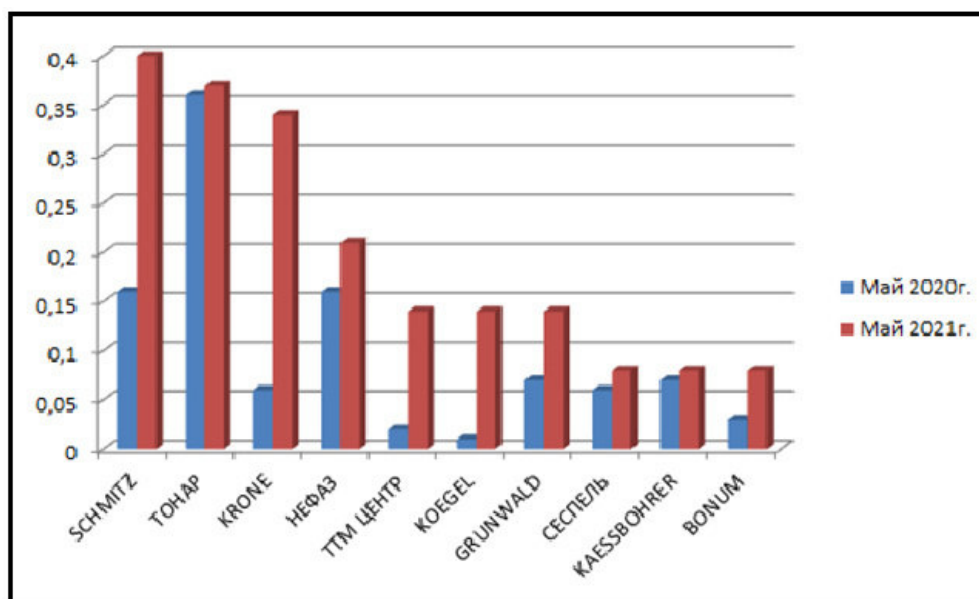


Рисунок 3 – Продажи прицепов и полуприцепов

По приведенным данным анализа рынка техники прослеживается устойчивая динамика роста количества полуприцепов по сравнению с предыдущим годом, поэтому вопрос повышения использования прицепных и полуприцепных систем является перспективным и нуждается в дальнейших исследованиях по тематике повышения эффективности регионального транспортно-технологического обеспечения.

Таким образом, проведенный обзор показывает неуклонное повышение доли отечественных марок грузовых автомобилей в производстве, их качественное улучшение, что прогнозируется покупательским спросом и дальнейшее расширение их регионального применения. При этом для нужд агропромышленного комплекса Дальнего Востока России представляется покупка и использование полноприводных автомобилей КамАЗ 4 и 5 класса грузоподъемности, моделей 4350 (43501), 5350 и их модификаций с самосвальными кузовами, как обладающих наибольшим модернизационным и адаптационным потенциалом.

### Список использованных источников

1. Повышение эффективности использования мобильных транспортных энергетических средств в условиях низкотемпературной эксплуатации: монография / Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, А. В. Кучер; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2022. – 175 [1] с. ISBN 978-5-9642-0553-1 DOI 10.22450/9785964205531

2. Министерство сельского хозяйства РФ, официальный сайт/[Электронный ресурс] URL <http://government.ru/departments/59/events/>

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2015 года № 151-п « Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации до 2030 года»– Режим доступа: <http://government.ru/docs/16757/>

4. Электронный журнал «Сделано у нас»/[ Электронный ресурс] URL <https://sdelanounas.ru/blogs/>(дата обращения: 14.02.2022).

## **SUBSTANTIATION OF THE BRAND COMPOSITION OF TRUCKS FOR TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF REGIONAL PRODUCTION OF THE RUSSIAN FAR EAST**

**A.V. Kucher, D.V. Belyakov, A.V. Mikhailov, E.E. Kuznetsov**

*Far Eastern State Agrarian University,  
Blagoveshchensk, Russia*

The performance of wheeled vehicles used in the adopted technology and the efficiency of the enterprise's activities directly depend on the brand composition, all-weather conditions, quality and speed of performance of tasks of transport support for the agro-industrial complex [1]. Considering that the transport network of the northern regions of the Russian Far East consists mainly of roads of 4 and 5 categories with unpaved or crushed-gravel road surface without reinforced road clothes, the bearing capacity of which does not always correspond to normal traffic conditions, an important requirement for the branded composition of trucks is high cross-country ability and all-weather reliability [2,3].

**Keywords:** vintage composition, truck, transport and technological support, dump semi-trailers

**УДК 629.3**

## **КЛИМАТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА В ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ ПРОБЛЕМЫ И ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ**

**К.В. Лебединский, А.О. Зорков**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза Россия*

Приведен обзор климатических систем, применяемых в автомобилях, показаны их недостатки и особенности использования в электромобилях. Предложен новый подход к созданию климатической техники, повышенной энергоэффективности.

**Ключевые слова:** электромобиль, климатическая система, нагрев, охлаждение, вихревая установка



Высокими темпами осуществляется внедрение в автомобильную промышленность электрических двигателей вместо двигателей внутреннего сгорания, что особо актуально в связи с требованиями использования экологически-чистых технологий, особенно в транспортных средствах.

На сегодняшний день существует проблема эффективного использования электрической энергии в электромобилях, в том числе из-за большого расхода энергии на поддержание внутреннего микроклимата, что особо важно в условиях России в связи с особенностями климата.

В отличие от транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, у которых нагрев воздуха в кабине осуществляется от сопутствующего охлаждения двигателя охлаждающей жидкостью (рисунок 1 [1]), у электромобилей приходится затрачивать энергию на работу электрического нагревателя.

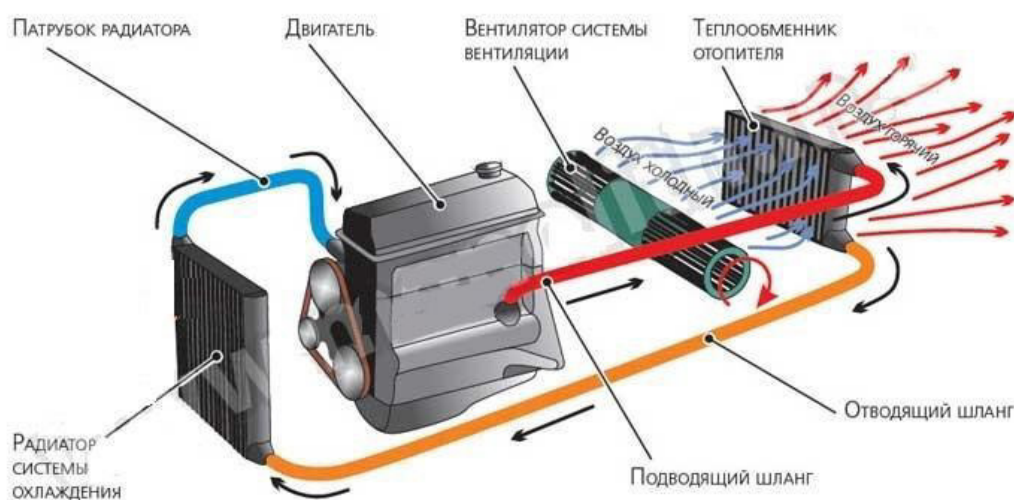


Рисунок 1 – Схема отопления автомобиля [1]

Для обеспечения охлаждения воздуха используются также, как и в традиционных транспортных средствах – кондиционеры воздуха.

Помимо значительных затрат электрической энергии для отопления и кондиционирования требуется комплектование электромобилей как минимум двумя типами устройств, что увеличивает общую массу транспортного средства и как следствие – снижает общую энергетическую эффективность.

Таким образом, существует научная проблема в обеспечении энергоэффективности использования климатической техники в электромобилях.

Сегодняшней актуальной задачей является поиск технологических возможностей использования других принципов, физических явлений и процессов для создания новой универсальной климатической системы для электрических автомобилей.

На сегодняшний день, проблемами обеспечения энергоэффективности электрических транспортных средств занимаются все ведущие автопроизводители.

Большое количество последних публикаций посвящено частному вопросу – снижению энергозатрат для создания микроклиматических условий в транспортных средствах. Однако, имеющиеся разработки такие, как парокомпрессионные машины (сплит-системы) (рисунок 2 [2]), устройства на основе эффекта Пельтье Рисунок 3 [3], вихревые климатические системы (рисунок 4 [4]) и прочие климатические установки нагрева и охлаждения воздуха не удовлетворяют потребностям энергосбережения в связи с большим энергопотреблением и невысоким коэффициентом полезного действия (КПД).

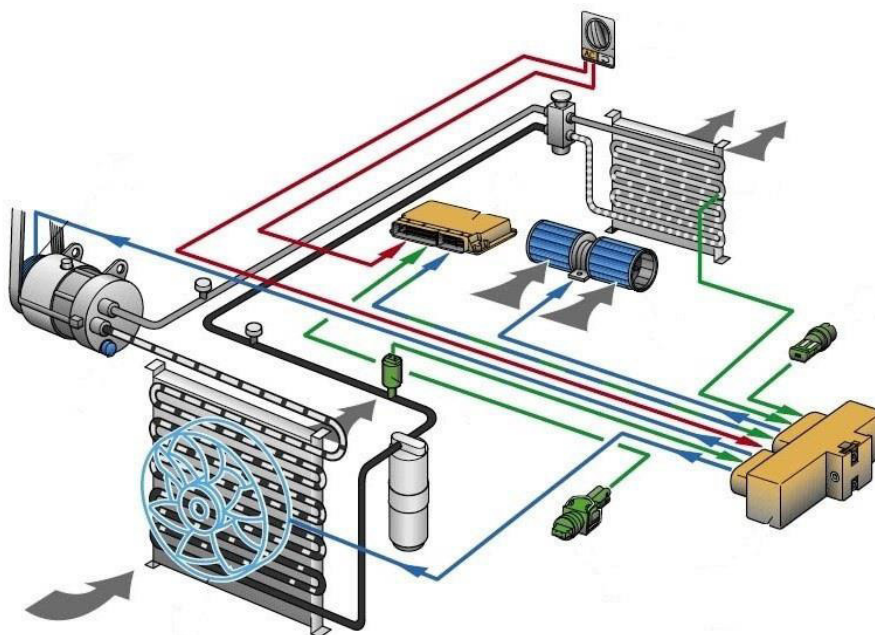


Рисунок 2 –Конструкция сплит-системы автомобиля

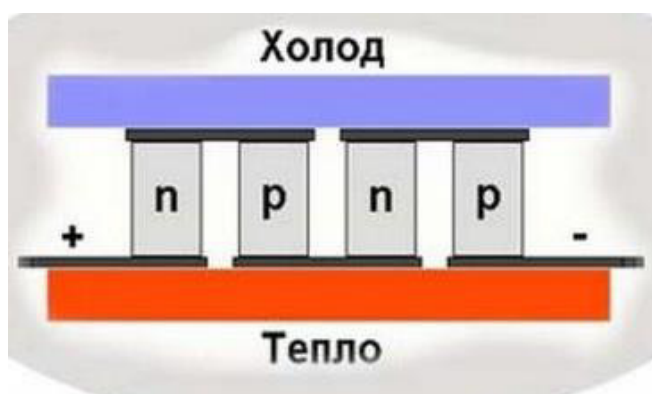


Рисунок 3 – Схема эффекта Пельтье

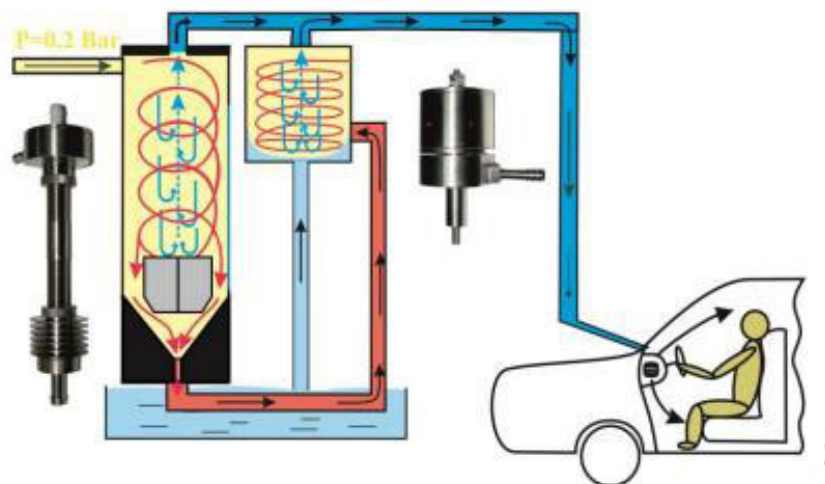


Рисунок 4 – Схема вихревой климатической системы

Из открытых источников известно, что в основном для поддержания микроклиматических условий в электрических транспортных средствах используется набор из двух отдельных устройств: для нагрева воздуха – электрический нагреватель (прямого действия), для охлаждения воздуха – парокомпрессионный кондиционер.

Сегодня требуется рассмотреть возможность использовать усовершенствованные альтернативные установки для нагрева и охлаждения воздуха в салоне электрического автомобиля, например, такие как вихревые системы.

В настоящий момент из-за малого КПД и необходимости создания высоких давлений и скоростей потока воздуха с помощью нагнетателя воздуха компрессионного типа, вихревые системы, основанные на эффекте термодинамического разделения для реализации на их основе климатических систем, не используются.

Однако, множество научных работ [5-12] посвящено исследованию области закрученных (вихревых) течений в части теории, моделирования, экспериментов и практического применения для обеспечения нагрева и охлаждения газов, продолжают поиски фундаментального описания механики закрученных потоков и созданию на их основе различных устройств.

Анализ научных работ показывает, что единой и систематизированной теории для закрученных течений, объясняющей происходящие эффекты термодинамического разделения не существует, а разнообразие реализации в устройствах заключается в незначительных конструктивных отличиях.

Требуется совершенно новый, прорывной подход без необходимости в создании высоких градиентов скоростей и давлений газа для его термодинамического разделения при минимальных затратах энергии.

Нужна разработка новой конструкции вихревой установки, работающей без нагнетателя воздуха компрессионного типа с минимальными затратами электрической энергии, что послужит основой для разработки универсальной климатической системы для электромобилей.

Наличие возможности моментального получения охлажденного и нагретого воздуха при использовании эффекта Ранка-Хилша позволит заменить используемые в настоящий момент разрозненные устройства создания микроклимата в электрических транспортных средствах на одно устройство. Возможности конструктивного исполнения вихревой установки из различных материалов, в том числе пластиков – снизит массо-габаритные параметры оборудования.

Реализация подобного подхода будет новой в мировой практике, которая позволит отказаться от использования нагнетателей воздуха компрессионного типа, что в значительной степени увеличит энергоэффективность подобных устройств.

Социальная значимость будет отражаться в увеличении доли экологически-чистых транспортных средств, отказе от опасных хладагентов и повышения зависимости мировых производителей от Российских передовых научных разработок.

### **Список использованных источников**

1. [Электронный ресурс] <https://zmparts.ru>.
2. [Электронный ресурс] <https://avtodorshop.ru>.
3. [Электронный ресурс] [ledshop.ru](https://ledshop.ru).
4. Курносов, Н.Е. Испарительно-вихревой автомобильный кондиционер / Курносов Н.Е., Лебединский К.В., Николотов А.А., Алексеев Д.П. // Автомобильная промышленность. – 2019. – №5. – С. 30-33.
5. Меркулов, А.П. Вихревой эффект и его применение в технике / А. П. Меркулов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Самара: Оптима, 1997. – 346 с
6. Азаров, А.И. Конструктивно-технологическое совершенствование вихревых воздухоохладителей / А.И. Азаров // Технология машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 56-60.
7. Бирюк, В.В. Вихревые системы термостатирования авиационного оборудования / В.В. Бирюк, В.П. Алексеенко, Г.И. Леонович, С. В. Лукачев. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2005. – 176 с.
8. Гольдштик, М.А. Вихревые потоки / М.А. Гольдштик. – Новосибирск: Наука, 1981. – 366 с.
9. Гуцол, А.Ф. Эффект Ранка / А.Ф. Гуцол // Успехи физических наук. – 1997. – № 6. – С. 665-687.
10. Лебединский, К.В. Ионизация воздуха в вихревой трубке Ранке–Хилша и способ получения одно- и биполярной ионизации / К. В. Лебединский, Н.Е. Курносов, А. А. Николотов, Д. П. Алексеев // Инженерно-физический журнал, 2015, Т. 88, № 6. – С.1425-1430.
11. Пиралишвили, Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения / Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев. – Москва: Энергомаш, 2000. – 414 с.

12. Носков, А.С. Энергетическая эффективность систем искусственного климата на базе вихревой трубы / А.С. Носков, В.Н. Алехин, А.В. Ловцов, А.В. Хаит // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2011, № 3. – С. 73-77.

## CLIMATE TECHNOLOGY IN AN ELECTRIC CAR PROBLEMS AND SOLUTIONS

**K.V. Lebedinskiy, A.O. Zorkov**

*Penzastate university,  
Russia, Penza*

An overview of the climate systems used in cars is given, their disadvantages and features of use in electric vehicles are shown. A new approach to the creation of climate technology, increased energy efficiency is proposed.

**Keywords:** electric vehicle, climate system, heating, cooling, vortex installation

**УДК 67.05**

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ

**А.Е. Левченко**

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье рассмотрены основные математические основы системы диагностики, такие как математическое ожидание, дисперсия, вероятность и др.

**Ключевые слова:** станки, машиностроение, вычислительная техника, детали, автоматизация, технологические процессы

Развитие станкостроения – это основа развития других отраслей машиностроения. Среди требований, предъявляемых станкостроению, весьма важным является требование повышения долговечности и надежности станков при работе с наивысшей производительностью и повышение точности обработки на станках. Применение станков с числовым программным управлением является одним из основных направлений развития станкостроения, позволяет создать новые прогрессивные формы организации производства с использованием вычислительной техники, сократить сроки освоения выпуска новых изделий и повысить качество. Использование числовых систем управления позволяет свя-

зять в общую автоматизированную макросистему совершенно различные технологические участки производства. Современные станки с программным управлением имеют увеличенное число независимо управляемых координат, автоматическую смену инструмента с изменением скорости главного привода.

Главное функциональное назначение металлорежущих станков (МРС) связано с изготовлением деталей заданного качества при оптимальной производительности. Точность изделий в решающей степени определяется точностью технологических машин, особенно при выполнении финишных операций обработки деталей. Развитие техники связано с непрерывным повышением требований к точности машин, включая ее сохранение под нагрузкой и во времени.

Повышение требований к точности размеров и формы деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках, появление новых труднообрабатываемых материалов, а также широкое внедрение автоматизации технологических процессов и создание автоматических станков с системами управления и регулирования вызвало резкое увеличение роли динамических процессов в станках.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации станков все чаще возникает необходимость решения задач, связанных с динамикой явлений. В первую очередь это относится к обеспечению условий устойчивого движения инструмента и заготовки, т.е. отсутствию так называемых вибраций, «подрыгивания», «заклинивания» или скачкообразного перемещения узлов станка.

Совокупность показателей динамических процессов в станках, определяющих, насколько в этих процессах удовлетворяются перечисленные требования устойчивости, точности, долговечности, малых энергетических потерь и т. п., объединяются под общим понятием динамического качества станка.

Главным же является обеспечение условий, необходимых для получения детали с минимальными погрешностями размеров и формы, т.е. отсутствия отклонений от заданных устойчивых положений инструмента и заготовки, что в значительной степени зависит от погрешности станков.

Погрешности станков по своей природе можно разделить на:

- собственные, не связанные с внешними воздействиями, погрешности изготовления, систематические погрешности, обусловленные принципом работы станка;
- погрешности от внешних воздействий без необратимых изменений в системе - упругие и температурные деформации;
- погрешности от необратимых изменений параметров станка - изнашивание, старение

Проблема повышения точности изготовления детали решается с помощью различного рода мероприятий, таких как: оптимизация технологического процесса по критерию точности обработки, совершенствование инструментов, совершенствование способов установки и закрепления заготовок, уменьшение погрешностей, определяемых схемой формообразования, совершенствование кинематики станков, конструктивные мероприятия, повышение технологичности станков, совершенствование их сборки и т.д.

На точность позиционирования, качества поверхности и точность обрабатываемых деталей существенное влияние оказывает неравномерность исполнительных движений рабочих органов МРС, причем неравномерность исполнительных движений не имеет адекватных характеристик в допустимом диапазоне регулирования скорости движений. Основным источником формирования отклонений исполнительных движений от заданных при получистовом и чистовом точении является погрешность при изготовлении и сборке узлов приводов станков, а также качество сопряжений элементов привода главного движения и привода подачи. Привод является одним из наиболее нагруженных узлов станка. Поломки деталей привода, вызванные во многих случаях динамическими перегрузками при резании и переходных процессах, приводят к значительному простою станков в эксплуатации. Назначение чрезмерно высоких запасов прочности ведет к увеличению габаритных размеров, веса и стоимости станка, ухудшению его энергетических показателей, снижению производительности из-за повышенных затрат времени на переходные процессы (пуск и торможение). Для определения оптимальных динамических характеристик приводов станков, могут служить системы диагностики. Спецификой исследования динамики привода станков по сравнению, например, с приводами транспортных, металлургических и других машин, заключается в большой сложности процессов, так как на одном станке различными инструментами может производиться черновая, получистовая и финишная обработка. Спектр возмущающих сил, действующих на привод крайне разнообразен. Возмущающее воздействие (как стационарного, так и импульсного характера) может быть приложено со стороны шпинделя, приводного электродвигателя и на промежуточных элементах привода. В связи с этим, диагностика динамического качества функционирования элементов привода металлорежущего станка по характеристикам неравномерности исполнительных движений, выявление диагностических признаков, а также разработка систем диагностики функционирования металлорежущих станков является актуальной проблемой.

В данной работе основное внимание было уделено разработке программного обеспечения системы диагностики приводов токарных станков с целью достижения высокой динамической точности оборудования и качества обрабатываемых изделий.

### **Математические основы системы диагностики**

Процесс резания в металлорежущем станке неизменно сопровождается воздействиями, которые изменяются случайным образом как во времени, так и в пространстве.

Случайные воздействия принято рассматривать как случайные процессы, теория статистического анализа которых достаточно хорошо известна.

Основные статистические параметры и характеристики, имеющие важное значение для описания вероятностных свойств отдельных реализаций стационарных случайных процессов, следующие:

- математическое ожидание (или среднее);
- дисперсия (или средний квадрат);

- функция распределения вероятности;
- функция плотности распределения вероятности;
- автокорреляционная функция;
- спектральная функция (автоспектр мощности).

### 1. Математическое ожидание и дисперсия.

Математическое ожидание  $m_x$  стационарного случайного процесса  $x(t)$  характеризует уровень, относительно которого отклоняются текущие значения процесса, и численно вычисляется как:

$$m_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где  $x_i$ ,  $i = 1..n$  – цифровая реализация временного массива случайного процесса  $x(t)$  из  $n$  данных.

Удаление из случайного процесса  $x(t)$  его ненулевого математического ожидания  $m_x$  называется операцией центрирования, а ее результат  $\tilde{x}(t) = x(t) - m_x$  является центрированной временной реализацией  $\tilde{x}(t)$ .

Дисперсия  $D_x$  стационарного случайного процесса  $x(t)$  оценивает разброс (размах) процесса относительно его математического ожидания (колебательность процесса) и численно вычисляется как

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2.$$

Физическим содержанием дисперсии является ее использование в качестве интегральной оценки мощности случайного процесса.

### 2. Функции распределения вероятности и плотности распределения вероятности.

Вероятностная структура случайного процесса  $x(t)$  определяется по функции распределения вероятности (интегральному закону распределения) или функции плотности распределения вероятности (дифференциальному закону распределения)  $\omega(x)$ .

Функция распределения (например, одномерная) случайного процесса  $x(t)$  на отрезке времени  $tv[0, T]$  определяется как вероятность того, что текущее значение процесса  $x(t)$  в момент времени  $tv[0, T]$  не превышает некоторого заданного уровня  $a$ , т.е.

$$F(x(\tau), \tau) = P(x(\tau) \leq a).$$

В свою очередь плотность распределения определяется как

$$\omega(x(\tau), \tau) = \partial F(x(\tau), \tau) / \partial x$$

Или как вероятность того, что текущее значение процесса  $x(t)$  в момент времени  $tv[0, T]$  находится в интервале  $[a, a+dx]$ , то есть

$$\omega(x(\tau), \tau) dx = P(a < x(\tau) \leq a + dx) \quad (1)$$

Численное вычисление плотности распределения вероятности сводится к построению гистограммы плотности распределения следующим образом:



- определяется максимальная  $x_{\max}$  и минимальная  $x_{\min}$  величина случайного процесса  $x(t)$ ;
- интервал  $[x_{\max}, x_{\min}]$  разбивается на  $N$  карманов, (как правило,  $N$ - нечетное,  $N = 17, 19, \dots$ ) и определяется ширина кармана  $a = [x_{\max}, x_{\min}] / N$ ;
- согласно (1) каждое значение случайного процесса  $x(t)$  анализируется на предмет попадания в какой-либо из  $N$  карманов.

При графическом построении гистограммы плотности распределения вероятности по оси абсцисс откладываются границы карманов, а по оси ординат – количество значений случайного процесса  $x(t)$ , попавшего в данный карман.

Чтобы перейти к функции плотности распределения вероятности  $\omega(x)$  необходимо ординату гистограммы разделить на количество значений в цифровой реализации случайного процесса  $x(t)$  и умножить на ширину кармана  $a$ .

В этом случае площадь кривой, ограниченной кривой  $\omega(x)$ , должна равняться единице.

Плотности вероятности и функции распределения применяются, помимо описания вероятностной структуры процесса, с целью:

- проверки нормальности распределения;
- выявления нелинейностей;
- анализа экстремальных значений.

### Список использованных источников

1. Кудинов, В.А. «Динамика станков». – Москва: Машиностроение, 1967 г.
2. Решетов, Д.Н., Портман В.Т. «Точность металлорежущих станков», – Москва: Машиностроение, 1986 г.
3. Ривин, Е.И. «Динамика приводов станков». – Москва: Машиностроение, 1966 г.

## MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF THE DIAGNOSTIC SYSTEM

A.E. Levchenko

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The article discusses the basic mathematical foundations of the diagnostic system, such as mathematical expectation, variance, probability, etc.

**Keywords:** machine tools, mechanical engineering, computer technology, parts, automation, technological processes

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПРИВОДОВ

А.Е. Левченко

*Донской государственный технический университет (ДГТУ),  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В данной работе основное внимание было уделено разработке программного обеспечения системы диагностики приводов токарных станков с целью достижения высокой динамической точности оборудования и качества обрабатываемых изделий.

**Ключевые слова:** система, программное управление, станки, производство, оборудование, автоматизация

Применение станков с числовым программным управлением является одним из основных направлений развития станкостроения, позволяет создать новые прогрессивные формы организации производства с использованием вычислительной техники, сократить сроки освоения выпуска новых изделий и повысить качество. Использование числовых систем управления позволяет связать в общую автоматизированную макросистему совершенно различные технологические участки производства. Современные станки с программным управлением имеют увеличенное число независимо управляемых координат, автоматическую смену инструмента с изменением скорости главного привода.

### 1. Автокорреляционная функция.

Автокорреляционная функция  $R_{xx}(\tau)$  стационарного случайного процесса  $x(t)$  определяет меру зависимости его значений, сдвинутых относительно друг друга на определенный интервал времени  $t$ . Таким образом, автокорреляционная функция статистически оценивает повторяемость процесса при различных временных сдвигах.

Чтобы оценить автокорреляционную функцию, необходимо сдвинуть временную реализацию на  $t$ , перемножить исходную и сдвинутую реализации и усреднить полученные произведения. Эта процедура выполняется для всех требуемых значений сдвига  $t$ , однако статистическая значимость полученных результатов сохраняется лишь на отрезке  $[0 \dots n/4]$ .

Согласно этому определению автокорреляционная функция в общем виде вычисляется в следующем виде:

$$R_{xx}(\tau) = M[x(t)x(t-\tau)] = \frac{1}{T} \int_0^T x(t)x(t+\tau) d\tau,$$

а при цифровом оценивании по выражению:

$$R_{xx}(k\Delta t) = \frac{1}{n-k} \sum_{i=1}^{n-k} x_i x_{i-k},$$

где  $n$  – количество элементов массива данных случайного процесса  $x(t) = x_{1...n}$ ,

$k$  – количество элементов сдвига,  $k=0...n/4$ ,

$\Delta t$  – временной шаг между соседними элементами массива данных

$$x(t) = x_{1...n}.$$

Результат деления автокорреляционной функции на дисперсию называется нормированной автокорреляционной функцией, пределы изменения которой  $[-1...+1]$ . Физическое содержание нормированной автокорреляционной функции заключается во временном разложении коэффициента корреляции и для стационарных случайных процессов при бесконечном увеличении задержки автокорреляционная функция стремится к нулю.

Задачи, решаемые анализом корреляционных функций, следующие:

- выявление периодичностей;
- выделение сигналов из шума;
- локализация источников помех;
- идентификация информационного тракта преобразования сигнала.

## 2. Спектральная плотность (автоспектр);

Спектральная плотность  $S_{xx}(f)$  стационарного случайного процесса  $x(t)$  по физическому содержанию является частотным разложением дисперсии  $D_x$  (в понимании мощности) процесса. Формально определение спектральной плотности  $S_{xx}(f)$  осуществляется путем вычисления дисперсии процесса в узкой полосе частот, а затем полученное значение делится на ширину этой полосы. Из этого определения вытекает физическое содержание спектральной плотности как распределение мощности процесса (сигнала) по частоте.

Как правило, автоспектр  $S_{xx}(f)$  случайного процесса  $x(t)$  вычисляется через прямое преобразование Фурье от автокорреляционной функции:

$$S_{xx}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} R_{xx}(\tau) \exp(-j2\pi f\tau) d\tau.$$

Также известен метод вычисления автоспектра  $S_{xx}(f)$  через cos-преобразование

$$S_{xx}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} R_{xx}(\tau) \cos(2\pi f\tau) d\tau.$$

Однако автоспектр  $S_{xx}(f)$ , как правило, вычисляется с использованием преобразования Фурье от самой временной реализации случайного процесса  $x(t)$  по следующей формуле:

$$S_{xx}(f) = \frac{1}{n\Delta t} A_{xx}^2(f),$$

где  $A_{xx}(f)$  – амплитудно-частотная характеристика случайного процесса  $x(t)$ , которая есть модуль результата преобразования Фурье временной реализации  $x(t)$ :

$$A_{xx}(f) = \left| \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-j2\pi f t) dt \right|,$$

и ее физическим содержанием является частотное разложение амплитуды процесса. Усредненная и неусредненная АЧХ представляет собой спектральную характеристику. Она показывает, как изменяется амплитуда колебаний при увеличении частоты. Зная значение частоты, по графику можем найти ее амплитуду и сравнить со стандартной. Если амплитуда колебания какого-либо элемента сравнительно большая, можно говорить о неисправности, а также о неправильном процессе стружкообразования, отклонениях в динамических процессах.

При оценивании спектральной плотности  $S_{xx}(f)$  одним из важных понятий является так называемая частота Найквиста, которая вычисляется как

$$F = 1/2\Delta t$$

и ограничивает сверху частотный диапазон анализа.

Другой важной теоремой статистического анализа стационарных случайных процессов является теорема Парсеваля, существо которой заключается в постоянстве энергии вне зависимости от формы ее представления, т.е. энергия процесса во временной области (дисперсия) должна быть равна энергии его частотного представления (автоспектр), что математически записывается следующим образом:

$$D_{xx} = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xx}(f) df.$$

Области применения спектральных плотностей:

- определение динамических свойств и моделей систем по наблюдениям входных и выходных процессов;
- предсказание выходных процессов по входным процессам и известной модели системы;
- идентификация источников энергии и шума;
- оптимальный прогноз и фильтрация.

### 3. Синхронно и синфазно усредненная реализация.

$$M[X(\Delta\varphi)] \approx \frac{\sum_{k=1}^N (j \cdot \Delta\varphi + k \cdot 2\pi)}{N} = \bar{X}(j \cdot \Delta\varphi),$$

где  $M[ ]$  – оператор математического ожидания;

$X(\Delta\varphi)$  – информационная последовательность отклонений обратной подачи;

$\bar{X}$  – синхронно и синфазно усредненная реализация размером в период вращения исследуемого вала;

$N$  – количество полных периодов вращения ротора;

$j$  – индекс шага пространственной реализации  $j=0..(n/i-1)$ ;

$n$  – количество дискрет периода вращения ротора с установленным фотоэлектрическим датчиком;

$i$  – передаточное отношение между периодами вращения роторов в многороторной системе и ротора с датчиком;

$\Delta f=2p/n$  – дискрета периода вращения ротора с датчиком.

Данный алгоритм позволяет из некоторой информационной последовательности, например, массива отклонений реальной минутной подачи от заданной, выделить информацию о присутствующей пространственной периодичности, обусловленной геометрическими погрешностями сопрягающихся элементов.

При проведении динамических испытаний пространственно зависимая информация остается неизменной, что позволяет выполнить разделение информации, например, по неизменным частотным составляющим амплитудно-частотных характеристик, вычисленных на разных динамических режимах. Напротив, при представлении процесса как протекающего во времени, по мере увеличения частоты вращения ротора, амплитудные пики, связанные с пространственно зависимыми кинематическими источниками колебаний скорости подачи пропорционально смещаются в более высокочастотную область, тогда как частотный состав колебаний, вызванный динамическими возмущениями, остается постоянным. Следует отметить тот факт, что если колебания, вызванные кинематическими возмущениями, представлены некоторой областью частот, что обусловлено природой динамических возмущений. Переход из пространственного анализа во временной осуществляется делением на скорость вращения рабочего органа. Одним из источников кинематических возмущений в приводе станка является износ элементов кинематического сопряжения как зубчатых передач, так и опорных подшипников, который характеризуется изменением геометрии контактирующих пар. В связи с этим, возникает необходимость иметь информацию о состоянии сопрягающих узлов, оказывающих существенное влияние на точность, надежность и качество функционирования станка.

Проанализируем элементы передаточного механизма привода, его зубчатые пары.

$z_1$  – число зубьев ведущей шестерёнки, количество зубьев = 48,

$z_2$  – число зубьев ведомой шестерёнки, количество зубьев = 23.

Исходя из того, что вал, несущий суппорт и фотоэлектрический датчик поворачиваются одновременно, и вал делает полный оборот за  $360^\circ$  поворота датчика, рассчитаем частоту вращения вала  $a$ :

$$\omega_1=1/360=0.00277 \text{ Гц}$$

вала  $b$ :

$$\omega_2=1/360 \cdot Y$$

$Y$  - передаточное отношение, которое вычисляется по формуле:

$$Y=z_1/z_2,$$

$$Y=48/23=2.08695$$

$$\omega_2 = 1/360 * 2.0869 = 0.00579 \text{ Гц}$$

вал с:

$$\omega_3 = 1/360 * Y,$$

Y - передаточное отношение, которое вычисляется по формуле:

$$Y = z_1/z_2,$$

$z_1$  - число зубьев ведущей шестерёнки, с количеством зубьев = 88,

$z_2$  - число зубьев ведомой шестерёнки, количество зубьев = 23.

$$Y = 88/23 = 3.8260$$

$$\omega_3 = 1/360 * 3.8260 = 0.0106 \text{ Гц}$$

Т.к. шестерёнка с количеством зубьев  $z=48$  работает в паре с шестерёнкой с количеством зубьев  $z=23$ , то этой кинематической паре соответствует присущая частота шестерёнки с количеством зубьев  $z=48$  и эта частота вычисляется по формуле:

$$\omega_4 = 1/48 = 0.02083 \text{ Гц}$$

Т.к. шестерёнка с количеством зубьев  $z=88$  работает в паре с шестерёнкой с количеством зубьев  $z=23$ , то этой кинематической паре присуща частота шестерёнки с количеством зубьев  $z=88$  и эта частота вычисляется по формуле:

$$\omega_5 = 1/88 = 0.011363 \text{ Гц}$$

Известно, что вал 1 делает один полный оборот ровно за 1250 импульсов. Отсюда вал 2 делает полный оборот за 599 импульсов, а вал 3 за 156.

Шестерни соответствующих валов вращаются с той же периодичностью. Отсюда всплески, возникающие с периодичностью 1250, 599 или 156 импульсов, являются признаками неисправности соответствующих элементов.

### Список использованных источников

1. Ривин, Е.И.»Динамика приводов станков». – Москва: Машиностроение, 1966г.
2. Бендат, Дж., Пирсол «Измерения и анализ случайных процессов». – Москва: Мир, 1974 г.
3. Отнес, Э., Эконсон Л. «Прикладной анализ временных рядов».

## SOFTWARE DEVELOPMENT OF THE DRIVE DIAGNOSTICS SYSTEM

**A.E. Levchenko**

*Don State Technical University (DSTU),  
Rostov-on-Don, Russia*

In this work, the main attention was paid to the development of software for the diagnostic system of lathe drives in order to achieve high dynamic accuracy of equipment and the quality of processed products.

**Keywords:** system, software control, machine tools, production, equipment, automation

## СПОСОБЫ ВНУТРЕННЕЙ ВИБРОЗАЩИТЫ ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

М.А. Литвинов, А.Н. Литвинов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия.*

В статье рассмотрены основные способы внутренней виброзащиты изделий приборостроения. Дано сопоставление способов между собой. Приведены экспериментальные результаты по применению способов для повышения вибростойкости плат.

**Ключевые слова:** виброзащита, способы, электронный блок, плата, вибродемпфирующие покрытия, дискретные среды

Изделия приборостроения должны быть виброустойчивыми и вибропрочными в реальных условиях эксплуатации. Эти свойства должны закладываться уже на ранних этапах проектирования и подтверждаться при лабораторных, натурных и иных экспериментальных исследованиях изделий и их отдельных блоков. В дальнейшем свойства виброустойчивости и вибропрочности будем характеризовать термином вибростойкость[1].

Для многих устройств, особенно тех, которые эксплуатируются на подвижных объектах, задача обеспечения вибростойкости оказывается достаточно сложной, а возможные принимаемые конструкторско-технологические решения (КТР), обеспечивающие вибростойкость, оказываются весьма противоречивыми. Особое значение вопросы вибростойкости приобретают в настоящее время при проведении конструкторско-технологических работ по импортозамещению большой номенклатуры отдельных блоков и изделий приборостроения различного назначения.

Основные способы повышения вибростойкости представленные на рис.1

При принятии КТР по повышению вибростойкости изделия (см.рис.1) следует иметь в виду, что снижение виброактивности источника динамического возмущения в большинстве случаев невозможно, так как уровень виброактивности определяется условиями реальной эксплуатации изделий.

Снижение нагрузок конструктивными методами основано на разнесении резонансных частот устройства, изменении конструкций, мест и числа узлов крепления элементов изделия. Этот способ не всегда является эффективным и часто приводит к увеличению веса и габаритов устройства.

Повышение конструктивной вибростойкости устройств, чувствительных к динамическим нагрузкам, как правило, приводит к повышению коэффициентов запаса прочности и, как следствие, к повышению массы, габаритов и стои-

мости устройства, что часто является неприемлемым для устройств, располагающихся на подвижных объектах.

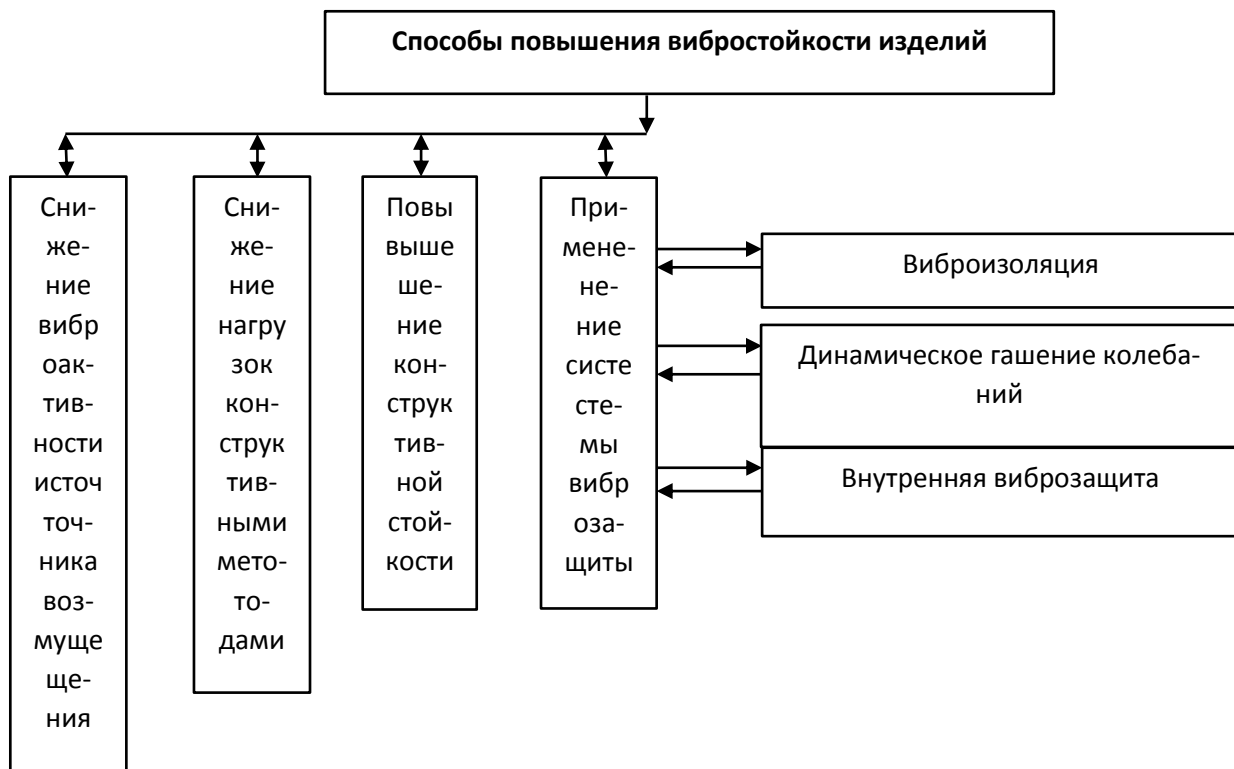


Рисунок 1 – Способы повышения вибростойкости изделий

Наиболее эффективным способом обеспечения вибростойкости является применение систем виброзащиты, к которым относятся: виброизоляция, применение динамического гашения колебаний и внутренняя виброзащита.

Способы и средства виброизоляции рассмотрены в [2], где указаны основные типы виброизоляторов, их достоинства и области применения. Одним из перспективных металлических виброизоляторов являются тросовые виброизоляторы различных типов: Г-образные, петлевого типа, спирально-тросовые и другие. Анализ их практического применения показал, что среди металлических наиболее перспективными являются виброизоляторы цилиндрические из стального каната (ВЦК), разработанные ФГУП ФНПЦ «ПО <sup>2</sup>Старт<sup>2</sup> им. М.В. Проценко» совместно с НПО <sup>2</sup>Агат<sup>2</sup>[3]. Существенной особенностью ВЦК является то, что разработанная технология их изготовления обеспечивает стабильность основных характеристик большого количества типоразмеров виброизоляторов. Это позволяет обеспечивать высокий уровень вибрационной и ударной защиты аппаратуры с широким диапазоном массо-габаритных характеристик, устанавливаемой на различных видах подвижных объектов в широком диапазоне внешних механических и климатических воздействий.

Динамическое гашение колебаний осуществляется введением в исследуемую систему динамических виброгасителей [4], которые применяются для по-



давления моногармонических или узкополосных динамических воздействий в резонансных зонах вибродемпфируемого объекта.

В настоящее время наиболее эффективной считается внутренняя виброзащита, которая заключается в изменении конструкции объекта, при котором имеет место существенное снижение его динамических реакций на внешнее эксплуатационное воздействие. Этот способ заключается в увеличении диссипации механической энергии в конструкции за счет применения материалов с повышенными диссипативными свойствами или введения в конструкцию демпфирующих элементов различного типа, обладающих повышенными диссипативными свойствами в заданных частотном и температурном диапазонах, соответствующих реальным условиям эксплуатации устройства. На рис.2 показаны основные способы внутренней виброзащиты.



Рисунок 2 – Способы внутренней виброзащиты

Вибропоглощающие сплавы относятся к группе однородных конструкционных вибропоглощающих материалов, которые являются достаточно дорогими и применяются при проектировании наиболее ответственных виброчувствительных элементов электронных блоков.

Вибропоглощающие полимерные и композиционные материалы (слоистые и волокнистые) обладают высокими диссипативными свойствами за счет наличия в них вязкоупругих диссипативных слоев. Как правило, вибропоглощающие свойства волокнистых материалов ниже, чем у слоистых.

Распространенным методом демпфирования блоков РЭС на печатных платах является их заливка полимерными компаундами. При заливке отдельных плат для повышения их демпфирования могут применяться жесткие слои для увеличения сдвиговых деформаций в слоях компаунда. Применение заливочных материалов приводит к существенному увеличению жесткости конструкции и повышает ее вибростойкость. Этот способ имеет существенный недостаток, т.к. залитый блок или плата являются неремонтопригодными, что су-

ущественно снижает их надежность и увеличивает стоимость. Кроме того в процессе заливки на электрорадио изделия (ЭРИ) действуют дополнительные избыточные давления, которые могут приводить к появлению латентных дефектов и отказам ЭРИ. Это в свою очередь снижает надежность блока или изделия в процессе эксплуатации [5].

Одним из современных и перспективных способов виброзащиты приборов является применение дискретных рабочих сред (ДРС). Способ заключается в том, что внутренний объем корпуса блока или прибора заполняется ДРС-сферами, изготовленными из диэлектрического материала. При этом виброзащита изделия осуществляется за счет сухого трения между сферами ДРС.

Достаточно эффективным способом внутренней виброзащиты является применение вибродемпфирующих покрытий, которые могут быть жесткими, мягкими и многослойными. Среди них наиболее эффективными являются покрытия типа «сендвич», составленные из чередующихся жестких и мягких вязкоупругих слоев. Основной вибродемпфирующий эффект при этом достигается за счет развитых сдвиговых деформаций в мягких слоях. Существенной особенностью этих покрытий является то, что они обеспечивают высокое демпфирование в широком частотном и температурном диапазонах при минимальном увеличении веса конструкции.

Таблица 1 – Динамические характеристики платы

| Динамический параметр | Способы внутренней виброзащиты |      |      |       |      |
|-----------------------|--------------------------------|------|------|-------|------|
|                       | 1                              | 2    | 3    | 4     | 5    |
| $\max \beta$          | 148                            | 92   | 31   | 9,5   | 6,5  |
| $f_{рез}, \text{Гц}$  | 598                            | 1410 | 1520 | 593   | 390  |
| $\Delta j$            | 1                              | 1,61 | 4,77 | 15,58 | 22,8 |

В табл.1 приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных для печатных плат размером 77х77х1мм, выполненных из стеклотекстолита СФ-2. Здесь  $\beta_{\max}$  – максимальный коэффициент динамичности платы на резонансной частоте  $f_{рез}$ . Исследования проводились методом плавного изменения частоты до 2000 Гц. Испытания подвергались платы:

1 – плата без виброзащиты; 2 – плата, залитая компаундом ППУ – 305А; 3 – плата, залитая компаундом ППУ – 305А со стесняющим металлическим слоем; 4 – электронный блок с платой заполнен ДРС из вспененного ПСВ – С; 5 – блок с ДРС из монолитного ПСВ – С. Во всех случаях применены ДРС – сферы диаметром (0,5-0,8) мм.

Динамический параметр  $\Delta j$  в табл.1 рассчитывали, как  $\Delta j = \frac{\beta_{\max} - \beta_1}{\beta_1}$

Здесь  $\max \beta_j$  – максимальный коэффициент динамичности для  $j$ -ого способа внутренней виброзащиты ( $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ). Этот параметр показывает во сколько раз уменьшается максимальный коэффициент динамичности виброзащиты, т.е., характеризует эффективность применения  $j$ -го способа виброзащиты. При этом резонансная частота изменяется в зависимости от способа виброзащиты.

Таким образом, наиболее эффективным способом внутренней виброзащиты является применение ДРС, который позволяет уменьшить коэффициент динамичности платы в (15,6-22,8) раз. Существенной особенностью применения ДРС является то, что в отличие от залитых, эти блоки являются ремонтпригодными, что снижает их стоимость и повышает технологичность.

### Список использованных источников

1. Кузьмин, Э.Н. Обеспечение виброударопрочности оборудования и аппаратуры / Э.Н. Кузьмин. – Снежинск: Изд-во РФЯЦ–ВНИИТФ. – 2003. – 320.
2. Ильинский, В.С. Защита РЭА и прецизионного оборудования от динамических воздействий / В.С. Ильинский. – Москва: Радио и связь, 1982. – 296 с.
3. Литвинов, М.А. Применение виброизоляторов цилиндрических из стального каната для повышения вибро- и ударозащиты РЭА, установленной на подвижных объектах / М.А. Литвинов, А.Н. Литвинов, М.А. Остроухов // Надежность и качество : тр. Междунар. симп. : в 2 т. / под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. ун-та, 2005. – Т.2. – С.99-100.
4. Литвинов, А.Н. Моделирование динамических процессов в изделиях приборостроения: моногр. / А.Н. Литвинов. – Пенза, Изд-во ПГУ, 2011. – 198 с.
5. Литвинов, А.М. Оптимизация режимов технологического процесса заливки электронных блоков / А.М. Литвинов, А.Н. Литвинов // «Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты». – Сб. тр. Национальной НПК. – Москва: РТЦ МИРЭА, 2022. – С.483-486.

### METHODS OF INTERNAL VIBRATION PROTECTION OF PRODUCTS INSTRUMENTATION

**M.A. Litvinov, A.N. Litvinov**

*Penza State University,  
Penza, Russia.*

The article discusses the main methods of internal vibration protection to increase the vibration resistance of electronic components of instrument-making products.

A comparison of the methods among themselves is given. Experimental data are given results on the use of methods to increase the vibration resistance of boards.

**Keywords:** vibration protection, methods, electronic block, board, vibration damping coatings, discrete media

## О ВЫБОРЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

М.А. Литвинов, А.Н. Литвинов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены основные виды динамических испытаний изделий, дан сравнительный анализ основных характеристик вибростендов и рекомендации по выбору типа вибростенда в зависимости от заданных параметров динамических испытаний.

**Ключевые слова:** выбор, оборудование, динамические испытания, вибростенды, изделия

Изделия приборостроения (ИП) являются сложными многоэлементными конструкциями, обладающими спектром упругих характеристик. Кроме этого элементы имеют различную массу и, следовательно, прибор в целом может иметь большое число собственных частот, которые при совпадении с частотами возмущающих вибраций могут создать практически сплошной спектр резонансных частот прибора. Поэтому вероятность повреждения аппаратуры при действии вибрации будет пропорциональна числу резонансных частот в эксплуатационном частотном диапазоне.

Одновременное удовлетворение требований виброустойчивости и вибропрочности аппаратуры создает характерную особенность при конструировании ИП и требует проведения экспериментальных работ по определению динамических характеристик конструкции ИП с последующим анализом результатов полученных испытаний [1].

Основные виды динамических испытаний изделий приборостроения представлены на рис.1.



Рисунок 1 – Виды основных динамических испытаний

Испытание 100 проводят с целью определить динамические свойства изделий и получить исходную информацию для выбора методов испытаний на вибропрочность, виброустойчивость, на воздействие акустического шума, для выбора длительности действия ударного ускорения при испытаниях на воздействие одиночных и многократных механических ударов, а также для динамических расчетов изделий.

Испытание проводят одним (или несколькими) из следующих методов:

100-1 – метод плавного изменения частоты синусоидальных колебаний;

100-2 – метод удара для определения низшей резонансной частоты узлов изделия, имеющих кусочно-линейную упругую характеристику;

100-3 – метод свободных колебаний для определения собственных частот и декрементов затуханий для изделия;

100-4 – метод ступенчатого изменения частоты (метод фиксированных частот);

100-5 – метод воздействия широкополосной случайной вибрации.

Виброустойчивость определяет степень чувствительности аппаратуры к динамическим нагрузкам. Она характеризуется значениями амплитуд ускорений и частот вибрации, при которых не нарушается нормальное функционирование аппаратуры.

Испытание проводят одним из следующих методов:

102-1 – испытание на виброустойчивость при воздействии синусоидальной вибрации методом качающейся частоты;

102-2 – испытание при воздействии широкополосной случайной вибрации. Испытание указанным методом проводят, если это установлено в стандартах и ТУ на изделия. Рекомендуется применять этот метод для изделий, имеющих в заданных диапазонах частот не менее четырех резонансов;

102-3 – испытание на виброустойчивость при воздействии синусоидальной вибрации методом фиксированных частот во всем заданном диапазоне;

102-4 – испытание для определения границы виброустойчивости.

Испытания на вибропрочность проводят одним из методов:

103-1 – испытание методом качающейся частоты;

103-2 – испытание методом фиксированных частот.

Для проведения динамических испытаний на каждом предприятии необходима соответствующая испытательная база, которая является гарантом надежности выпускаемой продукции [2, 3]. При проведении динамических испытаний важную роль играет правильный выбор испытательного оборудования. Основным критерием выбора оборудования является его способность воспроизводить вибрацию требуемого уровня для конкретного испытываемого объекта.

Основным видом такого оборудования являются вибростенды, которые являются исполнительным органом вибрационной установки. При испытаниях на вибропрочность и виброустойчивость, а также при определении амплитудно-частотных характеристик изделий чаще всего используют электродинамические, гидравлические и механические вибростенды [4].

В табл.1 приведены предельные значения основных характеристик вибростендов

Таблица 1 – Предельные значения характеристик вибростендов

| Параметр                                           | Тип вибростенда                                 |                                                         |                                   |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                    | электродинамический                             | гидравлический                                          | механический                      |
| Вынуждающая сила, кН                               | От 0,1 до 400                                   | От 5 до 10000                                           | От 0,5 до 150                     |
| Максимальная масса нагрузки, кг                    | 1000                                            | 5000                                                    | 500                               |
| Перемещение, мм                                    | $\pm 36$ , обычно $\pm 25,4$                    | $\pm 200$ , обычно $\pm 50$                             | $\pm 100$ , обычно $\pm 5$        |
| Ускорение (без нагрузки), $\text{м/с}^2$           | 1500, обычно 1000                               | 1000, обычно 100                                        | 300, обычно 100                   |
| Частота, Гц                                        | От 0,5 до 20000, обычно от 5 до 500             | От 0 до 800, обычно от 1 до 200                         | От 0,1 до 300, обычно от 5 до 100 |
| Гармонические искажения, %                         | От 2 до 5, на некоторых частотах до 25 и более  | 15 ниже собственной частоты, 5 выше собственной частоты | 20 и более                        |
| Поперечные колебания, %                            | От 5 до 10, на некоторых частотах до 25 и более | От 5 до 10                                              | 20 и более                        |
| Неравномерность распределения вибрации по столу, % | От 5 до 10, на некоторых частотах до 25 и более | От 2 до 5                                               | От 5 до 10                        |
| Магнитная индукция, Т                              | 0,001 и более                                   | Нет                                                     | Нет                               |
| Чувствительность к эксцентриситету нагрузки        | Существенная                                    | Низкая                                                  | Существенная                      |
| Виды возбуждения                                   | Все                                             | Все                                                     | На фиксированных частотах         |
| Стоимость                                          | Высокая                                         | Высокая                                                 | Низкая                            |

Исходя из указанных требований к параметрам испытаний, особенностей и характеристик вибростендов, определяют требуемый тип вибростенда.

Электродинамический вибростенд целесообразно использовать при испытаниях в широкой полосе частот с небольшими перемещениями и высокими ускорениями. Для этих испытаний характерно малое искажение формы сигнала при гармоническом возбуждении и высокая точность управления при случайном возбуждении.

На высоких частотах (выше 1000 Гц) может использоваться только электродинамический вибростенд; на низких частотах (инфразвуковой диапазон частот) предпочтение следует отдать гидравлическому вибростенду; на средних частотах (до 200 Гц) могут использоваться все виды вибростендов.

Гидравлический вибростенд следует использовать для испытаний на низких частотах, когда требуются большие перемещения и большие усилия. Для воспроизведения значительных перемещений (более  $\pm 25$  мм) используют, как правило, гидравлический вибростенд.

Для проведения испытаний на воздействие случайной вибрации могут быть использованы гидравлические и электродинамические вибростенды.

Для испытаний тяжелых объектов (массой более 1000 кг) целесообразно использовать гидравлический вибростенд.

При возможности использовать вибростенды каждого из трех типов следует обращать внимание на точностные характеристики, определяемые уровнем допустимых гармонических искажений, поперечных составляющих, неравномерности распределения вибрации и магнитного поля, рассеяния в зоне стола. Наличие требования к отсутствию магнитных полей практически исключает или существенно затрудняет использование электродинамического вибростенда. Если же такого требования нет, то выбор электродинамического вибростенда может оказаться предпочтительным. С другой стороны, при достаточно низких требованиях к точности испытаний с целью снижения затрат на испытания целесообразно использовать механический вибростенд.

Номинальные характеристики вибростендов должны превышать требования, предъявленные к испытаниям.

На сегодняшний день на рынке представлено множество отечественных и зарубежных моделей электродинамических вибростендов, например – ВИКАМ, ТОЧРАДИОМАШ, РОСТЕХ (Россия), TIRA GmbH (Германия), Dongling Technologies (КНР), Bruel and Kjaer (Дания) и др.

### **Список использованных источников**

1. ГОСТ 30630.1.1–99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции. – Минск: ИПК Изд-во стандартов, 2001, 24 с.

2. Писарев, В.Н. Система испытаний основа обеспечения надежности РЭА / В.Н. Писарев, М.И. Критенко, В.Н. Постнов // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2002. – № 5. – С. 32-35.

3. Гуральник, Г.В. Испытательная база предприятия – гарант надежности выпускаемой продукции / Г.В. Гуральник, Ю.И. Беленков // Новые промышленные технологии. – Москва: ФГУП «ЦНИЛОТ», Росатом. – 2004. – № 5. – С. 31-33.

4. Испытательная техника: Справочник. В 2-х кн. Кн. 2 / Под ред. В. В. Ключева / А.С. Больших, В.И. Быков, А.С. Вавакин и др. – Москва: Машиностроение. – 1982. – 559 с.

## **ABOUT THE CHOICE OF EQUIPMENT FOR DYNAMIC TESTING INSTRUMENT-MAKING PRODUCTS**

**M.A. Litvinov, A.N. Litvinov**

*Penza State University,  
Penza, Russia.*

The article discusses the main types of dynamic tests of products, provides a comparative analysis of the main characteristics of vibration stands and recommendations for choosing the type of vibration stand depending on the specified parameters of dynamic tests

**Keywords:** Selection, equipment, dynamic tests, vibration stands, products

**УДК 331.45**

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Н.В. Ляшенко, В.А. Лепихова**

*Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) им. М.И. Платова,  
г. Новочеркасск, Россия*

Эффективной формой контроля за состоянием условий труда на предприятиях машиностроения является система административно-общественного трехступенчатого контроля, применение которой позволяет привлечь к управлению охраной труда работников всех уровней и своевременно реализовывать мероприятия, повышающие безопасность трудового процесса.



**Ключевые слова:** охрана труда, трехступенчатый контроль, система управления

Интенсивное развитие производственной сферы и появление новых видов деятельности требуют постоянного совершенствования и улучшения условий безопасности труда, направленных на предупреждение, ликвидацию или снижение отрицательного воздействия вредных и опасных производственных факторов на работников.

Основными причинами, по которым работники предприятий машиностроения подвергаются тот или иной опасности в процессе трудовой деятельности являются: допуск к работе необученного и не аттестованного персонала, несовершенство технологических процессов и оборудования, износ технологического оборудования и его отдельных деталей, использование материалов низкого качества, применение в работе неисправного инструмента и приспособлений, не применение работниками спецодежды и средств индивидуальной защиты, и многое другое [1].

Для создания и обеспечения безопасных условий труда работающих, безопасной и безаварийной работы линейного и технологичного транспорта, соблюдения требований безопасности при производстве работ и в технологических процессах необходим постоянный контроль за состоянием охраны труда (СОТ) в подразделениях, службах, на рабочих местах производственного персонала. Одной из форм контроля СОТ является административно-общественный трехступенчатый контроль (ТСК) за состоянием охраны труда и условий безопасности труда [2].

ТСК позволяет систематизировать работу администрации и первичной профсоюзной организации по охране труда (ОТ) и своевременно принимать меры и реализовывать мероприятия по устранению недостатков, которые могут привести к авариям и несчастным случаям. При таком контроле рабочие и служащие привлекаются к управлению производством в области организации работы по ОТ.

Система ТСК дает возможность контроля за соблюдением всеми должностными лицами и работниками требований трудового законодательства и стандартов безопасности труда, он при этом не исключает проведение административного контроля в соответствии с должностными обязанностями руководителей и инженерно-технических работников организации, а также общественного контроля комитетами по ОТ и уполномоченными лицами по охране труда [3].

На первой ступени ТСК предусматривается ежедневный перед началом работы совместный контроль мастера и уполномоченного по ОТ за соблюдением всеми работающими правил и инструкций по ОТ, производственной культуры и трудовой дисциплины; своевременной уборкой отходов производства и готовой продукции; правильным применением спецодежды и предохранительных и защитных устройств. На этой ступени также осуществляется проверка нарядов-допусков на работы с повышенной опасностью.

Выявленные нарушения по охране труда записываются в «Таблицу безопасности», которую вывешивают на стенде визуального менеджмента, с назначением лиц ответственных за исполнение мероприятий. О не устраненных нарушениях по охране труда на участке, которые мастер не в состоянии устранить, он докладывает начальнику цеха для включения в план цеховых мероприятий с указанием конкретных сроков исполнения и исполнителей.

На второй ступени ТСК два раза в месяц обход производственных участков осуществляют совместно начальник цеха, зам. начальника по подготовке производства, начальник технологического бюро вместе с председателем цехового комитета или председателем комиссии по ОТ цехового комитета, с участием механика и энергетика цеха, инженера по ОТ с целью проверки результатов первой ступени ТСК. При проведенной II ступени контроля комиссия проверяет исправность и безопасное состояние производственных и вспомогательных помещений, оборудования и инструмента, приспособлений, транспортных и грузоподъемных средств, предохранительных устройств; организацию работ и рабочих мест; условия хранения, транспортировки и применения ядовитых, едких и взрывоопасных веществ; инструктаж и обучение работающих безопасным методам труда; обеспеченность и применение спецодежды и индивидуальных средств защиты; состояние предохранительных приспособлений; обеспечение и исправность санитарно-бытовых устройств и вентиляционных установок.

Нарушения указываются в бланке «Контрольный лист» на стенде визуального менеджмента. Выявленные недостатки фиксируются в журнале II ступени контроля за подписью начальника цеха и уполномоченного лица по ОТ и устраняются в оперативном порядке, при этом устанавливают исполнителей и сроки исполнения.

Результаты контроля и ход выполнения мероприятий первой и второй ступеней проверяются еженедельно. Для привлечения работников всех уровней к системе контроля за состоянием условий труда начальники цехов, председатели цеховых комитетов или председатели цеховой комиссии по ОТ организуют обсуждения на рабочих собраниях случаев нарушений правил и инструкций по охране труда.

На третьей ступени ТСК проверка осуществляется главным специалистом по ОТ в организации, зам. председателя первичной профсоюзной организации, инженерами службы ОТ по графику, утвержденному техническим директором, работ по первой и второй ступеням контроля; выполнение мероприятий коллективного договора; исполнение предписаний, приказов и других документов, касающихся ОТ; состояние оборудования; проведение обучения по ОТ; применение спецодежды и средств защиты.

Результаты проверки оформляются актом с последующим изданием распоряжения по подразделению по устранению выявленных нарушений с назначением исполнителей и сроков исполнения, с направлением в службу ОТ копии распоряжения.

Для обеспечения постоянной эффективности системы контроля за СОТ, а также возможностей ее улучшения и необходимости внесения изменений два раза в год на предприятии следует проводить анализ СОТ со стороны руководства. Для этого рекомендуется:

- выпустить приказ по организации о сборе входных данных для проведения анализа СОТ со стороны руководства;
- в соответствии с приказом подразделения предприятия предоставляют отчеты о функционировании ТСК за отчетный период (полугодие);
- на основании отчетов подразделений формирует отчет о состоянии системы контроля за СОТ на предприятии за отчетный период;
- проводится совещание по анализу системы контроля за СОТ со стороны руководства;
- по результатам совещания оформляется протокол, содержащий решения руководства, направленные на поддержание в рабочем состоянии и улучшение системы контроля за СОТ предприятия.

### **Список использованных источников**

1. Шкрабак, В.С., Орлов П.С., Голдобина Л.А. Характеристика и причины травматизма на опасных объектах производства и пути его устранения // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 38. – С. 34-40.
2. Милосердова, К.А. Актуализация системы управления охраной труда // Потаповские чтения - 2022: Сборник материалов VII ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Дмитриевича Потапова, Москва, 18 мая 2022 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. – С. 141-144.
3. Якупов, И.М. Интеграция двух- и трехступенчатого контроля в СУОТ // Безопасность и охрана труда. – 2014. – № 2(59). – С. 1-65.

## **SYSTEM OF CONTROL OF WORKING CONDITIONS IN MECHANICAL ENGINEERING ENTERPRISES**

**N.V. Lyashenko, V.A. Lepikhova**

*Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),  
Novocherkassk, Russia*

An effective form of control over the working conditions at the machine-building enterprises is a system of administrative and public three-stage control the use of which makes it possible to involve employees of all levels in the labour protection management and to timely implement measures which improve the labour process safety.

**Ключевые слова:** labor protection, three-stage control, management system

## ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ФОТОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.В. Маринин<sup>1</sup>, Л.А. Маринина<sup>2</sup>, И.С. Барашкин<sup>2</sup>, М.Ю. Сохарев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>Военная академия материально-технического обеспечения, (филиал, г. Пенза)  
г. Пенза, Россия

В статье рассмотрены электровакуумные фотоприемные устройства ультрафиолетового диапазона отечественного производства, приведены примеры применения в системах специальной техники.

**Ключевые слова:** ультрафиолетовый диапазон, фотоприемное устройство, электронно-оптический преобразователь, фотоэлектронный умножитель

Ультрафиолетовые (УФ) фотоприемные устройства (ФПУ) широко применяются для обнаружения высоковольтных электрических разрядов на линиях электропередач, в спектральных системах наблюдения за состоянием озонового слоя и пламени, а также в различных областях медицины, биологии, астрономии. Ультрафиолетовые ФПУ необходимы для применения в военной технике: в мультиспектральных системах обнаружения и наведения ракет, в средствах обеспечения скрытой помехозащищенной УФ-оптической связи, приборах радиационной, химической и биологической разведки [1]. Рассматривается возможность применения мультиспектральных приборов разведки УФ диапазона для обнаружения замаскированных объектов, средств встречного наблюдения и прицеливания, а также в составе средств видеонаблюдения для измерения параметров движения объектов [2, 6].

Ультрафиолетовые ФПУ применяются в системах самонаведения зенитных управляемых ракет (ЗУР) *Stinger-POST (Passive Optical Seeker Technique)* (США), оснащённых спаренным двухдиапазонным приёмником излучения инфракрасной (ИК) и УФ области спектра. Ракета 9М336 российского переносного зенитного ракетного комплекса (ПЗРК) «Верба» (индекс ГРАУ – 9К333) оснащена трёхдиапазонной (2 ИК + УФ) оптической головкой самонаведения (ОГС) (рис. 1). Применение трёхдиапазонной ОГС значительно повышает помехозащищённость в условиях воздействия ложных тепловых помех и лазерных помеховых комплексов, которые поступают на вооружение передовых стран мира, позволяя с высокой вероятностью поражать малоизлучающие цели □ крылатые ракеты и беспилотные летательные аппараты.



Рисунок 1 – ПЗРК «Верба» (9К333)

Для увеличения чувствительности и помехоустойчивости УФ систем обнаружения и наведения активно разрабатываются УФ-фотоприемники различного типа, работающие в «солнечно-слепых» т. е. таких, в которых отсутствует солнечное излучение, ( $200 \leq \lambda < 290$  нм) и «видимо-слепых» ( $200 \leq \lambda < 390$  нм) диапазонах длин волн.

### **Электронно-оптические преобразователи**

Наиболее чувствительными приборами, работающими в указанных областях УФ-спектра, являются электровакуумные приборы – электронно-оптические преобразователи (ЭОП) и фотоприемные модули (ФПМ), созданные на их основе. Фотокатоды этих ЭОП изготавливают на основе таких соединений, как  $Cs_2Te$  и  $Rb_2Te$ , а также традиционных соединений –  $K_2CsSb$ ,  $Na_2KCsSb$ ,  $Ag-O-Cs$  и с эффективным отрицательным электронным сродством фотокатода на основе  $GaAs$  (рис. 2) [1].

**ЭОП «Сапфир 2»** (ООО Владикавказский Технологический Центр «Баспик») УФ диапазона 120 – 360 нм (рис. 3), имеет электронно-оптическую систему с оборачиванием изображения, входное окно из фтористого магния, две микроканальные пластины (МКП) в шевронной сборке, люминесцентный экран жёлто-зелёного свечения на стекле или на волоконно-оптической пластине (ВОП), фотокатод теллур-цезиевый ( $CsTe$ ). Основные технические данные «Сапфир-2» приведены в таблице 1. Электронно-оптический преобразователь предназначен для усиления и визуализации изображения в УФ-области спектра, обеспечивает возможность работы в режиме счёта фотонов [7].

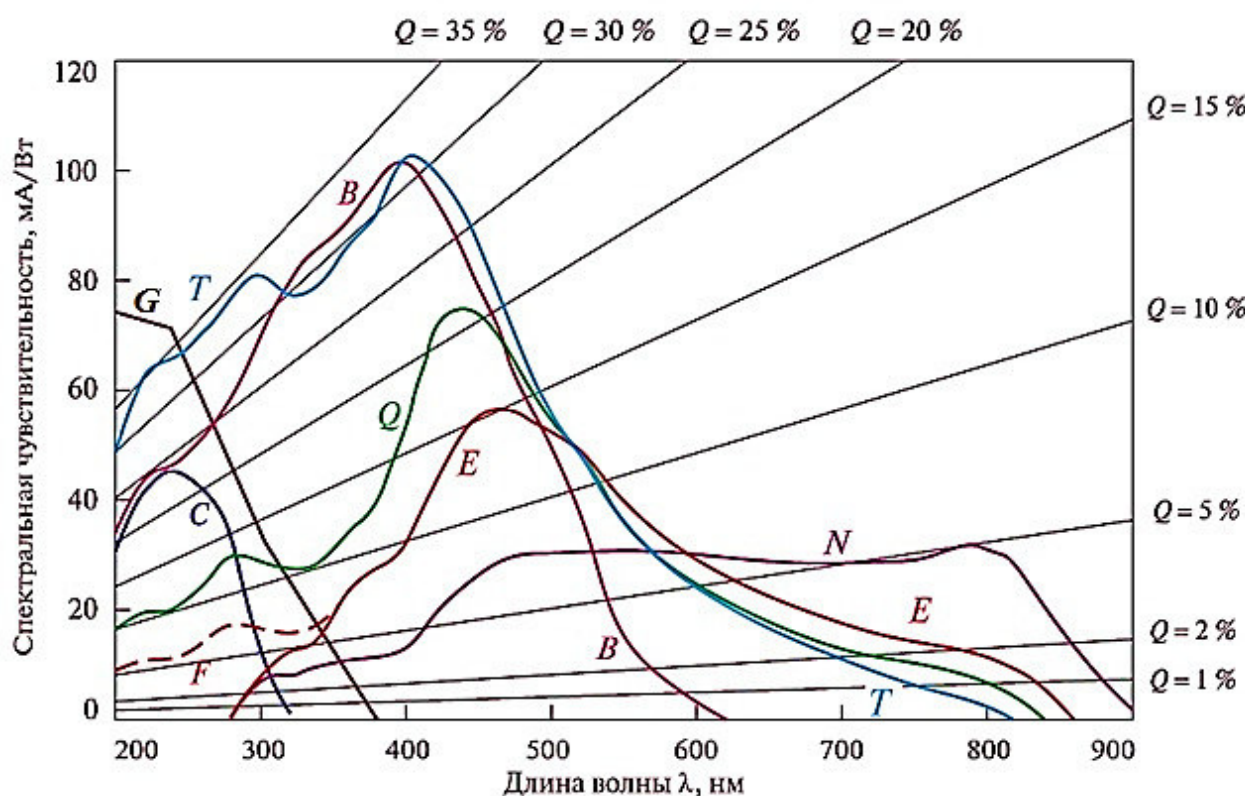


Рисунок 2 – Спектральные характеристики УФ - фотокатодов:  
*G* – фотокатод  $GaN$  на лейкосапфире; *C* – фотокатод  $CsTe$  на кварцевом стекле; *B* – бищелочной фотокатод  $K_2SbCs$  на кварцевом стекле;  
*T* – фотокатод  $UV\ Wide-Band\ (Na_2KSb)Cs$  на кварцевом стекле;  
*Q* – фотокатод  $S20\ (Na_2KSb)Cs$  на кварцевом стекле;  
*F* – фотокатод  $S25\ (Na_2KSb)Cs$  на кварцевом стекле;  
*E* – фотокатод  $S25\ (Na_2KSb)Cs$  на боросиликатном стекле;  
*N* – фотокатод  $S25RE\ (Na_2KSb)Cs$  на боросиликатном стекле



Рисунок 3 – ЭОП «Сапфир 2»

Таблица 1 – Основные технические характеристики «Сапфир-2»

| Параметры                                                     | Размер-<br>ность                      | Значение        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Диаметр рабочего поля фотокатода                              | мм                                    | 15              |
| Диапазон спектральной чувствительности                        | нм                                    | 120 - 360       |
| Спектральная чувствительность на длине волны $\lambda=250$ нм | мА/Вт                                 | не менее 20     |
| Амплитудное разрешение                                        | %                                     | не более 100    |
| Усиление микроканальной пластины МКП                          | -                                     | не менее $10^6$ |
| Плотность скорости счета темновых импульсов                   | имп/с <sup>-1</sup> ×см <sup>-2</sup> | не более 10     |
| Отношение Пик/Долина                                          | -                                     | не менее 3:1    |
| Масса                                                         | г                                     | не более 50     |

ЭОП «Кварцит» (ООО Владикавказский Технологический Центр «Баспик») УФ диапазона 115 – 360 нм, ЭОП с прямым переносом изображения, микроканальным усилением, встроенным высоковольтным источником питания со схемой защиты фотокатода от повышенных уровней облучённости и автоматической регулировкой яркости свечения экрана, имеющий теллур-цезиевый фотокатод на подложке из фтористого магния и экран жёлто-зелёного свечения на стеклянном диске. Электронно-оптический преобразователь предназначен для визуализации изображения УФ-области спектра (рис. 4, табл. 2).

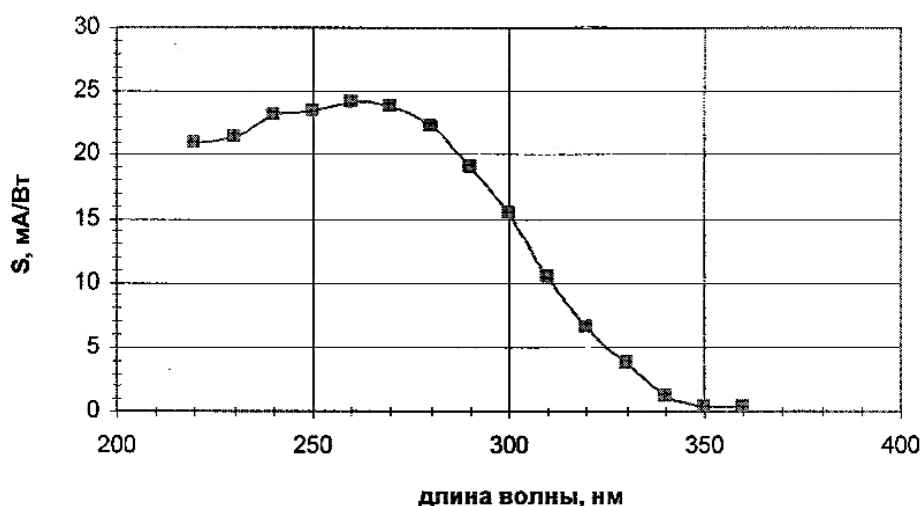


Рисунок 4 – Спектральная характеристика  $CsTe$  фотокатода



Таблица 2 – Характеристики ЭОП «Кварцит»

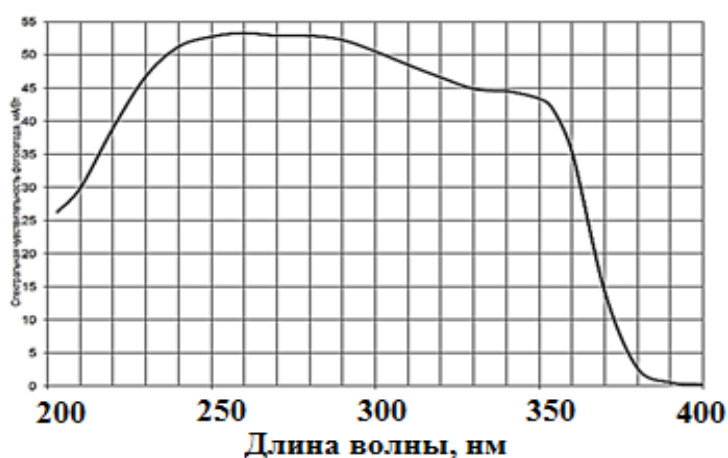
| Наименование параметра, ед. измерения                                                                                     | Значение                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Диапазон спектральной чувствительности фотокатода, нм                                                                     | 115-360                    |
| Спектральная чувствительность фотокатода на длине волны $\lambda = 250$ нм, мА/Вт                                         | 20                         |
| Диаметр рабочего поля фотокатода, мм                                                                                      | 18                         |
| Предел разрешения в центре, штр/мм                                                                                        | 40                         |
| Спектральный коэффициент усиления на длине волны 254 нм (при облучённости фотокатода $10^{-5}$ Вт/м <sup>2</sup> ), Вт/Вт | $2,5 \cdot 10^3$           |
| Яркость темнового фона, кд/м <sup>2</sup>                                                                                 | не более $3 \cdot 10^{-5}$ |
| Яркость свечения экрана в режиме работы АРЯ, кд/м <sup>2</sup>                                                            | 7-12                       |
| Диапазон напряжения питания, В                                                                                            | 2,0-3,6                    |
| Ток потребления, мА                                                                                                       | 20                         |
| Масса, г                                                                                                                  | 59                         |

### Фотоэлектронные умножители

Фотоэлектронные умножители – фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) для ультрафиолетовой области УФК-4Г-4, производства АО «Катод», построен на нитрид галлиевом/нитрид алюминиевом фотокатоде (*GaN/AlN*) с микроканальным усилением. Основной конструктивной особенностью таких ФЭУ является микроканальное усиление в отличие от традиционно применяемого динодного. Благодаря применению МКП ФЭУ компактны и обладают высоким коэффициентом усиления. Применение высокоэффективных *GaN/AlN* фотокатодов позволяет использовать такие приборы в космической, оборонной и авиационной промышленности, а также в различных научных исследованиях для регистрации слабых сигналов. Характеристики УФК-4Г-4 приведены в таблице 3, спектральные характеристики фотокатода *GaN/AlN* приведены на рисунке 5.



а)



б)

Рисунок 5 – Фотоэлектронный умножитель УФК-4Г-4:

а) внешний вид, б) спектральная характеристика *GaN/AlN* фотокатода



Таблица 3 – Характеристики УФК-4Г-4

| Общие характеристики                                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Материал входного окна                                                | сапфир                    |
| Тип фотокатода                                                        | $GaN/AlN$                 |
| Рабочий диаметр фотокатода, мм                                        | 18                        |
| Тип умножительной системы                                             | микроканальный            |
| Количество МКП                                                        | 2                         |
| Габаритный диаметр, мм                                                | 43                        |
| Длина, мм                                                             | 22,5                      |
| Масса, г                                                              | 60                        |
| Электрические и светотехнические характеристики                       |                           |
| Спектральный диапазон работы, нм                                      | 200-400                   |
| Спектральная чувствительность фотокатода на $\lambda=275$ нм, мА/Вт   | 40                        |
| Спектральная анодная чувствительность, мА/мкВт                        | 100                       |
| Коэффициент усиления                                                  | $(1,5 \div 3) \cdot 10^6$ |
| Темновой ток при спектральной анодной чувствительности 100 мА/мкВт, А | $5 \cdot 10^{-12}$        |
| Максимальный ток анода, нА                                            | 300                       |
| Напряжение питания, В                                                 | $2,8 \pm 0,8$             |
| Ток потребления, мА                                                   | 25                        |

Фотоэлектронный умножитель УФК-4Г-2 аналогичной конструкции на  $(Na_2KSb)Cs$  фотокатоде имеет расширенный спектральный диапазон «УФ – видимый» 200 – 750 нм, материал входного окна – стекло УС-49. Спектральная характеристика  $(Na_2KSb)Cs$  фотокатода приведена на рисунке 6.

**Координатно-чувствительные умножители** УФК -1, УФК-2 производства АО «Катод», предназначены для преобразования световых сигналов в электрические в радио-электронных устройствах общего применения, в аппаратуре высокой чувствительности, в спектрометрии и регистрации сцинтилляционных излучений, а также для фундаментальных и прикладных исследований в физике космических лучей и астрофизике, могут быть использованы в устройствах, работающих в условиях повышенных механических и климатических нагрузок (рис. 6). Область спектральной чувствительности фотокатода УФК-1 составляет 200 – 750 нм (рис. 7).

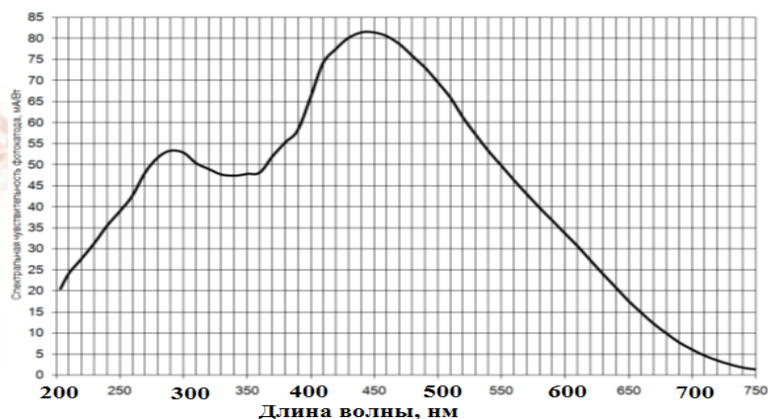


Рисунок 6 – УФК-1

Рисунок 7 – Спектральная характеристика  $(Na_2KSb)Cs$  фотокатода УФК-1

**Координатно-чувствительный умножитель УФК-2** имеет полупрозрачный, чувствительный в ультрафиолетовой области спектра ( $200 \leq 400$  нм), фотокатод на основе соединения  $GaN$ , четырехсекторный анод.

Координатно-чувствительный ФЭУ позволяет вычислять траекторию и скорость движения источника излучения. Приборы на основе координатно-чувствительных фотоприемников позволяют засечь атакующую ракету, фиксируют наличие угрозы и направление на нее и передают информацию в блок принятия решения об ее уводе в сторону или полном уничтожении. Такие приборы, созданные компанией «Катод», включены в бортовой комплекс защиты вертолетов «Президент-С», а также танк Т-14 «Армата», оснащенный комплексом активной защиты «Афганит» с дальними радарными и оптическими пеленгаторами предупреждения об угрозах.

### Список использованных источников

1. Балясный, Л.М., Гордиенко Ю.Н., Грузевич Ю.К., Альков П.С., Чистов О. В. Ультрафиолетовый фотоприемный модуль на основе электронно-оптического преобразователя с фотокатодом  $GaN/GaAlN$  на сапфире для применения в оптико-электронных комплексах космического базирования // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. – Т. 23. № 4. – С. 59-65. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-4-59-65.

2. Маринина, Л.А., Варавкин А.С. Повышение информативности ведения разведки путем обеспечения подразделений телевизионными приборами ультрафиолетового диапазона. Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2018. – № 3 (15). С. 76-80.

3. Маринина, Л.А., Сохарев М.Ю., Агунькин П.Н., Звижинский А.И. Оценка обнаружительных возможностей камеры ультрафиолетового диапазона. Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2022. – № 1 (29). – С. 111-118.

4. Звижинский, А.И., Калед В.Н. Применение средств видеонаблюдения для измерения параметров движения объектов. В сборнике: Перспективные

направления развития автотранспортного комплекса. сборник статей XIII Международной научно- практической конференции. – 2019. – С. 78-83.

5. Бондаренко, А. В., Бондаренко М. А., Котцов В. А. Новые возможности применения цифровых камер расширенного спектрального диапазона. Материалы всероссийской научно-технической конференции «ТЗСУ-2019» – Москва: ИКИ РАН, 2019 г. С. 1 – 10.

6. Бондаренко, М.А., Бондаренко А.В. Формирование изображений в мультиспектральных видеосистемах для визуального и автоматического неразрушающего контроля // Успехи прикладной физики – Москва: АО «НПО «ОРИОН», 2018, Т. 6, № 4, С. 325 – 332.

7. Электронно-оптический преобразователь для УФ-области «Сапфир 2». Электронный ресурс: [https://baspik.com/products/mop/Sapphire %202/](https://baspik.com/products/mop/Sapphire%202/). (Дата обращения 15. 03. 2023 г).

## **ELECTRO-VACUUM PHOTODETECTORS OF THE ULTRAVIOLET RANGE FOR SPECIAL EQUIPMENT SYSTEMS**

**A.V. Marinin<sup>1</sup>, L.A. Marinina<sup>2</sup>, I.S. Barashkin<sup>2</sup>, M.Y. Sokharev<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Penza State University,  
Penza, Russia*

*<sup>2</sup>Military Academy of Logistics, (branch, Penza)  
Penza, Russia*

The article discusses electro-vacuum photodetectors of the ultraviolet range of domestic production, provides examples of application in special equipment systems.

**Keywords:** ultraviolet range, photodetector, electron-optical converter, photoelectronic multiplier

**УДК 621.383**

## **ГИБРИДНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА**

**А.В. Маринин<sup>1</sup>, Л.А. Маринина<sup>2</sup>, И.С. Барашкин<sup>2</sup>, М.Ю. Сохарев<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

*<sup>2</sup>Военная академия материально-технического обеспечения, (филиал, г. Пенза),  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены гибридные фотоэлектронные приборы ультрафиолетового диапазона отечественного производства, приведены схема, технические характеристики, график спектральной чувствительности.

**Ключевые слова:** гибридный, электронно-чувствительная матрица прибора с зарядовой связью, солнечно-слепой диапазон

Разработка всепогодных оптико-электронных средств, работающих в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне спектра является важным направлением развития в области создания оптико-электронных информационных средств разведки, наблюдения, управления и наведения оружия [1]. Получение дополнительных информативных признаков объектов наблюдения возможно путем применения УФ телевизионных камер вследствие различий фоно-целевых контрастов УФ, видимого и инфракрасного диапазонов [2 – 4].

Одним из перспективных направлений улучшения качества сформированного низкоуровневого изображения в видимом, ближнем инфракрасном и УФ диапазоне является уменьшение в структуре фотоприемных модулей количества преобразований входного оптического сигнала в поток фотоэлектронов и обратно, а также изменение принципа усиления электронного потока (вместо размножения фотоэлектронов за счет вторичной эмиссии в каналах микроканальных пластин (МКП) использование размножение фотоэлектронов за счет ударной ионизации в кремнии электронно-чувствительной (ЭЧ) матрицы прибора с зарядовой связью (ПЗС) или ЭЧ матрицы комплементарной структуры металл – окисел – полупроводник (КМОП)) путем введения в структуру сверхвысоковакуумного электронно-оптического преобразователя (ЭОП) кремниевой ЭЧ ПЗС (КМОП) с бомбардировкой фотоэлектронами утоненной обратной стороны матрицы. Специально разработанную ЭЧ ПЗС матрицу получают путем утонения электронно-чувствительной области матрицы ПЗС (КМОП) со стороны подложки до 10 – 20 мкм. Схема гибридного фотоэлектронного прибора (ГФП) на основе ЭЧ ПЗС, разработанного АО ЦНИИ «ЭЛЕКТРОН» приведена на рисунке 1 [5, 6].

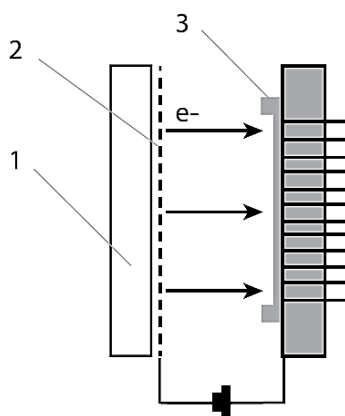


Рисунок 1 – Схема гибридного фотоэлектронного прибора:

1 – входное окно, 2 – полупрозрачный фотокатод, 3 – ЭЧ ПЗС

Гибридный фотоэлектронный прибор ультрафиолетового «солнечно-слепого» диапазона разработки АО ЦНИИ «ЭЛЕКТРОН» представляет собой электровакуумное устройство на основе фотокатода и твердотельного элемента – ЭЧ ПЗС матрицы (рис. 2). В результате бомбардировки ЭЧ ПЗС матрицы фо-

тоэлектронами с энергией свыше 3кэВ происходит генерация электронно-дырочных пар в кремнии с усилением в несколько сот раз, что обеспечивает чувствительность ГФП на 1 – 2 порядка выше, чем твердотельные аналоги.

В ГФП весь сигнальный поток фотоэлектронов, вышедший из фотокатода, достигает матрицы, отсутствуют промежуточные преобразования сигнала. Это обеспечивает близкое к 1,1 значение шум-фактора, тогда как в фотоприемниках на основе ЭОП с микроканальными пластинами, сочлененных с матрицей ПЗС, шум-фактор 1,6 – 2. Кроме того, в ГФП отсутствуют волоконно-оптические элементы, снижающие радиационную стойкость прибора.

В приборе используется теллур-цезиевый ( $CsTe$ ) фотокатод, который обеспечивает высокую степень «солнечной слепоты», снижает потребность в фильтре видимого излучения. Характеристики ГФП «солнечно-слепого» УФ диапазона приведены в таблице.

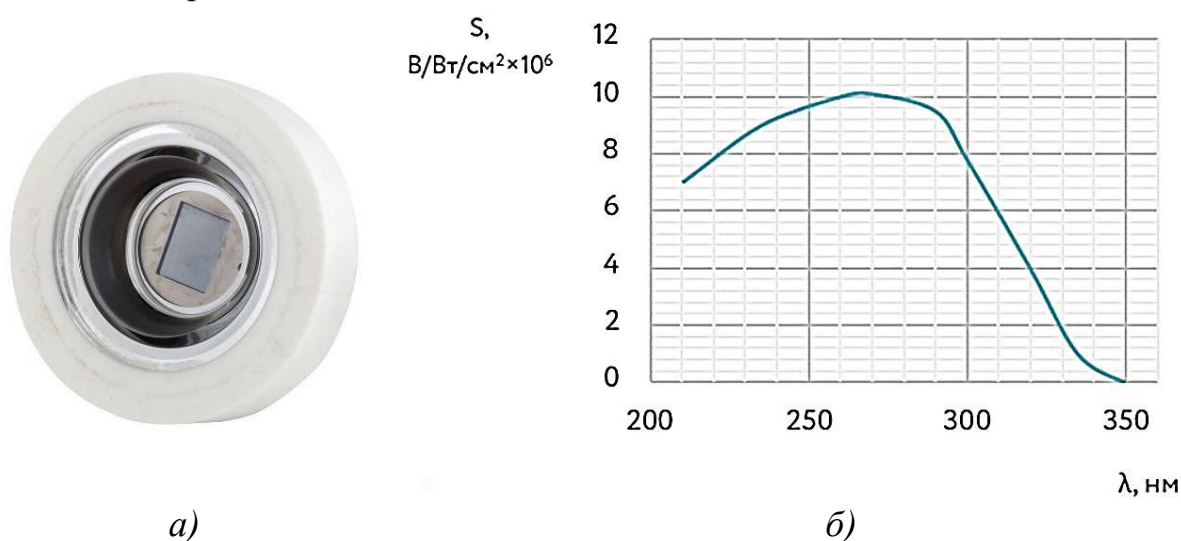


Рисунок 2 – ГФП «солнечно-слепого» УФ диапазона:  
а) внешний вид; б) спектральная чувствительность

Таблица 1 – Характеристики ГФП «солнечно-слепого» УФ диапазона

| Характеристика                                                                                                          | Значение       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1                                                                                                                       | 2              |
| Спектральный диапазон, нм                                                                                               | 200÷300        |
| Квантовая эффективность фотокатода в максимуме, %                                                                       | 15–20 (31-42)  |
| Спектральная чувствительность фотокатода в максимуме, мА/Вт                                                             | 4 - 5          |
| Напряжение фотокатода, кВ                                                                                               | 13,1×9,8       |
| Размер чувствительной зоны, мм                                                                                          | 768×580        |
| Размер пикселя, мкм                                                                                                     | 17×34          |
| Спектральная чувствительность при $\lambda=260-270$ нм, $V \cdot cm^2/Wt$                                               | $1 \cdot 10^7$ |
| При освещенности $2 \cdot 10^{-13}$ Вт/пиксель ( $3,4 \cdot 10^{-8}$ Вт/см <sup>2</sup> ) и полосе пропускания 6,3 МГц: |                |

| 1                                                       | 2                                           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| - соотношение $S/N$                                     | 20 - 25                                     |
| - глубина модуляции сигнала на мелких деталях (400 ТВЛ) | 30 - 35                                     |
| Пороговая освещенность Вт/пиксель ( $\text{Вт/см}^2$ )  | $<7 \cdot 10^{-16}$ ( $<1 \cdot 10^{-10}$ ) |
| Диаметр устройства, мм (в герметичном исполнении)       | 60                                          |
| Высота устройства, мм                                   | 23                                          |

На основе рассмотренного ГФП «солнечно-слепого» диапазона предприятием АО ЦНИИ «ЭЛЕКТРОН» разработано фотоприемное устройство (ФПУ), которое представляет собой телевизионную камеру, включающую источники питания и электронику для обработки сигнала (рис. 3) [6]. Выходной сигнал сформирован в цифровом виде.



|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Габариты (без объектива), мм                                  | 80×80×100 |
| Напряжение питания, В                                         | 27        |
| Рабочий диапазон спектральной чувствительности фотокатода, нм | 200÷300   |

Рисунок 3 – Фотоприемное устройство на основе ГФП ультрафиолетового солнечно-слепого диапазона разработки АО ЦНИИ «Электрон»

Преимуществом является высокая чувствительность ФПУ, превосходящая в 50 – 100 раз чувствительность в УФ-области аналогичных ПЗС- и КМОП-камер. Регулировка чувствительности путём изменения напряжения между фотокатодом и матрицей увеличивает до пяти порядков динамический диапазон облученности.

Возможные области применения: малогабаритная телевизионная аппаратура; системы наблюдения в условиях воздействия естественных и организованных оптических помех; регистрация коронных разрядов на линиях электропередач, регистрация утечки газов, обнаружение пятен разливов нефти, обнаружение замаскированных объектов на фоне растительности, грунта, снежного покрова и др.

Дальнейшая разработка научно-технических принципов создания эффективных всепогодных оптико-электронных систем, работающих в УФ диапазоне спектра, с повышенной помехозащищенностью и сниженными массогабаритными характеристиками является одним из основных направлений развития технологий вооружения, военной и специальной техники.

## Список использованных источников

1. Буренок, В.М., Попов С.В., Афанасов Д.С. Состояние и перспективы развития оптики, квантовой электроники и фотонных технологий применительно к оборонной сфере. «Известия Российской Академии Ракетных и Артиллерийских Наук». Выпуск 114. 2020 г. С.3–15. Режим доступа: [http://www.iraran.ru/arhiv\\_raran/2020/vypusk\\_114/](http://www.iraran.ru/arhiv_raran/2020/vypusk_114/) (дата обращения: 15. 03. 2023).
2. Бондаренко, М. А., Бондаренко А. В. Формирование изображений в мультиспектральных видеосистемах для визуального и автоматического неразрушающего контроля // Успехи прикладной физики – Москва: АО «НПО «ОРИОН», 2018, Т. 6, № 4, С. 325 – 332.
3. Маринина, Л.А., Сохарев М.Ю., Агунькин П.Н., Звижинский А.И. Оценка обнаружительных возможностей камеры ультрафиолетового диапазона. Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2022. – № 1 (29). – С. 111-118.
4. Звижинский, А.И., Каледа В.Н. Применение средств видеонаблюдения для измерения параметров движения объектов. В сборнике: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. сборник статей XIII Международной научно- практической конференции. – 2019. – С. 78-83
5. Балясный, Л. М., Балашов А. Б., Гордиенко Ю. Н., Грузевич Ю. К., Миронов Д. Е., Петров А. Э., Татаурщиков С. С. Высокочувствительный гибридный фотоприемный модуль на основе фотокатодов с отрицательным электронным сродством и матриц ПЗС (КМОП) с электронной бомбардировкой тыльной стороны. Прикладная физика, 2018, № 4. С. 74 – 78.
6. Высокочувствительный гибридный телевизионный прибор УФ-диапазона на основе электронно-чувствительного ПЗС: <https://www.niielectron.ru/product/ru-vysokochuvstvitelnyj-gibridnyj-televizionnyj-pribor-na-osnove-elektron-chuvstvitelnogo-pzs-dlya-uf-diapazona/> (Дата обращения 25.03. 2023).

## HYBRID PHOTOELECTRONIC DEVICES OF THE ULTRAVIOLET RANGE

A. V. Marinin<sup>1</sup>, L. A. Marinina<sup>2</sup>, I. S. Barashkin<sup>2</sup>, M. Y. Sokharev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Penza State University,  
Penza, Russia*

<sup>2</sup>*Military Academy of Logistics, (branch, Penza)  
Penza, Russia*

Hybrid photovoltaic devices of the ultraviolet range of domestic production are considered in the article, the scheme, technical characteristics, the graph of spectral sensitivity are given.

**Keywords:** hybrid, electron-sensitive matrix of a charge-coupled device, sun-blind range

## УЛУЧШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА УСТАНОВКОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ КУЗОВА

Н.Д. Мартынов, А.А. Войнов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассматривается актуальная проблема проходимости ТС и ее конструктивное решение путем установки системы стабилизации кузова транспортного средства.

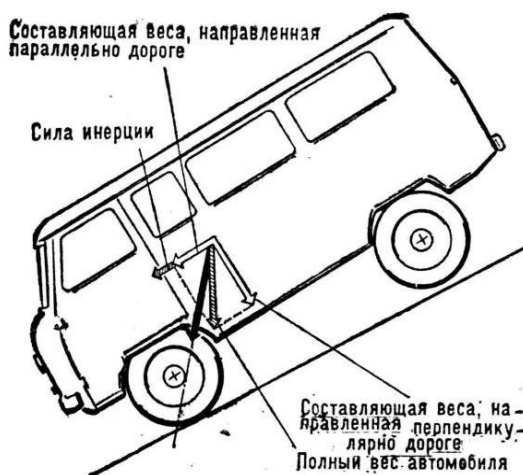
**Ключевые слова:** транспортное средство, система стабилизации кузова, конструктивное решение

Проходимость транспортного средства – это его способность двигаться по плохим дорогам и в условиях бездорожья, а также преодолевать различные препятствия. Является одним из основных эксплуатационно - технических качеств ТС и определяется способностью преодолевать сопротивление качению, габаритными размерами ТС.

В процессе движения транспортного средства в тяжелых дорожных условиях (снег, песок, грязь, подъем в горку по снежному покрытию) происходит крен ТС, приводящий к смещению центра тяжести, с последующим сползанием по углу наклона дорожного полотна.

Переверачивание в продольной плоскости относительно задней оси происходит когда сила давления передних колес на дорогу убавляется до нуля. Практически до начала опрокидывания возникает буксование колес, ТС сползает назад из-за малого сцепления колес с поверхностью.

При движении автомобиля по дороге с поперечным уклоном, появляется боковая сила, равная поперечной составляющей от веса автомобиля. Эта сила может вызвать переверачивание ТС или его сползание вбок.





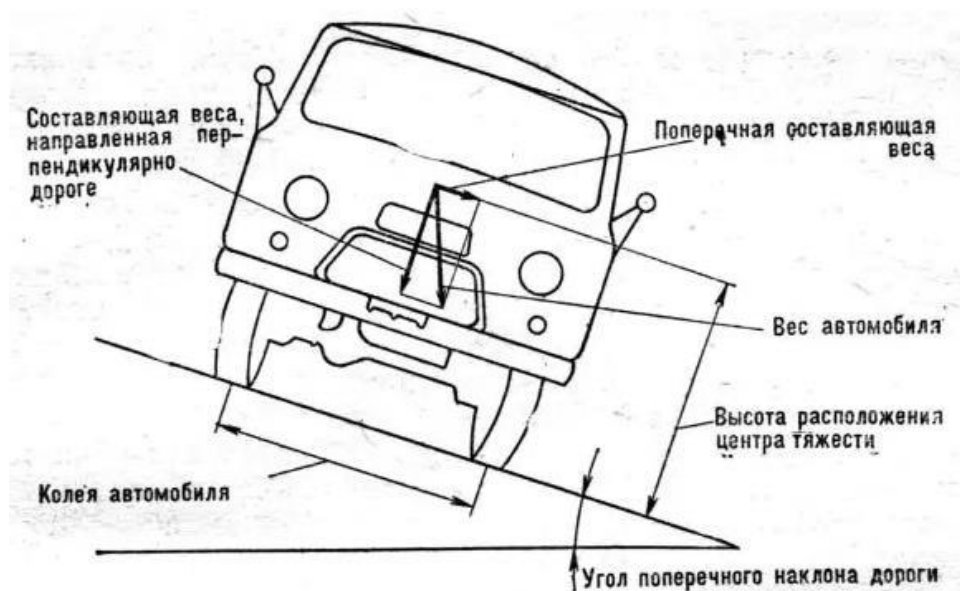


Рисунок 1 – Силы, действующие на автомобиль

Известна система KDSS, предназначенная для уменьшения наклона ТС при движении в условиях хороших дорог и улучшения управляемости по бездорожью. Гидравлические цилиндры, установленные на левые опоры стабилизаторов поперечной устойчивости изменяют усилие стабилизатора, переключая гидравлические контуры с применением электронного управления. Недостатки системы KDSS: блок клапанов KDSS конструктивно устроен не разборным и если пообременить с обслуживанием блока, в дальнейшем он будет подлежать замене; негерметичность блока - это приводит к коррозированию самого блока и разрушению электрических компонентов; повышенные крены автомобиля, заваливание кузова в неподвижном состоянии.

Известно устройство стабилизации кузова ТС (см. патент RU 2519304 C1, дата публикации 10.06.2014 г). Устройство стабилизации кузова ТС состоит из механизма обеспечения углового поворота кузова, механизма перемещения кузова и датчика дестабилизирующих сил. Недостатками описанного устройства, выбранного в качестве прототипа, являются: повышенные массо-габаритные показатели, сложность конструкции, высокая стоимость.

Предлагаемое решение: подвеска, обеспечивающая возможность автоматической корректировки положения кузова ТС: при движении по слабонесущей поверхности дорожного полотна силовые элементы подвески (рисунок 3) выравнивают кузов ТС в горизонтальном положении. Центр тяжести не изменяется, ТС не сползает по уклону дорожной поверхности.

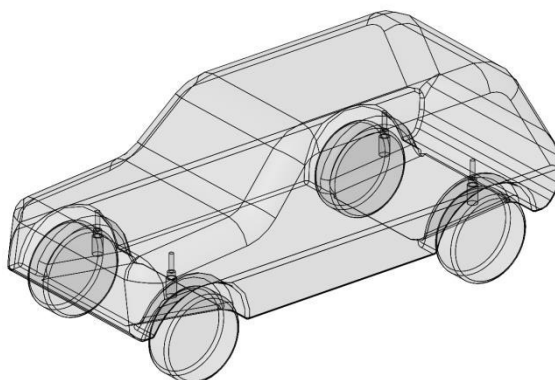


Рисунок 2 – Установка системы стабилизации кузова

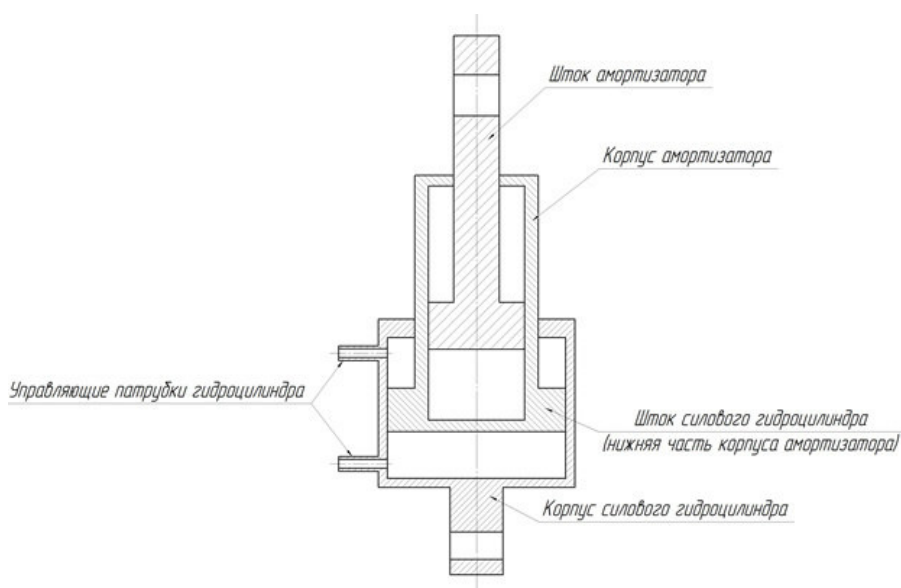


Рисунок 3 – Принципиальное устройство стабилизатора

Предлагаемое решение основывается на использовании комбинирования амортизатора автомобиля с силовыми гидроцилиндрами, способными менять положение кузова в зависимости от текущей ситуации. Определение работы силовых гидроцилиндров осуществляется бортовым компьютером на основании соответствующих датчиков положения кузова

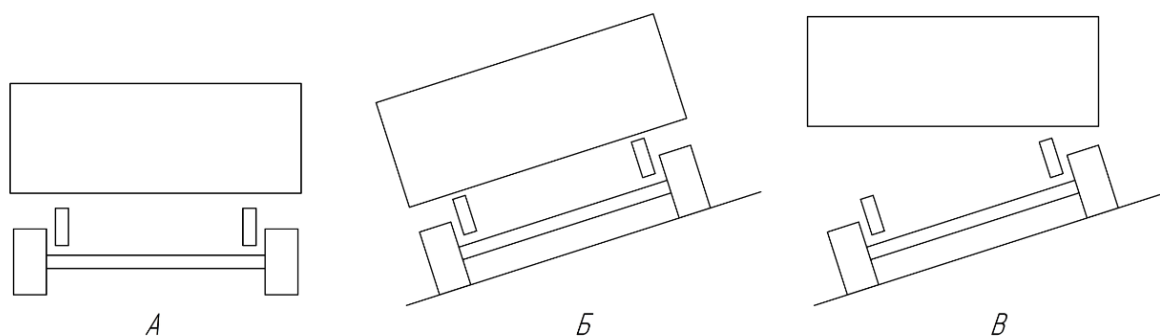


Рисунок 4 - Принцип работы системы стабилизации кузова

а) подготовка к работе; б) въезд ТС на наклонную поверхность; в) стабилизация положения кузова.

Кузов будет выравниваться в горизонтальное положение вне зависимости от направления отклонения рамы ТС - реализуется система с обратной связью, позволяющая непрерывно поддерживать кузов в горизонтальном положении при движении по пересеченной местности.

#### **Список использованных источников**

1. Патент РФ № 2519304, 10.06.2014.
2. Система кинетической стабилизации подвески. URL: <https://www.drive2.ru/o/b/Система кинетической стабилизации подвески>
3. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1991.

### **IMPROVEMENT OF VEHICLE PASSENGER BY INSTALLATION OF BODY STABILIZATION SYSTEM**

**N.D. Martynov, A.A. Voynov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article deals with the actual problem of vehicle cross-country ability and its constructive solution by installing a vehicle body stabilization system.

**Keywords:** vehicle, body stabilization system, constructive solution

**УДК 631.15.01**

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Р.Т. Матиев В.Б. Теунаев**

*Главное управление МЧС России  
по Карачаево-Черкесской Республике,  
г. Черкесск, Россия*

В статье рассматриваются особенности пожарных рисков возникающих на предприятиях резинотехнических изделий (РТИ), порядок тушения пожаров на таких предприятиях и последствия для окружающей среды при возникновении пожаров на них. Кроме того, в статье представлены некоторые рекоменда-

ции по недопущению возникновения пожаров на объектах промышленного комплекса и рассмотрены мероприятия по снижению пожарной опасности, а также по минимизации негативных последствий от техногенных пожаров для экологии.

В целом, статья будет интересна специалистам в области пожарной безопасности и экологии, руководителям предприятий по переработке РТИ и всем, кто заинтересован в минимизации рисков пожаров и их последствий для окружающей среды.

**Ключевые слова:** промышленный комплекс, пожары, резинотехнические изделия, РТИ, пожары на предприятиях, влияние на экологию, защита персонала, пожарная безопасность, минимизация рисков, рекомендации

Актуальность темы обусловлена тем, что предприятия по переработке РТИ относятся к категории пожароопасных производств, которые характеризуются наличием в технологическом процессе легковоспламеняющихся и горючих веществ, использованием оборудования с нагревательными элементами, наличием источников зажигания.

Пожарные риски на таких предприятиях проявляются в виде угрозы возникновения пожаров и взрывов из-за нарушения технологического режима, неисправности оборудования, нарушения правил эксплуатации электроустановок. Особую опасность представляют пожары в цехах подготовки сырья, вулканизационных, прессовых, сушильных.

Подобные предприятия специализируются на производстве различных материалов из резины, таких как уплотнительные кольца, прокладки, детали для автомобильных колес, ремни, конвейерные ленты, и т.д. и обычно имеют несколько производственных линий для обработки сырья, электронной обработки, обработки поверхности, вертикальной и горизонтальной резки, формовки, сушки, термической обработки и упаковки.

Специфические свойства резины, в том числе ее пыль, при пожаре может образовывать взрывоопасную смесь с воздухом, что может привести к быстрому распространению огня и травмам людей.

Кроме того, на подобных объектах часто устанавливают печи и сушильные аппараты, которые являются потенциальными источниками возгорания. Также применяемые технические устройства и электрооборудование могут стать источником возникновения пожаров, если они не обслуживаются и не контролируются в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Полученная информация об особенностях горимости отдельных изделий, произведенных из резины, была получена в результате анализа ряда исследований в работах [1] и [2], которые объединены и представлены в (табл.1).

Таблица 1 – Особенности горимости некоторых РТИ

| Наименование РТИ     | Температура возгорания | Склонность к горению | Особенности                                                                                  |
|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Каучуки              | 250-500°C              | Высокая              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Резина               | 250-500°C              | Высокая              | Горят труднее, чем каучуки, могут самозагораться, при горении выделяют дым и токсичные газы. |
| Резиновые шланги     | 200-300°C              | Средняя              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Резиновые уплотнения | 200-400°C              | Средняя              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Каучуковые пленки    | 250-400°C              | Высокая              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Резиновые ленты      | 200-300°C              | Средняя              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Перчатки             | 350                    | Высокая              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |
| Прокладки            | 290                    | Средняя              | Легко горят, могут продолжать гореть после удаления источника огня, выделяют токсичные газы. |

В таблице перечислены некоторые образцы из РТИ, в составе которых имеется каучук, наполнители и антиоксиданты, а также указаны их характеристики горючести, такие как температура возгорания, температура самовоспламенения и др. Эта таблица может быть полезна при оценке рисков возникновения пожаров на предприятиях по переработке РТИ и планировании мер по их предотвращению.

### **Пожарные риски на предприятиях по переработке РТИ**

В работе [3] на странице 396 рассматриваются сложности тушения пожаров на объектах по переработке РТИ и отмечается, что тушение пожаров, возникающих при горении к РТИ, является сложной задачей, связанной с особыми физико-химическими свойствами данных веществ.

Результатом химического горения каучука ( $C_5H_8 + 7O_2 \rightarrow 5CO_2 + 4H_2O$ , где  $C_5H_8$  - это основной компонент каучука, а  $O_2$  – это кислород) является образование углекислого газа ( $CO_2$ ) и воды ( $H_2O$ ).

При горении каучука, резины и изделий из них, температура может достигать  $1200^\circ C$ , а также выделяется значительное количество теплоты (более  $4,1868 \cdot 10^7$  Дж/кг (10 тыс. ккал/кг)), разнообразные продукты и твердые несгораемые частицы углерода, что проявляется в виде черного дыма.

Однако, если горение происходит при недостаточном количестве кислорода, то могут образовываться угарный газ ( $CO$ ) и другие токсичные вещества, например, оксиды азота.

Рассматривая статистику по возникновению пожаров на промышленных предприятиях можно сделать вывод, что производство подобного профиля характеризуется различными процессами и операциями, которые могут вызвать возгорание. Некоторые из особенностей проявления пожарных рисков на таких предприятиях могут включать в себя:

1. Использование горючих материалов: при переработке РТИ могут использоваться различные горючие материалы, такие как лаки, краски и растворители, которые могут вызывать пожары.

2. Перегрев оборудования: при использовании оборудования для переработки резины может возникнуть перегрев, особенно если его не регулярно обслуживать или если его эксплуатируют в несоответствии с инструкциями по эксплуатации.

3. Несоответствие электрооборудования: несоответствие электрооборудования нормам безопасности может привести к короткому замыканию, вызывая пожары.

4. Несоответствие правилам хранения: на предприятиях по переработке РТИ могут храниться горючие материалы, которые могут воспламениться, если не хранятся в соответствии с правилами безопасности.

5. Наличие источников зажигания: на предприятии могут быть различные источники зажигания, такие как сварочное оборудование, огонь от свечи или сигареты, которые могут привести к пожарам.

6. Неправильное обращение с отходами: отходы, которые не хранятся или не утилизируются правильно, могут привести к пожарам.

7. Нарушение правил пожарной безопасности: нарушение правил пожарной безопасности, таких как отключение систем пожарной сигнализации или аварийного освещения, может привести к непредсказуемым последствиям.

### **Тушение пожаров на предприятиях по переработке РТИ**

Пожар на объекте с большим запасом РТИ может стать катастрофическим, поэтому оперативное реагирование и надлежащие меры по тушению пожара являются важными элементами по локализации таких пожаров на ранней стадии.

Для тушения пожара на предприятии могут использоваться различные методы, включая на первых этапах систем пожарной защиты в том числе автоматического пожаротушения, применение пожарных кранов, огнетушителей,

активного воздействия на пламя пенообразователями и другими средствами на основе раствора соды.

Пена, созданная на основе специальных пенообразующих веществ, создает защитный слой на поверхности горящих материалов, блокируя окислительный доступ в топливо и предотвращая дальнейшее распространение пожара. Пена также охлаждает поверхность горящих материалов и поверхности предотвращая возобновление горения.

Важно отметить, что пенные средства тушения пожаров могут быть разными. Некоторые из них разработаны специально для тушения пожаров на основе горючих жидкостей, другие - для тушения пожаров на основе горючих твердых материалов. Однако пены, используемые для тушения пожаров РТИ, должны быть специально разработаны на основе адаптированных пенообразующих веществ и ориентированы на повышенные требования безопасности и экологической чистоты.

Использование смеси воды и соды при реакции способствует созданию пены, которая воздействует на горящее топливо, создавая на его поверхности защитный слой и блокируя доступ кислорода к топливу. Пена также эффективно охлаждает горящие поверхности, предотвращая возобновление горения.

В (табл.2) указаны положительные и отрицательные стороны огнетушащих веществ при тушении пожаров РТИ.

Таблица 2 – Положительные и отрицательные стороны огнетушащих веществ при тушении пожаров РТИ

| Наименование РТИ                | Огнетушитель    | Положительные стороны | Отрицательные стороны  |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| Шины                            | Пенный          | Эффективен            | Может повредить резину |
| Резиновые кабельные изделия     | Порошковый      | Быстрое тушение       | Повреждение изоляции   |
| Резиновые уплотнительные кольца | CO <sub>2</sub> | Не повреждает детали  | Ограниченный объем     |
| Резиновые рукава                | Пенный          | Безопасен для людей   | Может повредить резину |
| Резиновые прокладки             | CO <sub>2</sub> | Не оставляет остатков | Ограниченный объем     |

Положительные стороны:

Огнетушитель пенный эффективен для тушения горения шин и рукавов, а также безопасен для людей.

Огнетушитель CO<sub>2</sub> не оставляет остатков и не повреждает детали.

Отрицательные стороны:

Огнетушитель пенный может повредить резину при тушении горения шин и рукавов.

Огнетушитель порошковый может повредить изоляцию кабельных изделий.

Огнетушитель CO<sub>2</sub> имеет ограниченный объем и не подходит для тушения больших пожаров.

При возникновении пожара быстрые и эффективные действия пожарных подразделений могут быть решающим фактором для минимизации ущерба и спасения жизней.

Пожарные подразделения, прибывающие на место происшествия, должны следовать определенным правилам для эффективной борьбы с пожарами.

В первую очередь, личный состав реагирующих подразделений должен оценить обстановку и принять меры для эвакуации людей с предприятия. Это делается с помощью осуществления выходов из зданий, карт и планов эвакуации, осуществления контроля на предмет наличия людей в здании.

Далее, необходимо создать условия по локализации пожара, чтобы препятствовать его распространению.

Одними из основных задач пожарных при реагировании на подобные происшествия являются:

- поиск и локализация очага возгорания, определение источника возгорания, оценка ситуации и определение масштабов пожара;
- организация процесса тушения пожара. В этой стадии личный состав пожарно-спасательных подразделений должен принимать меры для локализации пожара, в целях недопущения его развития на большие площади;
- в зависимости от интенсивности горения на объекте может быть необходимо обеспечить процесс подвода воздуха или его прекращения для уменьшения интенсивности горения огня и возможности распространения пламени на другие зоны.

Одним из основных факторов при тушении пожара на подобных объектах является специфический характер горения резины и продуктов ее переработки. В связи с этим личный состав должен применять техники и средства, специально разработанные для этого типа пожара.

В то же время, важно отметить, что некоторые методы тушения, такие как использование воды, могут привести к опасным последствиям при тушении пожаров, связанных с РТИ (может привести к йодированию подобных изделий). Поэтому при выборе метода тушения пожара необходимо учитывать специфику конкретного случая и применять соответствующие средства.

Для борьбы с огнем может применяться автоматические дымососы или дымоходы, предназначенные для отвода дыма и газов из помещения, где происходит пожар.

Для безопасных действий по тушению пожаров на промышленных объектах одним из ключевых условий является отключения электрооборудования, которое может оставаться под напряжением даже после прекращения подачи электроэнергии в здание. Поэтому личный состав пожарно-спасательных под-



разделений должен использовать соответствующие инструменты и защитное оборудование для безопасной работы с электрооборудованием в здании.

Кроме того, личный состав, участвующий в тушении пожара должен учитывать, что на объектах по переработке РТИ может использоваться ядовитая резиновая пыль или газы, которые могут усилить токсичность в здании при возникновении пожара. В связи с этим личный состав должен использовать соответствующие средства защиты, такие как дыхательные аппараты и защитные костюмы, для минимизации риска воздействия токсичных веществ.

В целом, оперативные и эффективные действия пожарных подразделений при тушении пожаров на предприятиях по переработке РТИ могут предотвратить развитие рисков [4], а соответственно - гибель и травмирования людей, а также уменьшить материальные (экономические) потери.

Классическая модель пожарными рисками на подобных предприятиях может включать в себя несколько этапов, начиная с идентификации потенциальных источников возгорания и распространения пожара на объекте и заканчивая мониторингом и анализом эффективности принятых мер (табл.3).

Таблица 3 – Основные этапы модели управления пожарными рисками на производстве

| Этапы модели управления пожарными рисками | Описание                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Идентификация опасностей                  | Определение потенциальных источников возгорания и распространения пожара на производственном объекте                                                   |
| Оценка рисков                             | Оценка вероятности возникновения пожара и его последствий для сотрудников, имущества и окружающей среды                                                |
| Разработка плана мероприятий              | Разработка плана действий на случай пожара, включающего план эвакуации, использование огнетушителей и другого оборудования, а также обучение персонала |
| Внедрение мероприятий                     | Реализация мероприятий, предусмотренных планом, включая обучение персонала, установку оборудования и применение профилактических мер                   |
| Мониторинг и анализ                       | Регулярный мониторинг состояния пожарной безопасности, оценка эффективности мероприятий и корректировка плана при необходимости                        |

В процессе управления пожарными рисками на производстве как пример могут использоваться инструменты, указанные в (табл.4).

Таблица 4 – Инструменты управления пожарными рисками

| Инструменты управления пожарными рисками | Описание                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка пожарной опасности                | Определение вероятности возникновения пожара и его потенциальных последствий с использованием различных методов, включая анализ исторических данных и экспертные оценки |
| Проектирование систем пожарной защиты    | Разработка систем предотвращения и тушения пожаров, включая установку детекторов дыма и огня, автоматических систем пожаротушения и планов эвакуации                    |
| Обучение персонала                       | Проведение тренингов и обучения сотрудников правилам пожарной безопасности, использованию огнетушителей и другого оборудования                                          |
| Аудит пожарной безопасности              | Регулярный аудит пожарной безопасности для выявления возможных нарушений и корректировки плана мероприятий                                                              |
| Системы управления безопасностью         | Разработка и внедрение систем управления безопасностью                                                                                                                  |

Необходимо отметить, что ключевую роль при возникновении пожаров на подобных объектах могут играть непосредственно сами работники, так как они могут находиться в непосредственной близости от очага пожара, где вовремя принятые меры могут предотвратить развитие пожара до больших площадей и, следовательно, значительно снизить материальный (экономический) ущерб, предотвратить гибель и травматизм людей.

#### **Последствия для окружающей среды и человека при возникновении пожаров на предприятиях по переработке РТИ**

Пожары на предприятиях РТИ могут приводить к серьезным последствиям для окружающей среды. Горение резины и других материалов, используемых в производстве приводит к выделению в атмосферу различных газов, включая углекислый газ, оксиды азота, сероводород, аммиак и многие другие. Кроме того, пожары на предприятиях РТИ могут вызывать загрязнение почвы и подземных вод, особенно если на предприятии хранятся или перерабатываются ядовитые вещества.

Исходя из изученных данных в работах [5] и [6] удалось собрать в единую таблицу (табл.3) информацию по некоторым из изделий, которые при горении выделяют токсичные вещества.

Таблица 5 – Токсичные вещества, выделяемые при горении РТИ

| № п/п | Резинотехническое изделие | Выделяемые токсичные вещества                                                                                    |
|-------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Шины автомобильные        | Сернистый ангидрид, оксиды азота, оксиды углерода, аммиак                                                        |
| 2.    | Ремни приводные           | Диоксид серы, фенол, формальдегид                                                                                |
| 3.    | Резиновые уплотнения      | Диоксид углерода, оксиды азота, оксиды углерода, водород фторид                                                  |
| 4.    | Резиновые шланги          | Диоксид углерода, оксиды азота, оксиды углерода, аммиак, сернистый ангидрид, фенолы, формальдегид, диоксид азота |
| 5.    | Резиновые перчатки        | Диоксид углерода, оксиды азота, оксиды углерода, формальдегид, сажа, аммиак, фенол                               |
| 6.    | Резиновые сапоги          | Диоксид углерода, оксиды азота, оксиды углерода, аммиак                                                          |
| 7.    | Резиновые коврики         | Диоксид углерода, оксиды азота, оксиды углерода, формальдегид                                                    |
| 8.    | Шланги                    | Сажа, оксид углерода, ацетонитрил                                                                                |
| 9.    | Резиновые смеси           | Сернистый ангидрид, оксид углерода, фенолы, формальдегид, диоксид азота                                          |

Условия для всех показателей - стандартные условия температуры и давления. В таблице представлены наиболее типичные токсичные вещества, которые могут выделяться при горении РТИ, но список не исчерпывающий и может быть расширен в зависимости от конкретных условий горения.

В целом каучук, который является основой РТИ, при горении выделяет: сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксид азота ( $\text{NO}_x$ ), сажа ( $\text{C}$ ), бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), стирол ( $\text{C}_8\text{H}_8$ ), ацетон ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ), формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), акролеин ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ).

Например, окись углерода ( $\text{CO}$ ) является ядовитым газом, который может привести к отравлению и даже летальному исходу, если вдыхать его в больших количествах. Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) может вызвать раздражение глаз, кожи и дыхательных путей, а также приводить к проблемам с дыханием и ухудшению здоровья легких. Бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) является канцерогеном, то есть может вызывать рак [7].

Эти вещества могут оказывать негативное воздействие на местные организмы и затруднить их разведение на территориях. Если водоемы находятся поблизости от предприятия, либо их источниками служат грунтовые воды, то при загрязнении этих водоемов, возникает опасность заболевания жителей местности.

Подобные пожары могут приводить к выделению большого количества токсичных газов и аэрозолей в атмосферу. Эти вещества могут содержать окси-

ды углерода, оксиды азота, окислы серы, формальдегид, диоксиды и другие вредные вещества. Эти газы и аэрозоли ухудшают качества воздуха в окружающей атмосфере и повышают риск возникновения проблем со здоровьем, особенно у жителей, находящихся в непосредственной близости с такими объектами.

Окислы серы, содержащиеся в газах, выделяющихся в результате горения резины, могут привести к выбросу серной кислоты, которая может оказаться опасной для окружающей среды и человеческого здоровья. Окислы азота выделяются из сожженной резины и других материалов, и они могут привести к образованию кислот и других вредных соединений в атмосфере.

Кроме того, при пожарах на предприятиях РТИ может выделяться частицы твердых веществ, которые могут попадать в атмосферу и вызывать загрязнение воздуха. Эти частицы могут попасть в лёгкие и вызвать проблемы с дыханием у людей, а также повлечь за собой технические проблемы, такие как загрязнение вентиляционных систем и оборудования, используемого для очистки воздуха.

После пожаров на предприятиях РТИ необходимо провести процедуру оценки ущерба. Этот процесс включает в себя очистку и восстановление сооружений, инфраструктуры, а также почвы и грунтовых вод. Также может быть необходимо установить средства и системы для предотвращения повторного возгорания.

### **Меры по недопущению возникновения пожаров на предприятиях РТИ**

В целях предотвращения возникновения пожаров на промышленных предприятиях необходимо принимать соответствующие меры и одной из таких мер является разработка и соблюдение на предприятии строгих правил по пожарной безопасности, которые включают контроль за системами канализации и отходами, электрическими системами, пожарной защитой и герметизацией материалов.

Также на предприятии должно быть достаточное количество средств пожаротушения, которые должны регулярно проверяться и обновляться. Работники должны проходить регулярное обучение по вопросам пожарной безопасности и оказанию первой помощи.

Техническое обслуживание оборудования и систем охраны труда также является очень важным, чтобы снизить риск возникновения пожара на предприятии.

На предприятиях РТИ должны неукоснительно соблюдаться меры по пожарной безопасности. Это поможет предотвратить возникновение пожаров и защитить жизни и здоровье работников. Кроме того, необходимо создавать эффективную систему контроля и мониторинга производственных процессов с целью выявления возможных рисков и разрабатывать компенсационные мероприятия по их локализации на ранней стадии.

Рекомендуется периодически проводить проверки и аудиты, включая расчеты пожарных рисков, с целью определения уровня комплексной социаль-

но-экономической оценки воздействия пожарных рисков [8]. Это необходимо для принятия управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения деструктивных событий, связанных с пожарами и их последствиями.

Дополнительными мерами могут быть установка систем раннего предупреждения пожара с использованием датчиков извещения о возгорании, а также использование автоматических систем сигнализации и пожаротушения на основе искусственного интеллекта.

В целом, использование современных технологий и систем безопасности может существенно улучшить уровень защиты на предприятиях по производству резинотехнических изделий и снизить вероятность возникновения пожаров и других аварийных ситуаций.

Выводы:

1. Для эффективного противодействия пожарам на производстве необходимо проводить профилактику пожаров, в том числе разрабатывая актуальные модели управления пожарными рисками, безопасно хранить материалы, использовать инновационные методы тушения горения и планировать защиту окружающей среды.

2. Регулярный обмен опытом и информацией между предприятиями, занимающимися производством и переработкой резины и подобных компонентов, необходим для совершенствования систем безопасности и принятия положительного опыта по обеспечению безопасности и ликвидации техногенных катастроф.

3. Комплексный подход к профилактике пожаров на предприятиях РТИ может снизить вероятность возникновения пожаров и способствовать сохранению материальных ценностей и безопасности работников.

4. Руководство и персонал предприятий несут ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности. Регулярные инспекции и аудиты помогают выявить и устранить нарушения в области пожарной безопасности и снизить риски, связанные с пожарами и их последствиями.

### **Список использованных источников**

1. Цветов, А.В., Иванов А.В. Исследование пожарной опасности технологии резинотехнической промышленности и методов разработки технических решений по обеспечению пожарной безопасности объекта. – 2021. – №12 (14). URL: <https://scilead.ru/article/208-issledovanie-pozharnoj-opasnosti-tekhnologii-r>

2. Большой справочник резинщика Часть2 Резины и резинотехнические изделия под редакцией д-ра техн. наук, проф. СВ. Резниченко и д-ра техн. наук, проф. ЮМ. Морозова Москва 000 «Издательский центр «Техинформ» Международной академии информатизации» 2012.

3. Терещев, В.В., Артемьев Н.С., Корольченко Д.А., Подгрушный А.В., В.И. Фомин, В.А. Грачев Промышленные здания и сооружения. Серия «Проти-

вопожарная защита и тушение пожаров». Книга 2. – Москва: Пожнаука, 2006. – 412 с.

4. Матиев, Р.Т. Пожарными рисками в регионах, муниципальных образованиях и в отдельных населённых пунктах на современном этапе развития человечества на основе методики расчета интегрального социально-экономического показателя пожарного риска / Р.Т. Матиев // Управление и экономика народного хозяйства России: сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 февраля 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 282-295. – EDN ZVZZWC.

5. Шапранко, Д.С. Экологически безопасные Ресурсосберегающие технологии переработки РТИ, применяемые в Кузбассе / Д. С. Шапранко, М. М. Базанов // Сборник материалов III Молодежного Экологического Форума, Кемерово, 06–08 октября 2015 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 85. – EDN VCRZOF.

6. Эколого-экономические аспекты переработки РТИ на основе современных технологий / А. В. Румянцева, Е. И. Румянцева, М. В. Березюк, И. С. Пелымская // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – №7-3(97). – С. 165-169. – DOI 10.23670/IRJ.2020.97.7.101. – EDN JCYZHS.

7. Печенникова, Е.В. Башкова В.В., Можаяев Е.Л., Ротова Е.Г. Бензол как канцерогенный загрязнитель воздуха (обзор) // Гигиена и санитария. – 1997. – №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/benzol-kak-kantserogennyy-zagryaznitel-vozduha-obzor> (дата обращения: 18.03.2023).

8. Матиев, Р.Т. Исследование пожарной опасности в регионах Северо-Кавказского федерального округа на основе методики расчетов интегрального социально-экономического показателя пожарного риска / Р. Т. Матиев // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 ноября 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 92-95. – EDN FBJYFH.

## **FEATURES OF THE MANIFESTATION OF FIRE RISKS AT ENTERPRISES PROCESSING RUBBER PRODUCTS**

**R.T. Matiev V.B. Teunaev**

*The Main Directorate of the EMERCOM of Russia  
for the Karachay-Cherkess Republic,  
Cherkessk, Russia*

The article discusses the features of fire risks arising at enterprises of rubber products, the procedure for extinguishing fires at such enterprises and the consequences for the environment in the event of fires at them. In addition, the article presents some recommendations for preventing the occurrence of fires at industrial facil-

ities and considers measures to reduce fire danger, as well as to minimize the negative consequences of man-made fires for the environment.

In general, the article will be of interest to specialists in the field of fire safety and ecology, managers of rubber processing enterprises and anyone interested in minimizing the risks of fires and their consequences for the environment.

**Keywords:** industrial complex, fires, rubber products, RTI, fires at enterprises, environmental impact, personnel protection, fire safety, risk minimization, recommendations

**УДК 656.7**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**Е.Д. Машарипов**

*Ульяновский институт гражданской авиации им. Б.П. Бугаева,  
г. Ульяновск, Россия*

В данной работе рассматриваются возможности сетевых технологий, которые позволяют обеспечить более высокую безопасность во всех сферах авиационной деятельности.

**Ключевые слова:** сетевые технологии, спутниковые системы

Авиация как высокотехнологичная сфера требует передовых технических внедрений для обеспечения как безопасности полета, ее экономической составляющей, а также упрощения взаимодействия между летными, наземными и смежными службами [1, 3].

Данная работа будет рассматривать вопросы применения сетевых технологий в трех направлениях: на борту воздушного судна, наземных служб и смежно связанных с авиационной отраслью служб.

С момента запуска, до момента завершения полёта непрерывно идёт взаимодействие с внешними источниками связи, такие как спутниковые системы [1, 7]. Самой важной спутниковой технологий является система спутниковой навигации. Постановление Правительства РФ от 25.08.2008 № 641 «Об оснащении транспортных средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» регулирует необходимость обязательного оснащения воздушных судов спутниковой навигацией.

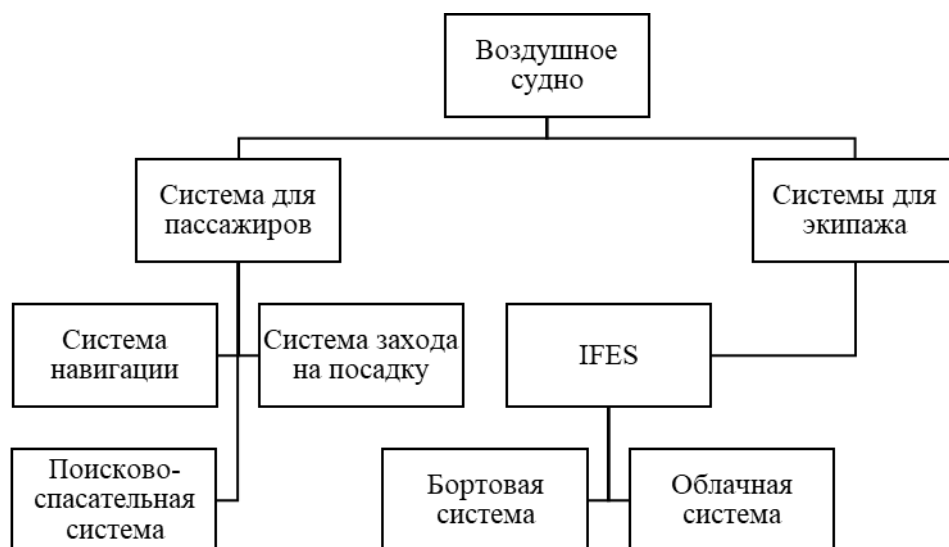


Рисунок 1 – Сетевые технологии в авиации.

В России разработана спутниковая система контроля местоположения (ССКМ) воздушных судов, которая включает в себя систему подвижной спутниковой связи «ИНМАРСАТ», ГЛОНАСС, GPS и Интернет сеть.

Авиационный терминал ССКМ включает в себя:

- Спутниковый приемопередатчик (совмещенного с ГЛОНАСС/GPS и антенной);
- Пульт с кнопкой тревожной сигнализации;
- Непосредственно сам пульт управления.

Терминал ССКМ обеспечивает:

- Определение местоположения, скорости, курса, высоты над уровнем моря ВС;
- Осуществление передачи сопутствующих параметров ВС на сервер;
- Речевой обмен;
- Наличие режима тревоги;
- Возможность обмена сообщениями;
- Использование ключа шифрования 256 бит.

Для обеспечения безопасного захода на посадку используется спутниковая система захода на посадку (GLS). Основная задача GLS – осуществить максимально точное определение местоположения ВС в пространстве, а также минимизировать возможные ошибки при всех внешних воздействиях на сигнал со спутников, который принимает ВС. Также GLS имеет возможность захода ВС на посадку даже в том случае, если традиционное аэропортовое оборудование находится в отключённом состоянии.

Система GLS характеризуется рядом преимуществ относительно её аналоговой системы ILS (instrument landing system) работающая по радиоканалам. Направляющий сигнал имеет гораздо меньше шума, так как нет изгибов луча, вызванных отражающими помехами. Также GLS характеризуется наличием дополнительных или улучшенных возможностей, которые ILS не может обеспечить. Например, GLS может предоставлять услуги по определению подхода на



несколько взлётно-посадочных полос (ВПП) через единый объект GBAS, оптимизировать использование ВПП за счёт уменьшения размера критических областей защиты для операций по подходу и взлётам по сравнению с теми, которые необходимы для ILS, предоставлять рекомендации по взлёту и посадке с помощью одного объекта GBAS [5].

IFEC (in-flight entertainment & connectivity) - это развлечения и связь в полете, использование спутниковых технологий для обеспечения широкополосного доступа на борту самолетов. Пассажирам доступна возможность использовать Интернет для личного пользования. Инфраструктуру современных систем сервисов IFEC можно разделить на две части: бортовую и облачную. Бортовая часть содержит спутниковое оборудование, серверное и оборудование точек доступа (рисунок 2). В общем случае, она отвечает за предоставление услуг IFEC.

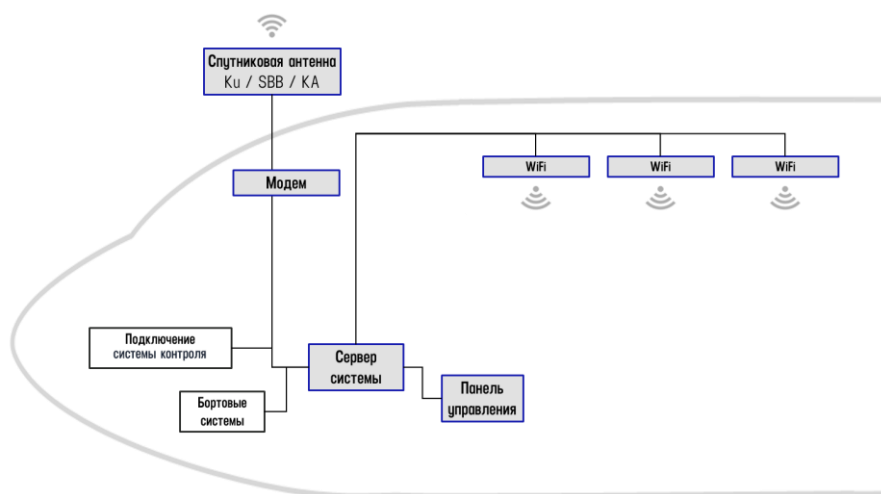


Рисунок 1 – Инфраструктура бортовой части IFEC

Облачный сервис является центром управления размещением различных новостей и обновлений, синхронизации промежуточных и конечных устройств, управление Интернет трафиком, осуществления транзакций, а также анализа и мониторинга авиапарка.

Совместная разработка поисково-спасательной системы Коспас-Сарсат предоставляет собой сервис получения аварийных сообщений и информации о местоположении морских, авиационных и наземных пользователей, находящихся в бедственной ситуации по всему миру. Система КОСПАС-САРСАТ постоянно работает на всемирно аварийной частоте 406 мГц, а также обеспечивает практически полное покрытие спутниками поверхности планеты. После получения аварийного сообщения сигнал ретранслируется на частоте 1500 мГц на землю. На данной частоте работают станции наземных центров слежения в разных странах, которые также синхронизированы между собой. В свою очередь станции передают информацию в ближайший координационный центр КОСПАС-САРСАТ, а далее в спасательные службы.

В отечественных аэропортах, таких как Домодедово и Шереметьево внедряется система распознавания лиц пассажиров. Данная модернизация предполагается установкой видеокамер на всех автоматизированных турникетах таможенного контроля, в зоне вылета международных рейсов и всех выхо-

дов на посадку. Преимуществом является дополнительное удобство пассажиров, ускорения предполётных процедур, а также повышение прибыли аэропортов. Но главным плюсом данной системы является полное отсутствие участия людей и необязательное предъявления паспорта. Благодаря распознаванию лиц пассажир идентифицируется только один раз, а дальше система все сделает за него. Также это помогает снизить риски возникновения прецедентов, связанных с поведением пассажиров.

Система распознавание лиц имеет перспективное будущее в осуществлении других задач, таких как регистрация на рейс и в дальнейшем персонализация услуг в салоне самолёта.

Резолюция Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) № 753, предписывает авиакомпаниям отслеживать багаж на всех стадиях осуществления перевозки: на стадии регистрации, погрузки на борт самолета, в пунктах пересадки и в аэропорту прибытия.

Для этого существует технология RFID – автоматический способ идентификации объектов, где посредством радиосигналов записываются все необходимые данные, которые хранятся в транспондерах. С помощью ПО пассажиры могут отследить свой багаж в реальном времени. Данная система имеет ряд преимуществ, таких как: непосредственно само отслеживание, упрощение отчетности, ускорение документооборота, сохранность багажа, сокращение числа задержек рейсов, сокращение эксплуатационных расходов, повышение производительности персонала и уменьшение ошибок по причине человеческого фактора. Российская компания «Микрон» (г. Зеленоград) достигла превосходство в данной технологии, запустив в серию сверхмалый чип, размером 0,19мм<sup>2</sup>.

С использованием сетевых технологий была разработана платформа, позволяющая грузовым авиаперевозчикам следить за состоянием фармацевтических продуктов во время полета. Когда самолет находится в воздухе, специальный модуль собирает данные о состоянии грузов. Затем эта информация через бортовой пограничный шлюз передается в наземную диспетчерскую платформу.

Сюда же входит отслеживание транспортировки домашних питомцев. Датчик с камерой и предустановленным приложением дают возможность наблюдать за его состоянием в режиме реального времени. В случае если животное подвергнется негативному воздействию, уведомление направляется хозяину питомца и авиакомпании осуществляющую перевозку.

Для людей с ограниченными возможностями разработали умное кресло-коляску. Роботизированное кресло самостоятельно передвигается при помощи двигателя и аккумулятора. Наличие сенсоров и система распознавания образов, помогают фиксировать препятствия на пути и свободно ориентироваться в пространстве. Управлять креслом можно через специальное приложение для смартфона. Благодаря данному нововведению люди с ограниченными возможностями смогут без проблем перемещаться по территории аэропорта. Для осуществления перевозки на кресле-коляске им понадобится только смартфон.

Следствием внедрения в деятельность гражданской авиации сетевых технологий будет повышение безопасности полетов, снижение воздействия нега-

тивных факторов на персонал и экономия расходов [4]. Рынок труда наполнится новыми востребованными вакансиями, будут разработаны новые программы подготовки специалистов во всех ключевых отраслях, а также уменьшится влияние импортного производства на отечественную авиационную сферу.

### **Список использованных источников**

1. Гарифуллина, Р.М., Измайлова Д.З., Нагина Э.И. Транспортные системы будущего и безопасность полетов. В сборнике: Экология и безопасность жизнедеятельности. Сборник статей XX Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2020. – С. 56-59.
2. Информационные технологии в гражданской авиации. Цифровая трансформация авиаотрасли.
3. Кулемин, Н.В., Измайлова Д.З. Технология блокчейн в авиации. В сборнике: Экология и безопасность жизнедеятельности. Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лукшина. Пенза, 2021. – С. 111-114.
4. Нечаева, О.А., Зубарева В.Н. Обеспечение защиты работников авиапредприятия от негативного воздействия производственных факторов. В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности. Материалы II Международной научно-практической конференции. – Петровская академия наук и искусств. – 2019. – С. 47-52.
5. Особенности инновационной системы навигации global landing system (gls) для обеспечения информации о местоположении, требуемой для подхода и посадки воздушных судов. Милашкина О.В., Алексеев Д.Э., Куклев Н.А.. - [Электронный ресурс] URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: ИТ\_в\_авиации.
6. Польза от Интернета вещей: где в авиации используют IoT-технологии? В двух частях. - [Электронный ресурс] URL: <https://iotconf.ru/ru/article/polza-ot-interneta-veshchey-gde-v-aviatsii-ispolzuyut-iot-tehnologii-chast-2-95216> © IOT conference.
6. Автоматический сигнал бедствия. - [Электронный ресурс] URL: <https://armystandard.ru/news/20191311618-PK41D.html>.
7. Система КОСПАС-САРСАТ. Принципы работы системы. - [Электронный ресурс] URL: <https://www.marsat.ru/cospas-system-organization>.

## **APPLICATION OF NETWORK TECHNOLOGIES TO ENSURE SAFETY IN CIVIL AVIATION**

**E.D. Masharipov**

*Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after B.P. Bugaev,  
Ulyanovsk, Russia*

In this article, the possibilities of network technologies that allow for higher security in all areas of aviation activity are considered.

**Keywords:** network technologies, satellite systems

## ВНЕДРЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПО УЛИЦЕ ОКРУЖНОЙ ГОРОДА ПЕНЗЫ

Е.В. Медведева, А.П. Жук

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье предложены рекомендации к внедрению оптимальных вариантов автоматизированных систем управления дорожным движением по улице Окружной города Пензы и описание их рабочего процесса.

**Ключевые слова:** транспорт, автомобильные дороги, безопасность, автоматизированные системы, дорожное движение

Улица Окружная способствует обеспечению связи между южной и северной частями города Пензы, что позволяет жителям добраться из одной точки города до другой с минимальными временными потерями. Проведя анализ интенсивности транспортных потоков, можно сделать вывод о том, что по данной улице протекают основные транспортные потоки, где помимо насыщенных потоков легковых и средних грузовых автомобилей, так же осуществляется движение транспортных средств для перевозки больших грузов с нагрузкой на ось больше 6 тонн.

На улице много проблемных участков, которые создают затруднения для перемещения транспорта (узкие места), а также наличие на дороге нерегулируемых пешеходных переходов и других объектов, оказывающих влияние на участников дорожного движения. Все это а, также большая интенсивности движения создает аварийность на дороге между транспортными средствами и пешеходами. Что в итоге приводит к ранениям, а тяжелых случаях заканчиваются летальным исходом.

Не совершенствование организации дорожного движения создает конфликтные точки, тех в местах, где появляются аварийные ситуации между участниками дорожного движения.

Снижение аварийности на перекрестках и нерегулируемых пешеходных переходах достигается за счёт внедрении автоматизированных систем управления дорожным движением. Перекрестки являются местами где, наиболее часто возникают дорожно-транспортные происшествия приводящие к возникновению пробок на дорогах.

Участок пересечения улиц Окружной и Кижеватова (рисунок 1) является наиболее аварийным, поэтому для её снижения необходимо подобрать наиболее рациональный метод внедрения автоматизированных систем управления дорожным движением.

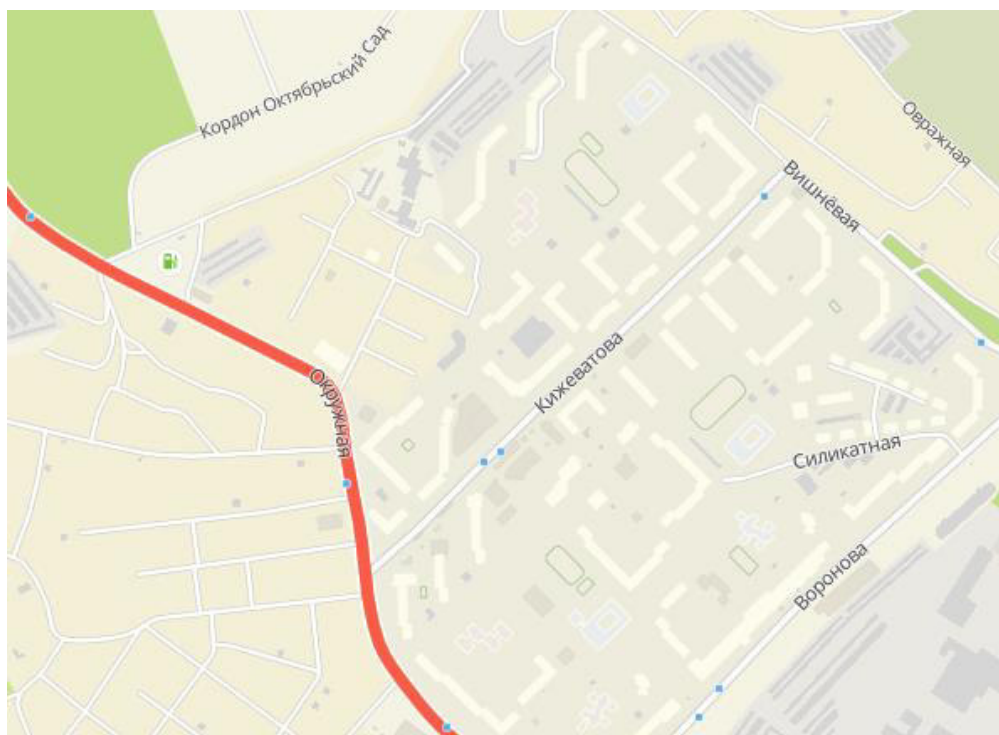


Рисунок 1 – Схема пересечения улиц Окружной и Кижеватова

Пешеходные переходы (рисунок 2,3) на выбранном перекрёстке являются нерегулируемыми, как и сам перекрёсток. На этом участке дороги водители довольно резко тормозят, чем создают опасную ситуацию, как для пешехода, так и для машин, движущихся сзади. А также данные пешеходные переходы признаны представителями ОНФ самыми опасными, так как ночью данная местность не освещается.

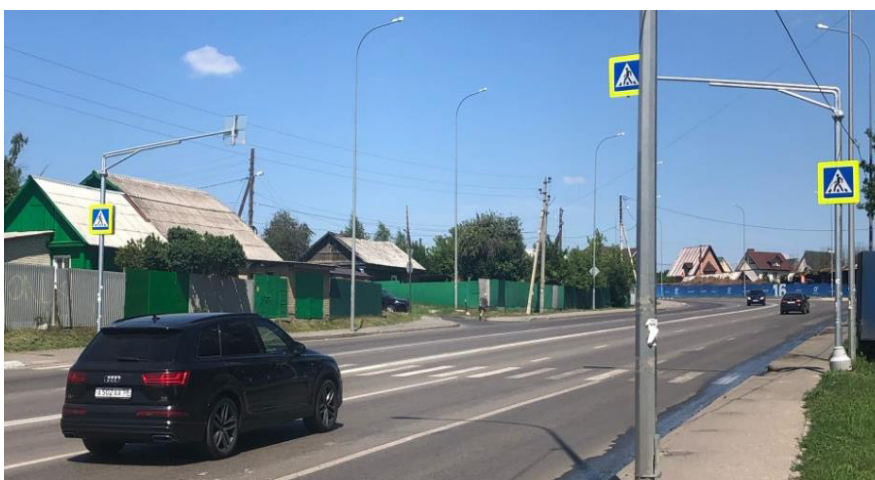


Рисунок 2

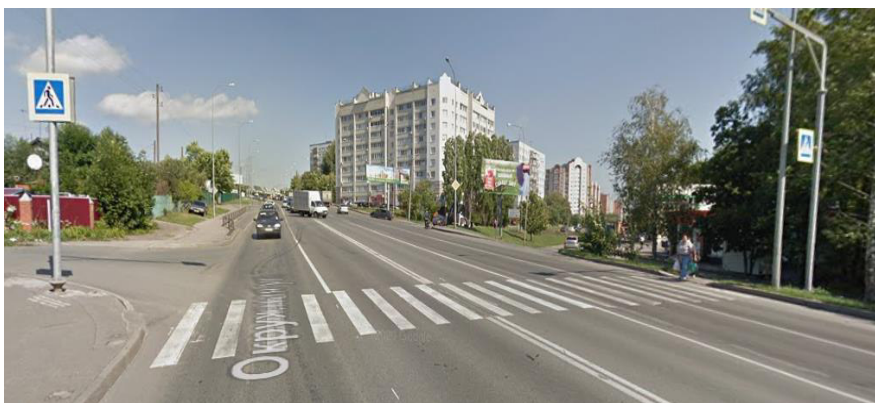


Рисунок 3

Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) – это совокупность программно-технических средств, систем и мероприятий, которые направлены на обеспечение безопасности дорожного движения, снижение вероятности транспортных задержек, а так же улучшение элементов улично-дорожной сети и улучшение экологической обстановки.

Для снижения аварийности данного участка улично-дорожной сети и устранения таких актуальных проблем, как задержки транспорта и опасность движения пешеходов, предлагается внедрение следующих автоматизированных систем управления:

1) Установка датчиков движения для пешеходов в ночное время суток – «умный» пешеходный переход (рисунок 4).

Данная система устанавливается на пешеходном переходе и фиксирует все события, происходящие на нём. В тот момент, когда пешеход подходит к пешеходному переходу включается система с заложенным программным продуктом, которая распознаёт объект «Пешеход», а так же с помощью датчиков считывает траекторию движения человека. Только в том случае, когда человек решает совершить переход, система включает в действие свои сигнальные элементы: информационное табло с надписью «Пропустите Пешехода» и прожекторы освещения участка пешеходного перехода, что дает водителю своевременно отреагировать, остановиться и избежать ДТП. Комплексно в этой системе, в круглосуточном режиме работают и светодиодные дорожные знаки. Так же в вечернее время включается геометрическое изображение дорожной разметки 1.14.1 «Зебра».

Сигнальные элементы системы настраиваются таким образом, чтобы человек смог спокойно перейти дорогу в любое время суток, а после перехода данная установка «понимает», что дорога свободна, и прерывает к режиму ожидания.



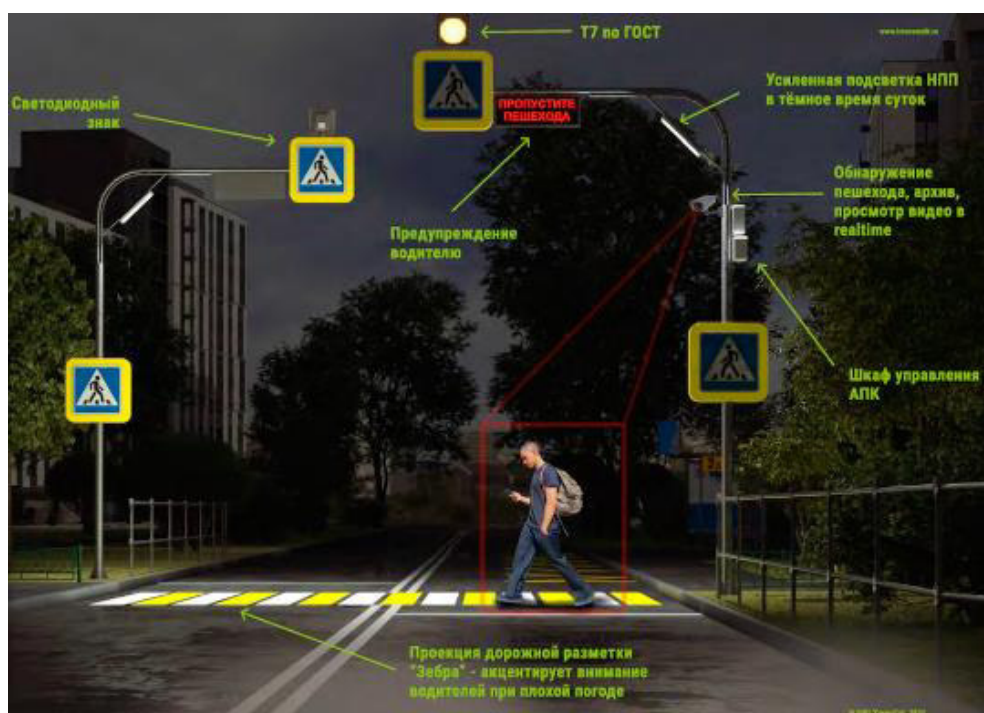


Рисунок 4 – Графическое изображение описания системы «умного пешеходного перехода»

Эффективность такой системы движения (по результатам исследований) представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Эффективность в процентном показателе системы датчиков движения для пешеходов

2) Установка автоматической системы управления рабочим процессом светофорного объекта

Основная цель объекта такого типа – снижение временных издержек для всех участников дорожного движения и постоянное усовершенствование работы светофора на основе собранных аналитических данных.

Этот элемент АСУДД автоматически управляет следующими параметрами:

- длительность работы фазы светофора.
- время длительности цикла по цветам сигналов.
- смещение максимального размера и длительности – параметр, используемый для управления светофорами, чтобы создать бесперебойную единую работу.

В состав каждой АСУДД входит– детектор транспорта, с устройством предназначенным для мониторинга и управления дорожным движением. В режиме настоящего времени он переносит на систему управления светофорными объектами полную информацию о интенсивности движения транспортными потоками. Сама система анализирует и систематизирует полученные информационные данные, и по заданным заранее алгоритмам максимизирует условия работы светофора и, соответственно, улучшает дорожную ситуацию.

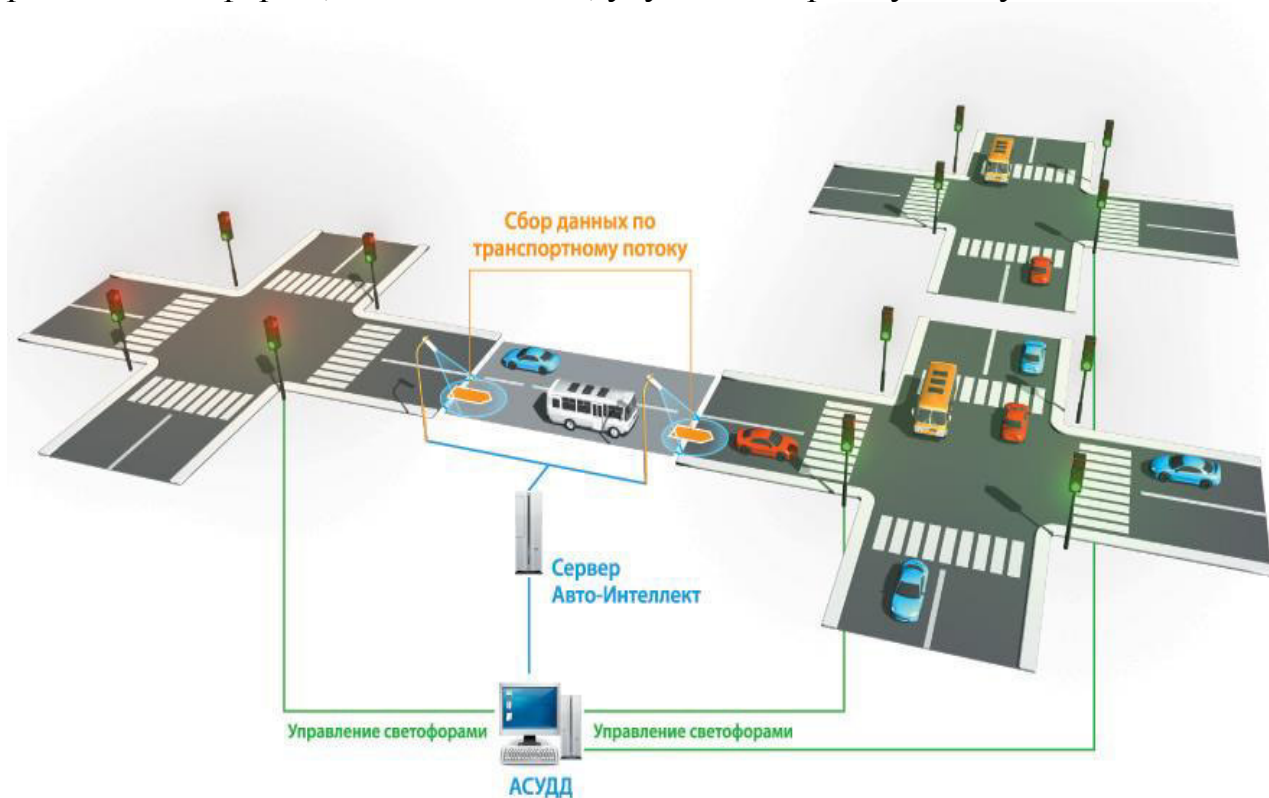


Рисунок 6 – Принцип действия автоматической системы управления работой светофоров

Таким образом, внедрение двух предложенных видов автоматизированных систем управления дорожным движением поможет устранить проблему задержки транспорта, снизить опасность движения пешеходов в темное время суток, а так же сократить аварийность на данном участке улично-дорожной сети.

### Список использованных источников

1. <https://specdoroga.ru/info/asudd-avtomatizirovannyye-sistemyi-upravleniya-dorozhnyim-dvizheniem>
2. <http://documents.penza-gorod.ru/download/documents/13.08.2019/1511/1511-3.pdf>
3. <https://nauchkor.ru/pubs/razrabotka-modeli-umnogo-peshehodnogo-perehoda-5f33fe41cd3d3e0001b7eaa6>



# INTRODUCTION OF OPTIMAL OPTIONS OF AUTOMATED TRAFFIC CONTROL SYSTEMS ON THE STREET OF THE DISTRICT CITY OF PENZA

E.V. Medvedeva, A.P. Zhuk

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article offers recommendations for the implementation of automated traffic control systems along the Okruzhnaya Street of Penza.

**Keywords:** transport, highways, safety, automated systems, road traffic

УДК 631.15.01

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ

С.И. Мехтиева, М.А. Миниахметов, Д.М. Ильясов

*Сибирский федеральный университет, институт нефти и газа,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассмотрены лазерные технологии, применяемые в медицине, представлены особенности применения, основные достоинства и противопоказания.

**Ключевые слова:** лазер, медицина, хирургия, операция, излучение

Еще совсем недавно, когда лазер только был изобретен, никто и предположить не мог, что он способен лечить или совершенствовать тело человека. А сейчас область применения «лазерного скальпеля» чрезвычайно широка. Его используют в микрохирургии глаза, в очистке артерий, в дерматологии, гинекологии, косметологии. С его помощью удаляют лишнее, болезненное и омолаживают кожу. При этом лазерное излучение безопасно и не несет тех негативных последствий, которых многие невольно начинают остерегаться при одном только слове «излучение». Ведь лазерное излучение - это всего лишь свет, видимый или невидимый человеческому глазу, который имеет конкретные и строго определенные физические параметры (поляризованность, когерентность, длину волны или диапазон длин волн, мощность и т.д.). Манипуляции с помощью лазера гораздо более точные и менее инвазивные, чем при использовании скальпеля, а восстановление тканей после процедуры происходит гораздо быстрее, чем после традиционного оперативного вмешательства. Нужно отметить, что глубина проникновения и воздействие на кожу лазерного луча - всего

1-5 мм, поэтому нет никакого опасного или онкогенного воздействия на внутренние органы.

Главный принцип лазерной терапии – направленное воздействие на одну проблемную зону. Световое излучение препятствует распространению заболевания, снимание боли, воспаление, укрепляет иммунитет, стимулирует кровообращение.

На современном этапе развития лазерной терапии важную роль играет расширение диапазона длин волн. Эта технология обеспечила стремительный прогресс в различных областях медицины. С помощью лазера лечат нарушения зрения, болезни суставов, остеохондроз. Лазеротерапия востребована в физиотерапии, хирургии, косметологии.

Особенности методики:

- во время процедуры инструмент не контактирует с тканями тела, что снижает риск инфицирования почти до нуля;
- разрезы – почти бескровные;
- лазер позволяет останавливать кровотечение из ран;
- излучение обладает стерилизующей способностью, благодаря чему профилируется инфицирование операционной зоны;
- аппарат можно регулировать, получая необходимые эффекты;
- местные ткани почти не затрагиваются.

Лазер используется в самых различных областях медицины: гинекологии, урологии, стоматологии, нейрохирургии, отоларингологии и др.

Еще один лечебный эффект основывается на способности больных клеток передавать здоровым информацию о своем состоянии. В результате здоровые клетки тоже заболевают. Лазерный луч может блокировать такую межклеточную передачу, и здоровые клетки не будут болеть.

Преимущества лазерной технологии в хирургии

Основные преимущества использования медицинского лазера в хирургии:

- минимальные риски осложнений;
- повышенная эффективность;
- бескровность;
- минимальный риск образования рубцов и шрамов;
- отсутствие интенсивных болевых ощущений;
- сокращение времени проведения вмешательства;
- отсутствие контакта инструмента с тканями;
- короткий послеоперационный период;
- минимальная кровоточивость либо полное отсутствие кровотечения во время операции;
- стерилизующее воздействие лазера;
- минимальная вероятность осложнений как во время операции, так и в периоде восстановления;
- минимальное воздействие на окружающие ткани;
- совместимость с лапароскопией и эндоскопией.

Только хирург, который будет проводить операцию, может точно определить показания и противопоказания к выполнению тех или иных манипуляций с использованием лазерного излучения. При этом учитывается как характер заболевания, так и общее состояние различных органов и систем пациента. Специальной подготовки больных к операции с применением лазера в неосложненных случаях не требуется. Однако при сопутствующих тяжелых патологиях нужна консультация и заключение основного лечащего врача, и при необходимости назначается индивидуальная подготовка (это могут быть транквилизаторы или седативные препараты, противоастматические средства и т.д.)

И все же, необходимо сказать о некоторых специфических противопоказаниях к использованию лазера. К ним относится ряд злокачественных образований кожи, большие доброкачественные (больше 2 см.) или новообразования невыясненной природы. Не стоит делать операцию при лихорадочных состояниях и болезнях нервной системы с повышенной возбудимостью, при повышенной чувствительности к инфракрасному излучению. Также относительными противопоказаниями могут быть сахарный диабет и нарушения свертываемости крови. Тем не менее, окончательное решение по поводу возможности или невозможности использования лазера должен принимать только врач.

При грамотном использовании, в руках опытных и квалифицированных докторов, которые правильно и целенаправленно управляют энергией лазера, процедуры с помощью современных лазерных систем безопасны для нуждающихся в применении данной технологии пациентов.

### **Список использованных источников**

1 Лазерные технологии в амбулаторной хирургии [Электронный ресурс]: клиника «Семейная». – Москва, 2022. – Режим доступа: <https://semeynaya.ru/stati/page/113-metody-lecheniya/1218-lazernye-tekhnologii>.

2 Лазерная хирургия [Электронный ресурс]: центр хирургии СМ-Клиника. – Санкт-Петербург, 2021. – режим доступа: <https://centr-hirurgii-spb.ru/articles/lazernaya-hirurgiya/>.

3 Лазеры в хирургии [Электронный ресурс]: научно-производственная фирма «АЛКОМ медика». – Санкт-Петербург, 2020. – Режим доступа: [http://www.alcommedica.ru/info/oblasti\\_medicini/dermatology/lazernaya\\_xirurgiya/lazeryi\\_v\\_xirurgii.html](http://www.alcommedica.ru/info/oblasti_medicini/dermatology/lazernaya_xirurgiya/lazeryi_v_xirurgii.html).

## **APPLICATION OF LASER TECHNOLOGIES IN MEDICINE**

**S.I. Mekhtieva, M.A. Miniakhmetova, D.M. Ilyasov**

*Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses laser technologies used in medicine, presents the features of application, the main advantages and contraindications.

**Keywords:** laser, medicine, surgery, operation, radiation

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ SIMMECHANICS ПАКЕТА SIMULINK

**Р.Р. Мельзитдинов, Ж.А. Молдогалыева, А.Ю. Муйземнек**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены последовательность и результаты проектирования системы автоматизированного управления механизмом с использованием библиотеки SimMechanics пакета Simulink программы MATLAB.

**Ключевые слова:** система автоматизированного управления, механизм, компьютерное моделирование, библиотека SimMechanics, программа MATLAB

Основной задачей теории автоматизированного управления является отыскание законов управления, обеспечивающих заданные динамические характеристики машины или механизма. Создание системы автоматизированного управления (САУ) является актуальной задачей.

Существует несколько подходов к проектированию САУ машин и механизмов. Наибольшее распространение нашли следующие подходы:

- использование ПИД-регуляторов, в состав которых входят пропорциональные (П), интегрирующие (И) и дифференцирующие (Д) звенья;
- использование модального управления с обратной связью в линейных динамических системах;
- использование программного управления подвижными объектами.

Важнейшей также является задача определения начальных условий линейной динамической системы для получения выходного сигнала с экстремальной энергией.

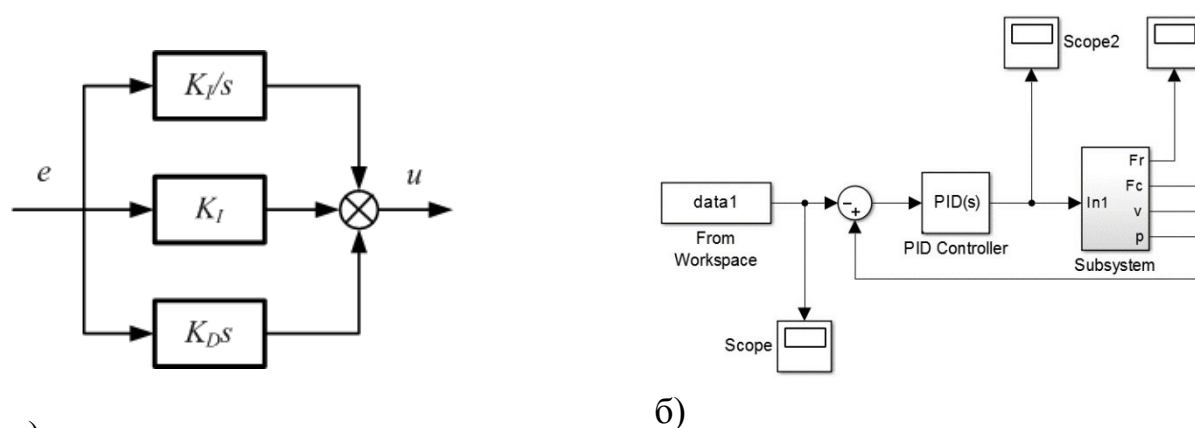
В работе проектирование САУ механизмом осуществляется с использованием ПИД-регулятора. В качестве объекта управления выбран механизм шепинга. Создание моделей простейших механизмов с использованием библиотеки SimMechanics Simulink рассмотрено в работах [1,2].

ПИД-регулятор представляет собой параллельное соединение пропорционального, интегрирующего и дифференцирующего звеньев, его передаточная функция выглядит следующим образом [3]:

$$W = \frac{K_D s^2 + K_P s + K_I}{s}, \quad (1)$$

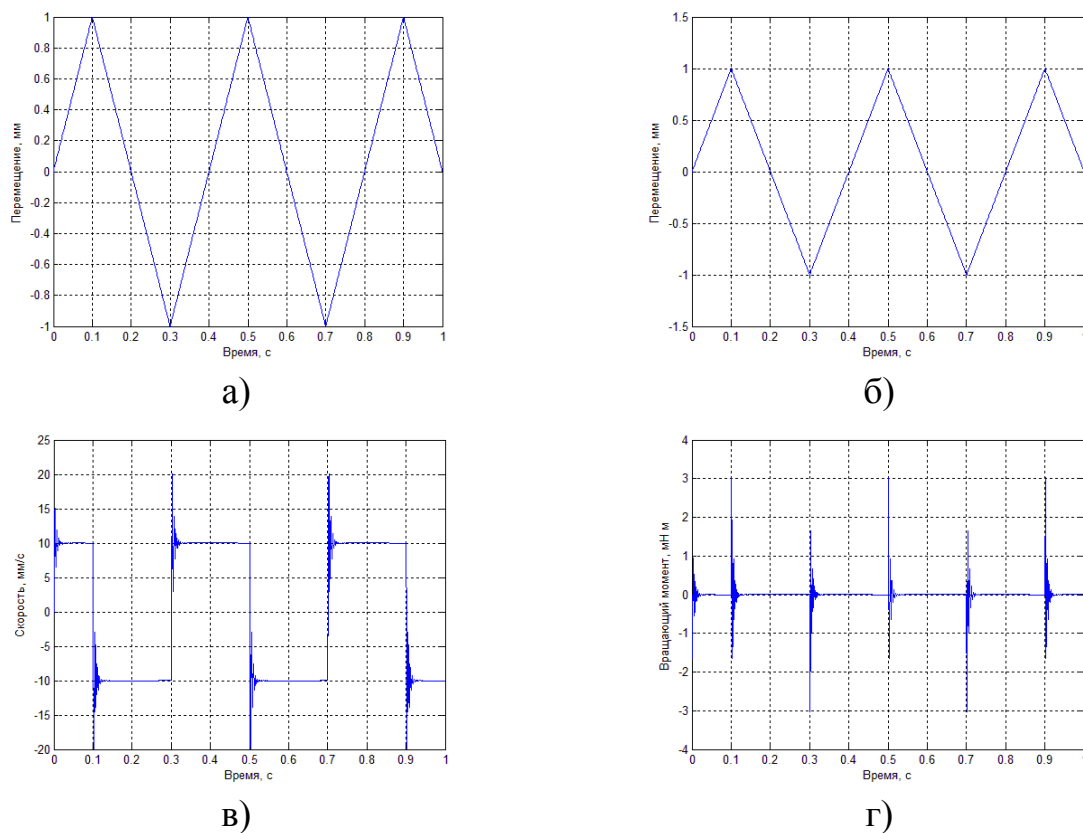
где  $K_P$  – пропорциональный коэффициент усиления;  $K_I$  – интегральный коэффициент усиления;  $K_D$  – дифференциальный коэффициент усиления.

Блочная схема ПИД-регулятора показана на рисунке 1а.



а)  
Рисунок 1 – Блочные схемы: а – ПИД-регулятора; б – САУ механизма

Рассмотрим САУ с единичной обратной связью [3], изображенную на рисунке 1б. Проектирование САУ заключается в определении параметров ПИД-регулятора, которые обеспечивают требуемое качество выходного сигнала. Выходным сигналом являлось перемещение ползуна механизма шепинга [4] по горизонтальной плоскости. График зависимости требуемого сигнала от времени показан на рисунке 2а. Этот же сигнал являлся входным.



а)  
Рисунок 2– Графики сигналов: а – входного; б – выходного;  
в – скорости движения ползуна; г – вращающего момента

Методом подбора были определены параметры ПИД-регулятора, которые обеспечивают лучшее качество выходного сигнала: пропорциональный коэффициент усиления  $K_p = 0,05$ ; интегральный коэффициент усиления  $K_i = -0,6$ ; дифференциальный коэффициент усиления  $K_d = 0,1$ .

Результаты компьютерного моделирования движения механизма показаны на рисунке 2. Сопоставление графика полученного в результате компьютерного моделирования выходного сигнала (см. рисунок 2б) с графиком требуемого сигнала (см. рисунок 2а) свидетельствует об удовлетворительном качестве САУ. Однако, для устранения колебательных процессов, наблюдаемых при изменении направления движения ползуна (см. рисунки 2в и 2г), требуется дальнейшее совершенствование системы управления.

Таким образом, в ходе выполнения работы создана компьютерная модель САУ механизмом шепинга, выполнена оценка ее качества.

### **Список использованных источников**

1. Карташова, Е.Д., Желудкова А.А., Абаренчева Д.Н., Муйземнек А.Ю. Динамика асимметрического волчка // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей VI Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием. Под общей редакцией В.В. Салмина. – Пенза, 2020. – С.60–62.

2. Карелина, С.А., Акимова А.А., Муйземнек А.Ю. Критерии адекватности блочных диаграмм механизмов, построенных с использованием библиотеки SimMechanics пакета Simulink // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. – Пенза, 2022. – С. 96-99.

3. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

4. Артоболевский, И.И. Механизмы в современной технике. Справочное пособие. В 7 томах. Т. I: Элементы механизмов. Простейшие рычажные и шарнирно-рычажные механизмы. – 2-е изд., переработанное. – М.; «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 496 с.

### **DESIGN OF A MECHANISM AUTOMATED CONTROL SYSTEM USING THE SimMechanics LIBRARY OF THE SIMULINK PACKAGE**

**R.R. Melzitdinov, Zh.A. Moldogalyeva, A.Y. Muiyzemnek**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article considers the sequence and results of designing an automated control system for a mechanism using the SimMechanics library of the Simulink package of the MATLAB program.

**Keywords:** automated control system, mechanism, computer simulation, SimMechanics library, MATLAB program

## К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ РУКОВОДИТЕЛЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

И.И. Мулюков, А.С. Ишмеева

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В статье рассматривается тема основы подготовки руководителей ответственных за пожарную безопасность, а также их обязанности. Раскрывается вопрос, как осуществляется процесс обеспечения пожарной безопасности учреждения. Представлен пример пожаров дошкольных учреждений и какие меры необходимо произвести, чтобы снизить количество пожаров на данных объектах защиты.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, причины пожаров, пожарная опасность, пожар, ответственный, меры, сигнализация, эвакуация, ущерб

Подготовка руководителей ответственных на пожарную безопасность какого-либо учреждения является главной задачей, стоящей перед директором учреждения. Обладание специальных знаний по обеспечению пожарной безопасности позволит привести к минимальным материальным потерям объекта защиты, а также жизни и здоровью рабочего персонала и гражданского населения. Тем самым выбранная тема является весьма актуальной и требует рассмотрения. Пожар – это неконтролируемое горение, которое трудно поддается к самозатуханию и зависит от пожарной нагрузки, расположенной на данном объекте защиты.

Пожарная безопасность – это одна из ключевых обязанностей любой организации, включая предприятия, школы, государственные учреждения и т.д. В случае возникновения пожара, недостаточная подготовка и невнимательность могут привести к серьезным последствиям, включая потерю жизней и разрушение имущества. В этой статье мы рассмотрим вопрос подготовки ответственного за пожарную безопасность в организации.

Для примера рассмотрим количество пожаров и материальный ущерб от последствий пожаров в дошкольных образовательных учреждениях. Статистика основных показателей обстановки с пожарами в зданиях учебно-воспитательного назначения за 2019-2021 годы представлены на рисунках 1 и 2.

Как видно из рисунка 1 пожары на данных объектах хаотично увеличиваются [1].

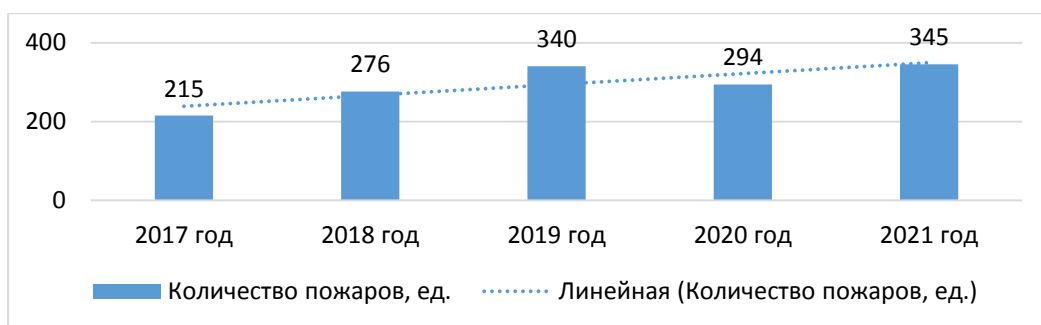


Рисунок 1 – Количество пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения

На рисунке 2 представлен материальный ущерб от пожаров в дошкольных учреждениях. Как видно, пожары на данных объектах приносят огромный ущерб государству.

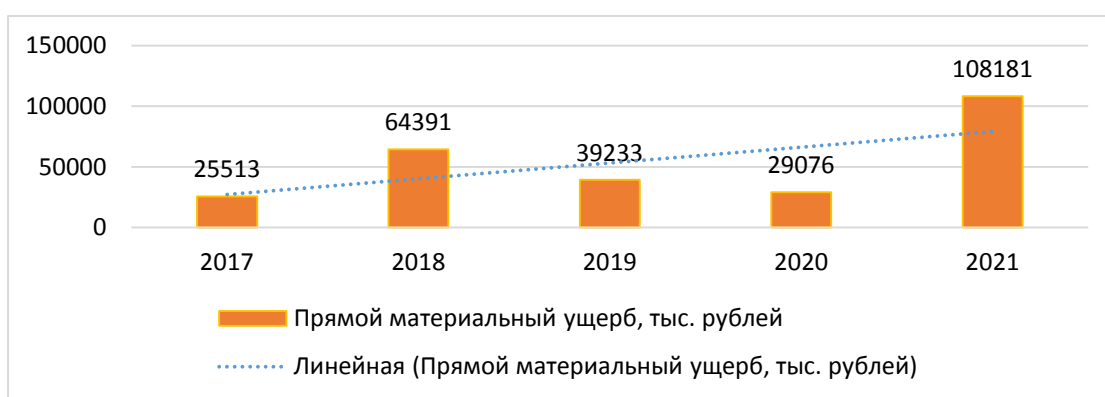


Рисунок 2 – Прямой материальный ущерб

При анализе представленных примеров следует сделать вывод, что у руководителя по пожарной безопасности на данных объектах очень большая ответственность по недопущению пожаров и ущерба от них.

В обязанности руководителя ответственного за пожарную безопасность входят такие обязанности как составление планов эвакуации, проверка знаний сотрудников на предмет своевременной эвакуации гражданского населения из учреждения.

Алгоритм для подготовки ответственного за пожарную безопасность:

1. **Определение необходимых квалификаций.** Ответственный за пожарную безопасность должен обладать определенными знаниями и навыками, чтобы эффективно выполнять свои обязанности. Он должен быть знаком с основами пожарной безопасности, включая предотвращение пожаров, обнаружение пожаров, эвакуацию людей и тушение пожаров. Он также должен знать, как работать с пожарным оборудованием и иметь опыт проведения пожарных учений.

2. **Обучение.** Ответственный за пожарную безопасность должен пройти обучение, чтобы приобрести необходимые знания и навыки. Обучение может



проводиться в организации или в специализированных учебных заведениях. Курс обучения должен включать не только теоретические сведения, но и практические навыки, такие как управление пожарным оборудованием и проведение пожарных учений.

3. Подготовка плана пожарной безопасности. Ответственный за пожарную безопасность должен иметь хорошее понимание особенностей организации и рисков, связанных с пожарами. Он должен разработать и реализовать план пожарной безопасности, который определяет процедуры предотвращения пожаров, обнаружения пожаров, эвакуации людей и тушения пожаров. План должен быть периодически обновляться и практиковаться с персоналом организации.

4. Сотрудничество с пожарными службами. Ответственный за пожарную безопасность должен сотрудничать с местными пожарными службами и включать их в известность.

На одно из основных противопожарных мероприятий, на которую необходимо обращать внимание руководителю ответственному за пожарную безопасность, это автоматические установки пожарной сигнализации.

Автоматическая установка пожарной сигнализации представляет собой датчик, устанавливаемый зачастую на потолочное перекрытие с целью обнаружения очага возгорания. Данные установки различаются на два вида, адресные и неадресные. Первый тип имеет значительное превосходство по сравнению со вторым, а именно, точное обнаружение места возгорания, в точности до места в каком-либо помещении. В то время как неадресные, лишь указывают на факт того, что в данном объекте произошло возгорание. Должное обращение за автоматическими установками пожарной сигнализации позволит в случае пожара, своевременно оповестить рабочий персонал и находящихся внутри учреждения людей и возгорании. А сработка адресной системы пожарной сигнализации, позволит своевременно локализовать и ликвидировать пожар подручными средствами пожаротушения, рабочим персоналом. Первичные средства пожаротушения представляют собой набор средств и оборудования, с помощью которых рабочий персонал и иные люди без особых знаний использовать их для тушения. Руководитель обязан производить установку их и бережное отношение к ним. Указывать на планах эвакуации о местах их расположения.

Руководитель и ответственные за пожарную безопасность обязаны также производить профилактические мероприятия с рабочим персоналом, а именно производить учебные тревоги, данный процесс позволит произвести оценку качества деятельности ответственных на пожарную безопасность. Проверку руководства учреждения и ответственных за пожарную безопасность производят сотрудники государственной противопожарной службы – инспектора. Данные подразделения МЧС проверяют не только проверку документальных соответствий, а также проверка установка противопожарных оборудования и их работоспособность.

Ответственный за пожарную безопасность решает множество вопросов, связанных с предотвращением, обнаружением и управлением пожарами. Ниже

перечислены некоторые из наиболее важных вопросов, которые он решает: планирование и проведение мероприятий по пожарной безопасности в организации; оценка рисков возникновения пожара в зданиях и на территории организации; обеспечение соответствия организации пожарной безопасности нормам и требованиям законодательства; организация обучения персонала мерам пожарной безопасности и проведение пожарных учений; обслуживание и обновление пожарной техники и оборудования; координация действий при возникновении пожара, включая эвакуацию людей и тушение пожара; взаимодействие с местными пожарными службами и другими организациями по вопросам пожарной безопасности. Ответственный за пожарную безопасность также должен следить за общей культурой безопасности в организации и стимулировать работу персонала в направлении предотвращения пожаров и других аварийных ситуаций.

Рассматривая пример пожаров в дошкольных учреждениях, представленные выше по тексту, необходимо сотрудникам государственной противопожарной службы производить внеплановые проверки, данная терапия позволит снизить риск возникновения пожаров, а в случае его возникновения, необходимые противопожарные меры должны снизить риск ущерба как материального, так и опасности здоровью и жизни гражданского населения.

Таким образом можно сделать из выше представленной информации, что пожары несут огромную опасность своими последствиями. Для осуществления пожарной безопасности руководство учреждений назначает ответственных за пожарную безопасность. В их обязанности входит обеспечение пожарной безопасности учреждения и гражданского населения, находящихся внутри.

### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Харисова З.И., Ишмеева А.С., Саитова К.А. Об алгоритмах расследования пожаров на объектах нефтяной промышленности // Закон и право. – 2022. – № 7. – С. 132-135.
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48.
3. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
4. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
5. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.
6. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы

обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.

7. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. № 8.

8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К., Ишмеева А.С., Елизарьев А.Н., Губайдуллина И.Н. // Fire process – расследование пожаров // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022660543, 06.06.2022. Заявка № 2022619900 от 27.05.2022.

## **ON THE TRAINING OF THE MANAGER RESPONSIBLE FOR FIRE SAFETY**

**I.I. Mulyukov, A.S. Ishmееva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article deals with the topic of basics of training the heads responsible for fire safety, as well as their duties. The question of how the process of ensuring the fire safety of the institution is carried out is disclosed. The example of fires in pre-schools is presented, and what measures should be taken in order to reduce the number of fires in these objects of protection.

**Keywords:** fire safety, causes of fires, fire hazard, fire, responsible person, measures, alarms, evacuation, damage

**УДК 614.842**

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОЕКТИРУЕМЫХ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ**

**И.И. Мулюков, А.С. Ишмеева**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В данной статье рассматриваются методы повышения пожарной безопасности строительных конструкций. Приводятся примеры различных материалов и технологий, которые используются для увеличения огнестойкости строительных конструкций. Производится сравнительный анализ эффективности различ-

ных методов повышения пожарной безопасности, а также рассматриваются их достоинства и недостатки.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, строительные конструкции, пожар, ущерб, методы, способы, оценка, требования пожарной безопасности, воздействие, Оценка регулирующего воздействия нормативных требований

Пожарная безопасность является одним из важнейших аспектов при проектировании и строительстве зданий и сооружений [1]. Пожары – это одна из самых опасных и разрушительных бедствий, которые могут произойти в любом здании или сооружении. В случае пожара может спасти жизни и имущество, а также уменьшить материальные потери. В данной статье мы рассмотрим различные методы повышения пожарной безопасности строительных конструкций.

1. Применение огнезащитных материалов – это метод, при котором поверхности строительных конструкций покрываются специальными материалами, увеличивающими их огнестойкость. Огнезащитные материалы могут быть нанесены на металлические или деревянные конструкции, а также на каменные и железобетонные поверхности. Этот метод является одним из наиболее распространенных при повышении пожарной безопасности зданий и сооружений.

Применение огнезащитных материалов позволяет увеличить безопасность жилых и коммерческих зданий, а также инфраструктурных объектов, таких как туннели, мосты, транспортные узлы и др. Они уменьшают риск возникновения пожара, задерживают распространение огня, что дает дополнительное время для эвакуации людей и возможности проведения спасательных операций [2].

Огнезащитные материалы бывают разных типов и применяются в зависимости от конструктивных особенностей зданий и сооружений, требований к их огнестойкости и других факторов. Например, могут быть использованы огнезащитные краски, штукатурки, пены, клеи, покрытия и др.

Одним из примеров применения огнезащитных материалов является покрытие стальных конструкций специальными материалами, которые предотвращают нагревание и обеспечивают сохранение их несущей способности в течение определенного времени при пожаре. Также, на элементы деревянных конструкций могут наноситься огнезащитные краски или штукатурки, которые увеличивают их огнестойкость.

В целом, использование огнезащитных материалов на строительных конструкциях является необходимым и эффективным способом обеспечения безопасности людей и сохранения имущества при возможных пожарах.

Конструктивная защита – это метод, при котором строительные конструкции проектируются и строятся с использованием материалов, которые имеют высокую огнестойкость. Конструктивная защита может включать в себя использование специальных стали, бетона или кирпича. Этот метод позволяет создать здания и сооружения, которые могут выдерживать высокие температу-

ры, а также предотвращать распространение пламени на другие части конструкций [3].

Некоторые методы конструктивной защиты зданий от пожаров включают в себя:

- Разделение здания на отдельные зоны. Это может быть достигнуто путем использования огнестойких перегородок и стен, которые разделяют здание на отдельные зоны, уменьшая тем самым возможность распространения огня.

- Использование огнестойких материалов. Огнестойкие материалы, такие как огнезащитные краски и покрытия, а также огнестойкие изоляционные материалы, могут существенно уменьшить скорость распространения огня по зданию.

- Использование огнестойких окон и дверей. Огнестойкие окна и двери могут помочь предотвратить распространение огня через открытые проемы.

- Использование огнестойких крыш и перекрытий. Огнестойкие крыши и перекрытия могут помочь предотвратить распространение огня сверху.

- Использование автоматических систем пожаротушения. Автоматические системы пожаротушения, такие как пожарные спринклеры и дымовые клапаны, могут помочь быстро потушить пожар и остановить его распространение.

- Использование систем вентиляции и дымоудаления. Системы вентиляции и дымоудаления могут помочь уменьшить количество дыма в здании и повысить безопасность для эвакуации людей [4].

В целом, конструктивная защита зданий от пожаров должна учитывать все возможные риски и включать меры, которые позволяют быстро обнаружить и потушить пожар, а также обеспечить безопасность для эвакуации людей.

Организация систем пожаротушения – это метод, при котором здания и сооружения оснащаются специальными системами пожаротушения. Такие системы могут включать в себя установку автоматических пожарных извещателей, огнетушителей, системы пожарной сигнализации, а также системы автоматического пожаротушения, такие как системы дренажа. Этот метод позволяет обеспечить быстрое обнаружение и тушение пожара, что существенно снижает риск возгорания [5].

Использование негорючих материалов – это метод, при котором при строительстве зданий и сооружений используются материалы, которые не горят. Негорючие материалы могут включать в себя стекло, металл, камень, асбестоцементные плиты и т.д. Использование таких материалов позволяет снизить вероятность возникновения пожара [6].

В качестве оценки зданий и сооружений требованиям пожарной безопасности производится оценка воздействия нормативным требованиям. Оценка регулирующего воздействия нормативных требований – это системный и научный подход к анализу и оценке возможных последствий принятия новых нормативных актов и изменений в существующих законах и правилах, которые мо-

гут оказать регулирующее воздействие на экономику, общество и окружающую среду которое проводится с целью определения экономических, социальных и экологических последствий принимаемых регулирующих мер и прогнозирования возможных эффектов на различные сферы жизнедеятельности граждан и бизнеса.

В России проведение оценки регулирующего воздействия нормативных требований является обязательным для всех проектов нормативных актов и изменений в действующих законах и правилах, которые могут оказывать существенное регулирующее воздействие. Проводится как на федеральном, так и на региональном уровнях:

1. Оценка необходимости принятия нормативного акта или изменения действующего закона или правила.

2. Оценка возможных последствий принятия нормативного акта или изменения действующего закона или правила на экономику, общество и окружающую среду.

3. Оценка альтернативных вариантов принимаемых регулирующих мер и их возможных последствий.

4. Разработка предложений по оптимизации регулирующих мер и минимизации их негативного воздействия.

5. Проведение публичных консультаций и общественных слушаний для получения обратной связи и сбора мнения заинтересованных сторон [5,6].

Оценка регулирующего воздействия является важным инструментом в формировании эффективной регулирующей политики в России. Она позволяет прогнозировать возможные последствия принимаемых решений и минимизировать негативное воздействие на экономику, общество и окружающую среду.

Пожарная безопасность строительных конструкций является важной проблемой, которая требует участия государства, бизнеса и общества в целом. Нормативные требования и правила, которые регулируют строительство зданий и сооружений, являются ключевым инструментом обеспечения пожарной безопасности [7].

Однако, принятие новых нормативных требований может оказать регулирующее воздействие на различные сферы жизнедеятельности граждан и бизнеса. Поэтому, необходимо проводить оценку регулирующего воздействия нормативных требований для определения их экономических, социальных и экологических последствий на общество и окружающую среду.

Проведение оценки регулирующего воздействия нормативным требованиям, связанных с пожарной безопасностью, является особенно важным, поскольку они могут повлиять на проектирование и строительство зданий и сооружений [8]. Позволяет прогнозировать возможные последствия принимаемых решений и минимизировать негативное воздействие на экономику, общество и окружающую среду.

Таким образом, оценка регулирующего воздействия нормативных требований является необходимой составляющей пожарной безопасности строительных конструкций. Она позволяет сбалансировать интересы различных сторон и

сформировать эффективную регулируемую политику, которая обеспечивает безопасность людей и сохранность имущества в случае возникновения пожара.

### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
2. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
3. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. - 2022. – № 9. – С. 41-43.
4. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.
5. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафигов А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.
6. Харисова, З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. – С. 305-308.
7. Семёнов, С.И., Аксенов С.Г. Анализ обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности // Студенческий форум. – 2021. – № 33 (169). – С. 51-54.
8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **FIRE SAFETY OF STRUCTURAL SOLUTIONS OF THE DESIGNED AND RECONSTRUCTED BUILDINGS**

**I.I. Mullukov, A.S. Ishmееva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

In this article the methods of increasing the fire safety of building constructions are considered. Examples of different materials and technologies that are used to increase the fire resistance of building structures are given. A comparative analysis

of the effectiveness of various methods of increasing fire safety is made, and their advantages and disadvantages are discussed.

**Keywords:** fire safety, building structures, fire, damage, methods, methods, evaluation, fire safety requirements, impact, Regulatory impact assessment of regulatory requirements

УДК 656.13

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕЗДА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ

Ю.Ю. Накашидзе, Д.С. Богомолов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье предложен комплекс внедрения технических средств и улучшения мер административного и уголовного воздействия на участников дорожного движения с целью повышения безопасности проезда железнодорожных переездов.

**Ключевые слова:** железнодорожный переезд, безопасность

Железнодорожный транспорт – один из главных видов транспорта как в России, так и во всём мире. Ежегодно по железной дороге перевозят миллионы тонн различных грузов и миллионы пассажиров. Согласно статистике международных исследований железнодорожный транспорт является вторым по безопасности, пропуская вперёд гражданскую авиацию. Однако будучи довольно безопасным для пассажиров поездов, железнодорожные составы несут огромную опасность окружающей среде в целом, и другим видам транспорта в частности. Наибольший риск дорожно-транспортных происшествий имеют железнодорожные переезды.

Железнодорожный переезд согласно правилам дорожного движения – пересечение автомобильных дорог и железнодорожных путей в одном уровне [1]. Переезды делятся на регулируемые и нерегулируемые. Регулируемый переезд имеет переездную сигнализацию, оповещающую о приближении поезда и (или) дежурного работника, а также шлагбаумы, устройства ручного заграждения и дорожные знаки обозначающие переезд и приближение к нему, а также сигнальные столбики. Нерегулируемые переезды оборудуются только дорожными знаками и столбиками. Аналогичное оборудование переездов в Европе.



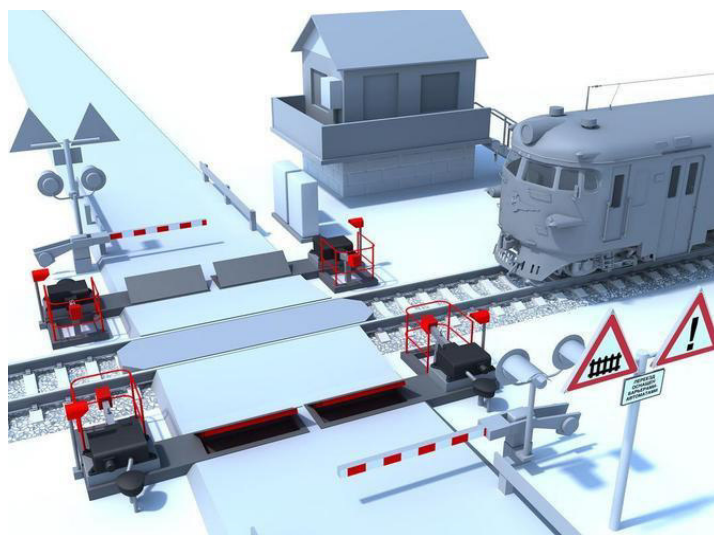


Рисунок 1 – Техническое оборудование железнодорожного переезда

Регулируемые переезды (рис. 1) оборудуются дорожными знаками 1.1 «Ж/Д переезд со шлагбаумом», зданием дежурного по переезду, переездными светофорами с двумя красными сигналами (ПДД допускает использование лунно-белого сигнала, информирующего водителей о том, что переезд регулируется и свободен), шлагбаумами, которые должны быть покрашены в бело-красные полосы для лучшей видимости, сигнальными (направляющими) столбиками, устройствами заграждения переездов (УЗП), представляющими собой подъемные плиты, которые физически преграждают путь для выезда автомобилей на закрытый переезд, а также заградительными светофорами, информирующими машиниста поезда о препятствии на переезде и требующими незамедлительного принятия мер для остановки [2].

Согласно правилам дорожного движения водитель ТС перед пересечением переезда независимо от наличия сигналов должен убедиться об отсутствии приближающегося поезда, запрещающих сигналов светофоров и дежурного, а также закрытого шлагбаума. При закрытом проезде переезда водитель должен остановиться у стоп-линии, либо на расстоянии 5 метров от шлагбаума, а при его отсутствии – не ближе 10 метров от ближайшего рельса. Пересекать переезд разрешается только при отсутствии запрещающих сигналов и после того как водитель убедится в отсутствии приближающегося поезда [1]. Зачастую из-за особенностей железнодорожной автоматики переезд закрывается задолго до прохода поезда и открывается через значительное время. Это приводит к тому, что водители не дожидаются отключения переездной сигнализации и поднятия шлагбаума и сознательно нарушают ПДД, выезжая на переезд. Поезд, даже состоящий из одного локомотива, имеет больший вес по сравнению с автомобилями, поэтому тормозной путь сравнимо больше, что приводит зачастую к столкновениям и гибели людей.

Согласно данным сайта ГИБДД МВД РФ за 4 года, начиная с «доковидного» 2019 года, количество ДТП связанных со столкновениями автомобилей и поездов практически остаётся на одном уровне [3]. Несмотря на малое улучшение

ние ситуации в вопросе количества дорожно-транспортных происшествий, не меняется уровень погибших в таких авариях. Даже ограничения, связанные с COVID-19 в 2020 году не повлияли значительно на уровень смертности в подобных ДТП. Незначительное уменьшение количества раненных говорит о том, что применение современных средств и действий, направленных на профилактику аварий на ж/д переездах недостаточно либо неэффективно.

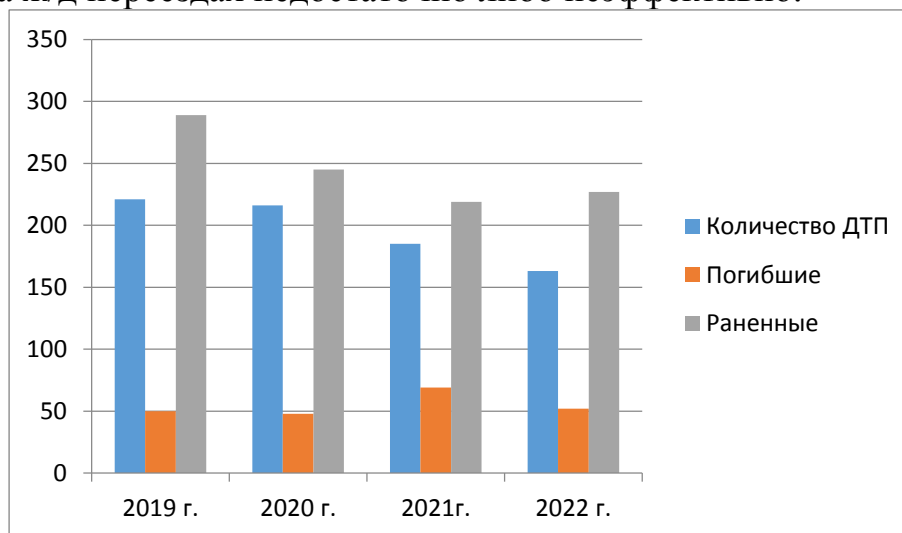


Рисунок 2 – Статистика ДТП при проезде железнодорожных переездов

Основными причинами ДТП на переездах можно назвать следующие:

- техническое состояние автотранспортных средств;
- техническое состояние дорожного полотна на железнодорожном переезде;
- отсутствие у водителей должного понимания об опасности пересечения переездов;
- как следствие, пренебрежение правилами дорожного движения, которое приводит к потенциальной опасности не только для водителя и пассажиров, управляемого транспортного средства, но и другим участникам дорожного движения, локомотивной бригаде и пассажирам (в случае аварии с пассажирским поездом).

В настоящее время ответственность за нарушение правил проезда переездов в российском законодательстве регулируются статьями 12.10 КоАП РФ (нарушение правил проезда железнодорожных переездов) и 264 УК РФ (Нарушение правил дорожного движения и эксплуатации транспортных средств). Законом предполагаются такие меры наказания как административные – штраф до 5000 рублей или лишение права управления от трёх до шести месяцев (при повторном нарушении – до одного года), так и уголовные – до пяти (при причинении тяжкого вреда здоровью или смерти). На мой взгляд такие меры воздействия недостаточны, так как водитель автомобиля, предварительно зная степень опасности, которую несет железнодорожный транспорт (согласно Законам РФ железнодорожный транспорт в силу особенностей работы признан

источником повышенной опасности), умышленно подвергает опасности себя и окружающих. Считаю, что за нарушения ПДД на ж/д переездах стоит ужесточить ответственность, убрав из статьи 12.10 КоАП РФ штраф как административное наказание, введя за нарушение правил проезда лишение права управления со сроками, увеличенными относительно существующих. В случае внесения изменений в уголовное законодательство, выезд на закрытый переезд стоит принимать как умышленную попытку причинения вреда здоровью или смерти окружающим.

Касательно технических средств предупреждения выезда автомобилей на переезд, необходимо оборудовать объекты противотаранными шлагбаумами, способными выдержать воздействие крупнотоннажных транспортных средств.



Рисунок 3 – Противотаранный шлагбаум

Для своевременного освобождения переезда от транспортных средств, которые по своему техническому состоянию не способны покинуть пути можно предусмотреть установку лебёдок для принудительного вытягивания транспортного средства.



Рисунок 4 – Лебедка

Безопасность пересечения переездов – одна из самых актуальных тем в области транспорта. Технические усовершенствования как автомобильного, так и железнодорожного транспорта требуют как самоконтроль от каждого из участников движения, так и внедрение новых технических средств организации дорожного движения и способов административного и уголовного воздействия.

#### **Список использованных источников**

1. Правила дорожного движения (с изменениями от 1.03.2023)
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 31 июля 2015 г. N 237 «Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных переездов «(с изменениями и дополнениями)
3. <http://stat.gibdd.ru>
4. ГОСТ Р 50597-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

### **TECHNICAL MEANS AND WAYS TO IMPROVE THE SAFETY OF RAILWAY CROSSINGS**

**Yu.Yu. Nakashidze, D.S. Bogomolov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article proposes a complex of technical means implementation and improvement of administrative and criminal measures against road users in order to improve the safety of railway crossings

**Keywords:** railway crossing, safety

**УДК 656.11**

### **ПРОБЛЕМА ЗАТОРОВ НА УЛИЦАХ Г. ПЕНЗА**

**Ю.Ю. Накашидзе, Н.Д. Шамин, К.А. Смирнов**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

Предметом данной статьи являются проблемные участки улично- дорожной сети города Пензы, оказывающие влияние на безопасность, быстроту до-



рожного движения. В работе представлены примеры данных участков, а также пути решения представленных проблем на этих участках.

**Ключевые слова:** затор, безопасность дорожного движения, улично-дорожной сеть

Современное состояние автомобильного парка страны и увеличение загрузки городов автомобильным транспортом привели к изменению всего характера уличного движения. Наблюдаемая интенсивность движения на отдельных магистралях городов достигает в часы пик предельных значений, а пропускная способность отдельных элементов улично-дорожной сети максимально снижается. С целью повышения качества функционирования городских транспортных магистралей в настоящее время проводится реконструкция улично-дорожной сети, разрабатываются и внедряются новые технические средства изучения и регулирования движения транспорта и пешеходов, создаются современные АСУДД.

### **1. Улица Суворова (Перекрёсток с ул. Кулакова и въезд на Гагаринский мост).**

Что касается качества организации дорожного движения, то возникает спорная ситуация, так как с одной стороны мы видим постоянный затор на перекрестке с улицей Кулакова, что означает превосходящее число автомобильного потока над пропускной способностью дороги на данном участке.

Но с другой стороны можно увидеть благоприятную инфраструктуру на исследуемой нами улице. Данный участок УДС имеет 20 пешеходных переходов на 4км, перекрестки, оборудованные светофорами с дополнительными секциями, островки на перекрестках для движения по отдельной полосе вправо/влево, 7 остановок на 4км. А также большое количество продуктовых магазинов и ТЦ.



Рисунок 1 –Пересечение улиц Кулакова и Суворова

Главная проблема улицы Суворова располагается на участке пересечения с улицей Кулакова, так как дорога в данном направлении является узкой для такого автомобильного потока (2 полосы в каждом направлении по улице Суворова и 3 полосы в каждом направлении по улице Кулакова, 2 полосы в направлении ПОД мост и 8 полос всего с Гагаринского моста)[1]

## **2. Улица Терновского (микрорайон Терновка, город Спутник).**

На данном участке улично-дорожной сети, также зачастую образуется затор, его причиной являются: проблема с инфраструктурой (6 полос на дороге - 4 в сторону г.Спутник, 2 в сторону центра.), то есть сразу можно заметить несбалансированное движение. Все это напрямую связано с пропускной способностью и автомобильным потоком, что в свою очередь указывает на то, что люди с микрорайонов Терновка, Междуречье и г. Спутник (около 70-90 тыс. человек) едут в центр г. Пенза и другие его районы только по одной улице и возвращаются также по ней [2].

## **3. Улица Измайлова (Перекрёсток ул. Измайлова и ул. Антонова).**

Микрорайоны ГПЗ и «Сосновка» всегда были проблемными в плане дорожного движения. На перекрёстке улицы Измайлова и улицы Антонова часто возникают пробки.

Автомобильные заторы беспокоят жителей исследуемого района. На данной улице часто возникают пробки. Это происходит в утреннее и вечернее время. Виной всему маленькая пропускная способность дороги на улице Измайлова и Антонова («малополосность» дорог, плохая инфраструктура улиц), поскольку данный участок находится на окраине города, а также является единственным путём в город. Из-за большого потока автомобилей жителей данного района, а также иногородних жителей возникает пробка. Утром и вечером улица просто стоит на месте и движение сильно затруднено [3].



Рисунок 2 – Пересечение улиц Измайлова и Антонова

## **4. Улица Аустрина.**

Улица Аустрина также является проблемным участком улично-дорожной сети города Пензы. На исследуемой улице чаще всего образуются большие

пробки, возникающие на протяжении всего дня. Улица Аустрина находится на окраине города и является выездом на трассу М5. Причиной длительных заторов на данной улице это – некачественная дорожная разметка, плохая регулируемость дороги, а также огромный поток автомобилей, который возникает вследствие движения машин из района Бессоновка и федеральной трассы М5. На участке перехода в село Бессоновка улица имеет минимальную пропускную способность (2 полосы движения, одна в каждом направлении) [4].



Рисунок 3 – Улица Аустрина

### **5. Улица Кирова (центр г. Пенза).**

Это одна из главных и центральных дорог г. Пенза, поэтому естественно на ней будет высокий автомобильный поток, каковым он и является, только пропускная способность улицы имеет ограниченный характер (4 полосы, 2 в каждом направлении), из-за чего в час пик возникают заторы, на различных участках дороги. Также хочется подчеркнуть, что на данном участке улично-дорожной сети в силу его «статуса» установлено большое количество светофоров и пешеходных переходов, что затрудняет быстрый проезд в направлении [5].

Сложившаяся в городе Пенза ситуация выдвигает на первый план два фактора: времени и экономии природных ресурсов. Обоснованное внедрение новых схем организации дорожного движения и корректировка существующих позволит решить многие проблемы, стоящие перед обществом.

Решением проблем, исследуемых участков дорог, является улучшение инфраструктуры, в частности увеличение количества полос движения, постройка новых дорожных узлов и развязок в крупных жилых районах, проведение мероприятий по повышению пропускной способности дорог.

Также данную ситуацию поменяет, увеличение качества работы государственных структур, работающих в этой отрасли, проверка и повышение квалификации участников дорожного движения.

Хочется подчеркнуть что, появление заторов на улицах нашего города и страны, связано не только с проблемами инфраструктуры и пропускной спо-

способности, но и непосредственно с квалификацией водителей, сотрудников транспортных и дорожных организаций. Поэтому общую картинку изменит проведение совокупности мероприятий.

### **Список используемых источников**

1. <https://penzavzglyad.ru/news/89309/avariynyy-perekrestok-v-centre-penzy-sdelali-bezopasnee>
2. <https://penzanews.ru/> , Архив новостей г.Пенза.
3. <https://thepolitics.ru/avtomobilnaya-probka-na-ulicze-izmajlova-v-penze-bespokoit-zhitelej-mkr.-gpz-i-axunyi>
4. [https://www.penzainform.ru/news/public/2021/06/09/voditeli\\_nedovolni\\_resheniem\\_problemi\\_s\\_probkoj\\_na\\_austrina.html](https://www.penzainform.ru/news/public/2021/06/09/voditeli_nedovolni_resheniem_problemi_s_probkoj_na_austrina.html)
- 5) [https://www.penzainform.ru/news/social/2019/10/11/yurij\\_ilin\\_rasskazal\\_o\\_novih\\_metodah\\_borbi\\_s\\_probkami\\_v\\_penze.html](https://www.penzainform.ru/news/social/2019/10/11/yurij_ilin_rasskazal_o_novih_metodah_borbi_s_probkami_v_penze.html)

## **PROBLEMATIC SECTIONS OF THE PENZA ROAD NETWORK**

**Yu.Yu. Nakashidze, N.D. Shamin, K.A. Smirnov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The subject of this article is the problematic sections of the Penza city road network that affect the safety and speed of traffic. The paper presents examples of these sites, as well as ways to solve the problems presented in these sites.

**Keywords:** congestion, traffic safety, road network

**УДК 631.15.01**

## **ПОВЫШЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННО-ПАТЕНТНОГО ПОИСКА**

**Ю.Ю. Накашидзе, В.А. Борисова, С.С. Леонов**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье проведён анализ возможных решений обеспечения безопасности пешеходного перехода на основе информационно-патентного поиска.

**Ключевые слова:** патентный поиск, пешеходный переход, безопасность пешеходов



На данный момент организация безопасности пешеходных переходов является актуальной задачей. Госавтоинспекция раскрыла статистику смертности в дорожно-транспортных происшествиях с начала 2022 года. За это время на дорогах России произошло 53,5 тысяч автоаварий с пострадавшими – на 7,2 процента меньше, чем за тот же период прошлого года. В ДТП погибли 5,6 тысячи человек (-3,9 процента), пострадали – 67,7 тысячи (-7,5 процента). Однако в 35 субъектах страны количество погибших увеличилось, а в 20 – выросло общее число ДТП. Идеального водителя и пешехода не существует. Человек – не машина, он может ошибаться. Соответственно, нужно создавать на дорогах такую инфраструктуру, чтобы у водителя или пешехода не было даже шанса на ошибку.

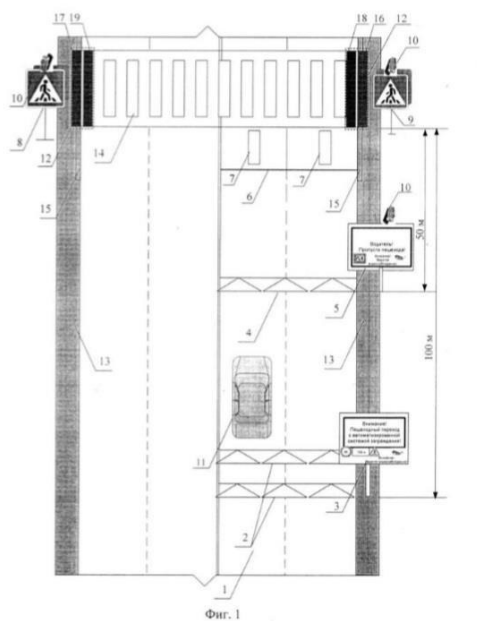
В данной статье предлагаем для организации безопасности пешеходного перехода применять средства, которые препятствуют или ограничивают движение пешеходов или водителей.

Для решения нашей задачи проведен информационно-патентный поиск технических средств, обеспечивающих организацию безопасности пешеходных переходов.

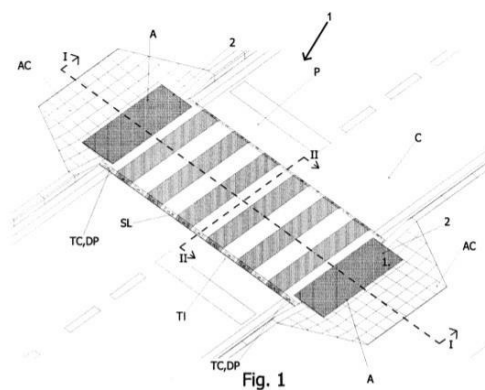
Из большого количества просмотренных решений отобраны ряд технических решений, которые на наш взгляд являются наиболее практичными и эффективными.

Известно российское изобретение RU 2751291, в котором если водитель не снижает скорость движения в соответствии со знаками или увеличивает ее, то перед ним возникает поперечное выпуклое препятствие, которое вынудит его прибегнуть к экстренному торможению вплоть до остановки [1].

Известно испанское изобретение ES 2321794B2, в котором приподнятый



пешеходный переход с подсветкой для знаков на основе светодиодов, получающих электрическое питание от солнечных батарей [2].



Известно китайское изобретение CN 107100109A, которое предотвращает проход пешеходов на красный свет сигнала светофора с помощью шлагбаума [3].

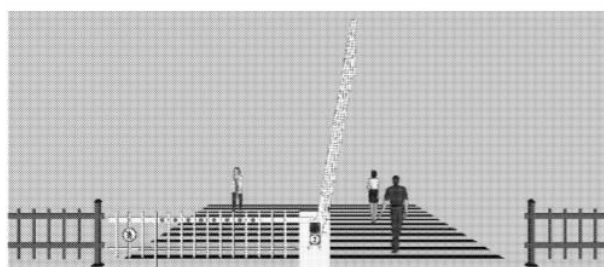
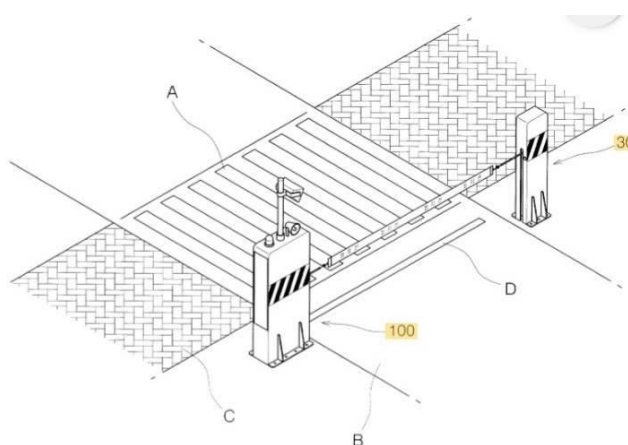


图6

Известно корейское изобретение KR 100722868 B1, которое представляет собой блокирующий элемент для остановки транспорта, чтобы пешеходы могли безопасно переходить пешеходный переход [4].



В приведенных выше технических средствах можно выделить их простоту и эффективность.

Считаем, наиболее перспективным является изобретение ES 2321794B2, которое имеет ряд преимуществ. Во-первых, приподнятый переход заставляет машину снижать скорость перед ним, следовательно, снижается риск возникновения аварий и почти до нуля снижается риск смерти на пешеходном переходе.

Во-вторых, такой переход делает среду безбарьерной. В-третьих, небольшие затраты на проектирование и установку. Можно сказать, в России имеется опыт в установке приподнятых пешеходных переходов, но они довольно редкие и недостаточно приподняты (нужно проектировать пешеходный переход высотой на уровне тротуаров, обычно до 15 см).

#### **Список использованных источников**

1. Патент РФ № 2020140534, 08.12.2020 Пешеходный переход с принудительной системой остановки автотранспортных средств // Патент России №2751291.2020. Бюл. № 20. / Калмыков Б.Ю.
2. Patent ES № ЭС200900711А, 2009-03-13 Increased pedestrian step with light signaling // Patent ES № ES 2321794B2.2013. / Agustin K.F.
3. Patent CN № CN 107100109A, 2017-08-09 A kind of prevention of pedestrian passage by a light-blocking device and the obstruction method // Patent № CN 107100109A.2017.
4. Patent KR № KR 20060085852A, 2006-07-28 Pedestrian safety equipment // Patent KR 100722868B1.2006.

#### **INCREASING THE SAFETY OF PEDESTRIAN CROSSBOWS WITH THE HELP OF INFORMATION-PATENT SEARCH**

**Yu.Yu. Nakashidze, V.A. Borisova, S.S. Leonov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article analyzes possible solutions for ensuring the safety of a pedestrian crossing based on information and patent search.

**Keywords:** patent search, crosswalk, pedestrian safety

**УДК 631.15.01**

#### **ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИКРОРАЙОНА ГОРОД СПУТНИК СЕЛА ЗАСЕЧНОЕ ПЕНЗЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ю.Ю. Накашидзе, В.Э. Чилингарян**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье проведён анализ транспортной инфраструктуры микрорайона Город Спутник села Засечное Пензенского района Пензенской области, рас-

смотрены актуальные проекты по устранению выявленных проблем и предложены методы совершенствования и развития организации безопасного движения данного района.

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, реконструкция, безопасность дорожного движения

Транспортная инфраструктура – совокупность путей сообщения, транспортных сооружений и устройств различных видов транспорта, предназначенных для пассажирских и грузовых перевозок, ремонта, технического обслуживания и хранения транспортных средств (подвижного состава) в пределах определенной территории. Транспортную инфраструктуру городов образуют линии, сооружения и устройства городского, пригородного, внешнего транспорта.

Если рассматривать транспортную инфраструктуру микрорайона город Спутник села Засечное Пензенского района Пензенской области, можно заметить, что она почти никак не развивается с начала заселения жителей в данный район. Количество улиц, парков, магазинов растет, а транспортные сооружения, виды транспорта остаются все те же. В связи с этим, происходят многочисленные дорожно-транспортные происшествия и ежедневные пробки в обе стороны города.

На данный момент, в различных источниках можно заметить информацию о реконструкции, а также разнообразных проектах по улучшению дорожной ситуации в городе. Как сообщает источник, в строительном холдинге Термодом рассказали о планах по обустройству дорог и новой переправы в верхнем течении реки Суры. Проект позволит существенно разгрузить имеющиеся выезды и снизить нагрузку на транспортные артерии Города Спутника. При большой поддержке министерства строительства и дорожного хозяйства и губернатора Пензенской области на согласование в Минстрой РФ было направлено предложение по строительству четырехполосного моста через Суру на территории Города Спутника. Он будет располагаться рядом с существующим понтонным мостом. Новый проект существенно разовьет инфраструктуру Города Спутника. Планируется соединить новую реконструируемую дорогу с улицы 40 лет Октября до аэропорта города Пензы с выездом на улицу Алюю с последующим выездом на новый проектируемый четырехполосный мост в Спутнике. Оттуда пустят дорогу в сторону Заречного с развязкой у Ахунского железнодорожного переезда. Это будет Южный объезд Пензы, который соберет все автопотоки Железнодорожного района, Терновки и Окружной. Проект Южного объезда состоит из нескольких проектных решений. В целом этот объезд сильно поможет разгрузить дороги Пензы и Спутника особенно на выезде через улицу Терновского. В 2022 году планировался ремонт дорог на улицах Радужной и Олимпийской в Спутнике. Это главные транспортные развязки внутри бурно развивающегося микрорайона. В планах было продлить Прибрежный бульвар и Олимпийскую улицу до Шоссейной в селе Засечном [1]. Но многие работы не были проведены в запланированном 2022 году и вопрос развития транспортной инфраструктуры города остаётся до сих пор актуальным.

В настоящее время, активно реализуется только один проект. В этом году досрочно, с опережением графика на год завершился второй этап реконструкции автомобильной дороги, соединяющей улицы 40 лет Октября и Центральную. Двухкилометровый участок автодороги имеет четыре полосы движения, пешеходные тротуары, велодорожки, остановочные павильоны, шумовые экраны, светофорные объекты и искусственное освещение. Обновленная дорога станет современным альтернативным путем для движения автотранспорта в обход центра города, свяжет широкой скоростной автомагистралью район аэропорта, быстрорастущий микрорайон Город Спутник и Терновку с Кривозерьем, Тепличным, улицей Окружной, а также Западной Поляной и микрорайоном Арбеково. Окончательно реконструкцию этой объездной дороги планируется завершить в 2023 году. Соответствующие средства в размере 2,8 миллиарда рублей выделены из федерального бюджета [1] .

Таким образом, можно выделить несколько проблемных участков, которые остаются незамечанными в данном микрорайоне. К ним необходимо отнести: дорожное покрытие, пешеходные переходы и узость дорог.

На рисунке 1 изображена дорога сразу после въезда в село Засечное.



Рисунок 1 – Дорожное покрытие села Засечное

Такую картину можно наблюдать на территории почти всего микрорайона, многочисленные ямы, которые не соответствуют ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги и автомобильные улицы» [3]. Водители вынуждены снижать скоростной режим до минимума, тем самым создавая дорожные заторы. Метод разрешения данной проблемы только один -ремонт дорог на протяжении всего села Засечное.

На рисунке 2 изображен участок дороги, на котором затруднен проезд из-за узости дорог.



Рисунок 2 – Участок дороги села Засечное

Данная местность имеет достаточно интенсивные дорожные потоки, однако водители одной из полос вынуждены пропускать встречное движение из-за нехватки места. Решением данной проблемы будет расширение проезжей части, участок левой стороны позволяет это сделать. Так, жители микрорайона смогут спокойно парковаться, не затрудняя тем самым движение.

На рисунке 3 изображен один из пешеходных переходов села Засечное.



Рисунок 3 – Пешеходный переход села Засечное.

Данное транспортное средство припарковано в соответствии с правилами дорожного движения (не менее 5 м до пешеходного перехода) [4]. Однако из-за отсутствия достаточной освещенности видимость данного перехода становится минимальна. Таких пешеходных переходов по всему микрорайону около 6-7. Для безопасности дорожного движения следует сделать освещение, которое бу-

дет соответствовать ГОСТ Р 55706-2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы» [2].

Таким образом, принятые решения позволят повысить безопасность дорожно-транспортного движения и уровень комфорта проживания в Городе Спутнике, уменьшатся ежедневные дорожные заторы, которые достаточно сильно влияют на статистику ДТП.

#### **Список использованных источников**

1. Город Спутник получит мост и новый объездной путь - Российская газета (rg.ru)
2. ГОСТ Р 55706-2013. Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы.
3. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы.
4. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения (gibdd.ru)

#### **PROBLEMS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF THE SATELLITE CITY MICRODISTRICT OF THE VILLAGE OF ZASECHNOYE OF THE PENZA DISTRICT OF THE PENZA REGION**

**Yu.Yu. Nakashidze, V.E. Chilingaryan**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article analyzes the transport infrastructure of the Satellite City microdistrict of the village of Zasechnoye of the Penza region of the Penza region, discusses current projects to eliminate the identified problems and suggests methods for improving and developing the organization of safe traffic in this area.

**Keywords:** transport infrastructure, reconstruction, road safety

**УДК 656.13**

#### **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА ОПАСНЫХ УЧАСТКАХ ДОРОГИ**

**Ю.Ю. Накашидзе, П.Е. Гаев**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье приведена информация о повышении безопасности движения пешеходов на улице.



**Ключевые слова:** безопасность, дорожное движение, пешеход, правила дорожного движения

Безопасность движения пешеходов – важная задача для общества. Пешеходы являются самыми уязвимыми участниками дорожного движения и поэтому, организация безопасности движения пешеходов является важным аспектом в повышении безопасности на дорогах [3].

В этой статье мы рассмотрим некоторые из ключевых мер, которые могут быть использованы для организации безопасности движения пешеходов.

Ежедневно мы являемся участниками дорожного движения, выступая в качестве пешехода, пассажира или водителя. Быть пешеходом – это очень ответственно. Безопасность на дороге зависит в совокупности и от пешеходов, и от водителей. И риски также присутствуют у обеих сторон. Потому что довольно часто виновными в ДТП являются именно пешеходы, переходящие улицу на красный свет или в неположенном месте. Некоторые даже банально забывают, что если переходишь дорогу, то нужно смотреть по сторонам, потому что из-за поворота может неожиданно появиться машина [1].

Повышение безопасности движения пешеходов - это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности пешеходов на дорогах [2].

Целью ОБДП (ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ) является предотвращение дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов, снижение количества пострадавших и улучшение качества жизни граждан. Для этого ОБДП разрабатывает и внедряет различные меры, направленные на повышение безопасности пешеходов на дорогах и общественных местах.

К таким мерам относятся, например:

- Создание пешеходных зон и пешеходных переходов с сигнальными устройствами;
- Установка светоотражающих элементов на дорожной разметке и инфраструктуре для улучшения видимости пешеходов в темное время суток;
- Проведение информационно-просветительской работы с населением по вопросам безопасности движения пешеходов;
- Организация патрулирования городских улиц с целью выявления нарушений правил дорожного движения пешеходами и водителями
- Создание пешеходных зон и пешеходных переходов с сигнальными устройствами: пешеходы должны иметь возможность безопасно пересекать дорогу. Для этого необходимо создать специальные пешеходные зоны и пешеходные переходы, обеспеченные сигнальными устройствами, которые помогают пешеходам безопасно перейти дорогу.
- Установка светоотражающих элементов на дорожной разметке и инфраструктуре: для улучшения видимости пешеходов.

Еще одной мерой ОБДП является проведение информационно-просветительской работы с населением по вопросам безопасности движения пешеходов. Это может включать в себя организацию тематических мероприя-



тий, публикацию статей и листовок, а также информирование населения о правилах дорожного движения.

Дополнительно, для организации безопасности пешеходов необходимо проводить обучение и информирование населения о правилах дорожного движения. Особое внимание следует уделить детям и подросткам, так как они являются наиболее уязвимыми группами.

Первым шагом для обеспечения безопасности на дороге является знание правил дорожного движения. Пешеходам необходимо знать и соблюдать все правила дорожного движения, включая правила перехода дороги на пешеходных переходах и вне них, а также правила движения по тротуарам и обочинам. Важно не только знать эти правила, но и соблюдать их.

Безопасность движения пешеходов является крайне важной темой, которая заслуживает внимания со стороны всех участников дорожного движения. Чтобы повысить безопасность пешеходов, необходимо сделать ряд усилий, включая образование, а также внедрение новых технологий.

Использование технологий также может способствовать повышению безопасности движения пешеходов. Например, на дорогах можно установить датчики движения, которые будут определять наличие пешеходов на пути движения транспорта. Это поможет автоматически останавливать транспортное средство, если на пути встречается пешеход [3].

Улучшение дорожной инфраструктуры также может способствовать повышению безопасности пешеходов. На пешеходных переходах можно установить дополнительные ограждения, чтобы предотвратить случайные падения на дорогу. Кроме того, можно установить дополнительное освещение для улучшения видимости в темное время суток [4].



Рисунок 1 – Ограждения на пешеходных переходах

Для повышения безопасности пешеходов необходимо создать зоны на дорогах, отличающихся повышенной аварийностью на пешеходных переходах. Это могут быть пешеходные зоны, где движение машин запрещено, или зоны с пониженной скоростью движения транспорта. Такие зоны могут быть обозначены разметкой на дороге, установкой дорожных знаков и светофоров [3].



Рисунок 2 – Мероприятия по повышению безопасности на пешеходных переходах

Пешеходы также должны знать правила дорожного движения и уметь правильно поведение на дороге. Обучение правилам дорожного движения может проводиться в школах и учебных заведениях. Также можно проводить кампании по повышению осведомленности на дороге и рассказывать пешеходам о правилах их поведения на дороге.

Безопасность пешеходов требует ответственного подхода к соблюдению правил дорожного движения как самими пешеходами, так и другими участниками дорожного движения. Именно надлежащее выполнение требований ПДД позволит снизить аварийность на пешеходных переходах.

#### **Список использованных источников**

1. Бадагуев, Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения): Практическое пособие / Б.Т. Бадагуев. – Москва: Альфа-Пресс, 2017. – 240 с.
2. Бадагуев, Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б.Т. Бадагуев. – Москва: Альфа-Пресс, 2018. – 240 с.
3. Бадагуев, Б.Т. Безопасность дорожного движения: Приказы, инструкции, журналы, положения / Б.Т. Бадагуев. – Москва: Альфа-Пресс, 2017. – 264 с.
4. Блинкин, М.Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М.Я Блинкин. – Москва: ИД ВШЭ, 2018. – 240 с.

#### **IMPROVING PEDESTRIAN TRAFFIC SAFETY ON CERTAIN ROAD SECTIONS**

**Yu.Yu. Nakashidze, P.E. Gaev**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article provides information on improving the safety of pedestrians on the street.

**Keywords:** safety, road traffic, pedestrian, traffic rules

## ВОПРОСЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВАГОНОПОТОКОВ

В.И. Неуструева<sup>1</sup>

*Иркутский государственный университет путей сообщения,  
г. Иркутск, Россия*

В настоящее время вопросы неравномерности вагонопотоков имеют высокое значение при организации железнодорожного движения. Особое влияние на неравномерность вагонопотоков оказывает простой вагонов на технических станциях. Статья посвящена сравнению существующего и усовершенствованного метода расчета времени простоя вагонов на технических станциях. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны метода, выявлены основные факторы, влияющие на время нахождения вагонов на технической станции. В статье рассматриваются основные направления усовершенствования метода расчета времени простоя вагонов на технических станциях, позволяющие в полной мере учитывать техническое оснащение, технологию операций и неравномерность прибытия вагонов на техническую станцию.

**Ключевые слова:** железнодорожные перевозки, показатели работы станции, техническая станция, неравномерность вагонопотоков, время простоя вагонопотоков

Время простоя вагонов является одним из главных и важных показателей работы станции. Дальнейшее совершенствование классических и современных компьютерных методов и внедрение инновационных технологий в отношении расчета времени простоя вагонов на технических станциях позволит уточнить расчет времени простоя. Этот показатель необходимо точно прогнозировать и оценивать в зависимости от технического оснащения станции, технологического и организационного процесса эксплуатации. Задача состоит в том, чтобы проанализировать все методы расчета времени простоя на технических станциях, выявить преимущества и недостатки существующих методов и предложить основные направления совершенствования данного метода расчета.

Фактически, время простоя вагонов на технических станциях складывается из двух основных составляющих:

- время выполнения технологических, маневровых и грузовых операций в парках приема, отправления и сортировочном парке;
- время ожидания этих операций – непродуктивное (межоперационное) время простоя.

Продолжительность этих операций не зависит от объема поездных и маневровых работ, и поэтому техническое оснащение, конкретная организацион-

---

<sup>1</sup> Научный руководитель Е.В. Маловецкая, к.т.н., доцент

ная структура, технология и организация работы на станции определяют технологическое время для каждой станции. В связи с этим, при расчете различных вариантов организации работ затраты машино-часов на технологические операции, связанные с первым элементом, в режиме реального времени изменяются незначительно. То продолжительность ожидания выполнения технологических операций как для транзитного трафика, так и для обработанного трафика зависит в первую очередь от объема железнодорожного трафика, проходящего через эту техническую станцию, а также от ее мощности и производительности [9].

Таким образом, на практике оценка непроизводительного времени простоя, связанного с ожиданием операций, имеет большое значение для определения времени простоя на технической станции. Это дополнительное время простоя иногда составляет значительную долю от общего времени простоя вагона без обработки и с обработкой. Поэтому в настоящее время стоит текущая задача – определить непроизводительное время простоя и принять меры по снижению этого значения до минимума.

Существует множество факторов, которые влияют на количество простоев на технических станциях. Основные являются: уровень технической оснащенности станции; особенности организации эксплуатации; объем поездных и маневровых работ; неравномерность подхода поездов [1].

Первый фактор – это техническое оснащение станции. Во-первых, пропускная способность и перерабатывающие мощности станции зависят от уровня технического оснащения. Сегодня на железной дороге есть технические станции, техническое состояние которых устарело. Этот ограничивающий фактор снижает пропускную способность и перерабатывающую способность сортировочной станции.

Следующий важный фактор – это объем поездной и маневровой работы. На технических станциях существует закономерность, что с увеличением объема работ происходит увеличение непроизводительного времени простоя вагонов, поскольку увеличивается количество прибытий грузовых поездов, а время технологической обработки этих поездов остается неизменным. Таким образом, увеличивается время обработки поезда, но уменьшается технологический интервал обработки поезда, следовательно, увеличивается непроизводительное время простоя вагонов [4]. Трудно равномерно организовать поездную и маневровую работу на железной дороге. Поэтому существует такой фактор, как ежедневная нерегулярность подхода поездов к технической станции, который сильно влияет на станционные процессы.

В этом случае добавляют дополнительное время простоя поездов в ожидании технологических операций. В результате на станции происходят сбои, которые особенно заметны при высоких нагрузках и недостаточном техническом оснащении. Например, когда происходит скопление грузовых вагонов, в это время может возникнуть нехватка станционных путей для принятия этих вагонов. В результате эти поезда будут вынуждены стоять на промежуточных станциях в ожидании. Методы расчета времени простоя на технических стан-

циях развивались в течение длительного времени. В настоящее время существует несколько методов расчета времени простоя (см. рис.1).

Первым графическим методом определения времени простоя вагонов на станции является ежедневный план-график работы станции. Он позволяет выявить загруженность всех элементов станции, определить потребность в маневровых и технических средствах, организовать наилучшие условия для взаимодействия в работе основных элементов и между собой, чтобы обеспечить наименьшие задержки поездов [2].

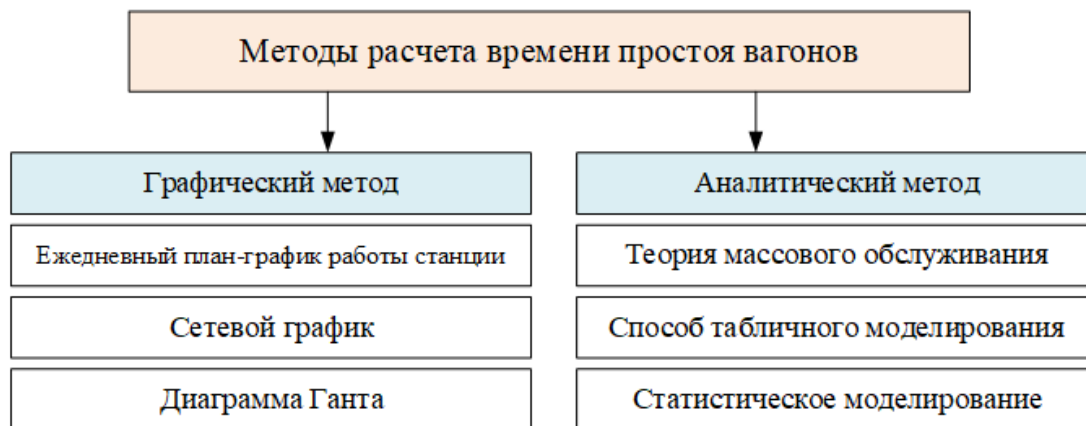


Рисунок 1 – Классификация методов расчета времени простоя вагонов [1]

Недостатком ежедневного плана-расписания является громоздкость и трудоемкость отображения процессов станции, ограниченность чертежного листа, не все процессы станции будут показаны на графике.

Вторым графическим методом является сетевой график, представляющий собой динамическую модель технологического процесса, отражающую технологическую зависимость и последовательность выполнения работ, увязывающую их завершение во времени, учитывающую затраты ресурсов и стоимость работ, при этом выделяя узкие (критические) места. Основная цель сетевого графика – минимизировать продолжительность проекта [3].

Одним из этапов подготовки к планированию процессов станции является разработка диаграммы Ганта. На железной дороге технологические графики обработки поездов различных категорий на технических станциях представляют собой диаграмму Ганта. Технологический график представляет собой изображение зависимости нормативных и плановых затрат времени обработки поездов и вагонов. В нем отображаются все последовательно связанные технологические операции. С его помощью можно сразу определить нормы времени, которые требуются для обработки [4]. Его преимуществом, как и ежедневного плана-графика, является ясность и простота определения технологического времени, а также его построения.

Первый тип аналитического метода – это теория массового обслуживания, которая основана на вероятностных моделях систем обслуживания различных видов, в которых в случайные моменты времени поступают запросы на обслуживание и есть устройства, которые обеспечить выполнение этих заявок [5]. Аналитические методы решения задач массового обслуживания имеют ряд преимуществ – эти задачи чрезвычайно разнообразны и позволяют рассчитывать эксплуатационные показатели в зависимости от переменных параметров. Недостатки – при больших нагрузках работающие устройства не дают результатов, адекватных фактическим условиям их работы, а также требуется много времени на обработку статистических данных (300-400 событий).

Для определения времени простоя вагонов на технических станциях предлагается применить метод табличного моделирования. Суть его заключается в том, что суточный период должен быть разделен на равные промежутки. Затем определяется, сколько поездов прибывает за каждый такой интервал, и определяется баланс поездов в конце этого интервала. Сумма остаточных композиций, умноженная на интервал и разделенная на количество композиций, и среднее время простоя композиции получится в итоге [6].

Метод статистического моделирования заключается в сборе и обработке данных об объекте исследования с целью получения статистических характеристик объекта, а также анализ статистических материалов. При этом следует учитывать неравномерность рабочего дня и объем выполняемых работ, а также продолжительность технологических операций.

Статистическое моделирование отражает наиболее значимые условия эксплуатации реальных станций. Чтобы рассчитать нормы времени простоя, период моделирования должен составлять несколько дней [9]. Основным преимуществом метода статистического моделирования является возможность его применения для сложных технологических процессов в условиях неопределенности, которая не требует аналитических моделей, на которых основаны вычислительные методы. На современном этапе развития железнодорожного транспорта большое значение имеет совершенствование методики расчета времени простоя на технических станциях на основе внедрения новых информационно-управляющих систем.

В настоящее время на железнодорожном транспорте в России действует Единая система автоматизированного учета (ЕСАУ), которая анализирует использование и регулирование вагонного парка по номерам вагонов.

На данный момент ЕСАУ успешно и активно развивается. С помощью этой автоматизированной системы численным способом осуществляется расчет времени простоя под грузовыми и техническими операциями на технических станциях; определяется время нахождения на станции для любого вагона с момента его прибытия до времени отправления с той же станции.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов расчета времени простоя вагонов

| Методы расчета<br>времени простоя вагонов | Сравнительная характеристика методов расчета |                          |                                       |                          |          |                   |                |                                  |                               |                                         |                     |                                      |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                                           | Видимость                                    | Сложность и громоздкость | Железнодорожные и маневровые маршруты | Время                    |          |                   | Нерегулярность | Отражение динамических процессов | Отражение случайных процессов | Большая коллекция статистических данных | Многомерные решения | Прогнозирование и оценка показателей |
|                                           |                                              |                          |                                       | Технологические операции | Ожидание | Скопление вагонов |                |                                  |                               |                                         |                     |                                      |
|                                           |                                              |                          |                                       |                          |          |                   |                |                                  |                               |                                         |                     |                                      |
| Графические методы                        |                                              |                          |                                       |                          |          |                   |                |                                  |                               |                                         |                     |                                      |
| Ежедневный план-расписание                | +                                            | +                        | +                                     | +                        | +        | +                 | +              | -                                | -                             | -                                       | -                   | -                                    |
| Сетевой график                            | +                                            | -                        | -                                     | +                        | -        | -                 | -              | +                                | -                             | -                                       | +                   | -                                    |
| Диаграмма ГАНТА                           | +                                            | -                        | -                                     | +                        | -        | -                 | -              | -                                | -                             | -                                       | -                   | -                                    |
| Аналитические методы                      |                                              |                          |                                       |                          |          |                   |                |                                  |                               |                                         |                     |                                      |
| Теория массового обслуживания             | -                                            | -                        | -                                     | +                        | +        | +                 | +              | +                                | +                             | +                                       | +                   | +                                    |
| Способ табличного моделирования           | -                                            | +                        | -                                     | +                        | +        | +                 | -              | -                                | -                             | +                                       | -                   | +                                    |
| Статистическое моделирование              | -                                            | -                        | -                                     | +                        | +        | +                 | +              | +                                | +                             | +                                       | -                   | +                                    |

Примечание: «+» - метод имеет характеристику; «-» - метод не имеет характеристики

Автоматизированная система рассчитывает основные показатели эффективности не с помощью математических формул, которые имеют большие неточности, а производит расчёт на основе реальной информации обо всех операциях с вагонами и соответственно обеспечивает точную и объективную оценку показателей [8]. Моделирование широко используется для прогнозирования производительности станции. Система моделирования ISTRА, которая ориентирована на исследование и оптимизацию крупных транспортных объектов в сочетании с производством. Эта система позволяет оценить технологический процесс, а затем выбрать оптимальный режим работы данной станции. В настоящее время существующие методы расчета времени простоя на технических станциях не позволяют определить точное прогнозируемое время, проведенное вагонами, с учетом таких факторов, как техническое оснащение, технология и организация работы станции, неравномерное поступление поездов на технические станции. Если рассматривать достоверность и точность расчета всеми су-



ществующими методами, то после моделирования второе место занимает суточный план-график работы станции [5]. Можно сформулировать основные направления совершенствования методов расчета времени простоя:

- используя расписание поездов и план формирования, можно создать математическую модель в виде ежедневного плана–графика работы станции;
- при формализации ежедневного плана–графика учитываются технологические операции обработки поездов;
- с помощью математической модели можно получить показатели эффективности станции путем изменения данных расписания движения поездов и плана формирования грузовых поездов, элементов технического оснащения станции, технологии эксплуатации станции, а также учет изменений загруженности и нерегулярности прибытия поездов на станцию;
- использование интеллектуальных технологий для сбора и анализа технологических данных, широкое внедрение систем поддержки принятия решений оперативным персоналом.

В результате исследования были рассмотрены составные элементы времени простоя вагонов на технической станции. Сделан вывод о том, что особое внимание следует уделять простоя вагонов. Это время в основном зависит от таких факторов, как уровень технического оснащения станции, особенности организации эксплуатации, объем поездных и маневровых работ, а также степень неравномерности подхода поездов к технической станции.

Проанализированы и рассмотрены основные методы расчета времени простоя вагонов на технической станции. В статье предлагается рассмотреть вариант замены графического построения суточного плана-расписания аналитическим выражением, которое позволит определить время простоя вагонов на станции без построения визуального чертежа с учетом всех влияющих факторов на время простоя. Предлагается формально описать последовательность технологических операций, а также все поездные и маневровые движения на станции, что позволит более точно прогнозировать время простоя вагонов на технических станциях.

### **Список использованных источников**

1. Бородин, А.Ф. Комплексные решения проблем развития инфраструктуры и перевозочных ресурсов / А.Ф. Бородин // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. – № 1 (68). – С. 6–17.
2. Грошев, Г.М. Исследование эффективности информационных технологий диспетчерского регулирования на сортировочной станции в современных условиях / Г.М. Грошев, А.Г. Котенко, А.В. Сугоровский, М.М. Магомедов // Интеллектуальные системы на транспорте. – СПб.: ПГУПС, 2015. – С. 177-184.
3. Левин, Д.Ю. Теория оперативного управления перевозочным процессом / Д.Ю. Левин. – Москва: Учеб.- метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2008. – 625 с.



4. Николаева, Е.А. Влияние неравномерности на экономическую эффективность железнодорожного транспорта / Е.А. Николаева, Е. В. Маловецкая // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 октября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN IYVDTF.

5. Маловецкая, Е.В. Построение математических моделей прогноза колебаний вагонопотоков на основе временных рядов / Е.В. Маловецкая, А.П. Козловский // Транспорт и логистика: тренды и барьеры развития в условиях пространственно-технологических ограничений и неопределенности: сборник научных трудов V международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 04–05 февраля 2021 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 86-90. – EDN UKBPKW.

6. Маловецкая, Е.В. Применение принципов системного моделирования для построения прогнозных моделей вагонопотоков / Е. В. Маловецкая // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 3(71). – С. 171-178. – DOI 10.26731/1813-9108.2021.3(71).171-178. – EDN QKAAWK.

7. Malovetskaya, E.V. Identification of Time Series Models of Car Traffic Volume Fluctuations for Further Construction of Prediction Models / E. V. Malovetskaya, R. S. Bolshakov // Proceedings of the 2021 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», T and QM and IS 2021, Yaroslavl, 06–10 сентября 2021 года. – Yaroslavl, 2021. – P. 238-243. – DOI 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642762. – EDN GGSIEI.

## ISSUES OF UNEVENNESS OF CAR TRAFFIC

V.I. Neustrueva

*Irkutsk State University of Railway Transport,  
Irkutsk, Russia*

Currently, the issues of uneven carriage flows are of high importance in the organization of railway traffic. A special influence on the unevenness of car traffic is provided by the downtime of cars at technical stations. The article is devoted to the comparison of the existing and improved method of calculating the idle time of wagons at technical stations. The positive and negative sides of the method are considered, the main factors affecting the time spent by wagons at the technical station are identified. The article suggests the main directions of improving the method of calculating the idle time of train cars, which allows to fully take into account the technical equipment, the technology of operations and the uneven arrival of train cars at the technical station.

**Keywords:** railway transportation, station performance indicators, technical station, unevenness of car traffic, idle time of car traffic

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

**К.О. Отев, Н.А. Решетников, Д.А. Ятин**

*Сибирский федеральный университет, институт нефти и газа,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассмотрены лазерные технологии, применяемые при сварочных работах, представлены особенности применения и основные достоинства.

**Ключевые слова:** лазер, металл, сварка, плавление, излучение

Лазерная сварка – процесс, предполагающий соединение деталей при помощи лазерного излучения. На поверхности часть луча отражается, а часть проходит внутрь, что приводит к нагреву и плавлению материала, формированию сварного шва. В результате получается прочное соединение. Луч, сгенерированный квантовым лазерным генератором, попадает в фокусирующую систему установки, где перераспределяется в пучок меньшего сечения. По концентрации энергии воздействие лазера в десятки раз превосходит другие источники тепла (около  $10^6$  Вт/см<sup>2</sup>). Она позволяет соединять материалы толщиной от пары микрометров и до нескольких сантиметров.

Технология используется при работах с титаном, титановых, алюминиевых, магниевых сплавов, разных марок стали. Лазерный луч обладает точной направленностью, что выгодно выделяет его на фоне пучка света. Это обусловлено тем, что он монохроматичен и когерентен. Лазер сосредотачивает всю тепловую мощность, которая потребуется при соединении деталей непосредственно в пятно малого диаметра в месте обработки. Такие особенности лазерной сварки позволяют соединять элементы практически незаметным швом.

Работы не требуют наличия вакуума и могут выполняться в атмосфере. Зачастую защита сварочной ванны выполняется аргоном. Но этот газ при взаимодействии с металлами и лазером вызывает не только расплав металла, то и его испарение. В результате луч может экранировать, уходя от заданной траектории, заметно снижая точность и качество шва. Исключить такой процесс помогает дополнительная подача в рабочую область гелия. Этот газ подавляет потенциальное плазмообразование, предотвращая улетучивание металла. В результате лазерная сварка, описание процесса которой мы только что привели, позволяет получать идеально тонкий, ровный шов. Процесс автоматизирован и может проходить как с частичным, так и со сквозным проплавлением.

Лазерная сварка предполагает получение двух разновидностей сварочного соединения: шовное и точечное. Установки промышленного уровня способны генерировать непрерывные и импульсные лучи. Первые применяются для получения как точечных, так и шовных соединений. При помощи импульсного излучения получают только точечные швы. При этом скорость работ пропорциональна частоте генерируемых лазером импульсов. Точечная технология по-

лучила распространение при соединении тонких металлических элементов и реализуется вручную. Шовная преимущественно выполняется аппаратным методом и позволяет формировать глубокие сварные соединения.

Исходя из используемого оборудования и материалов сварка лазером металла бывает:

- твердотельной;
- газовой;
- гибридной.

В твердотельных лазерах активным элементом являются стекло или алюмоиттриевый гранат с добавлением неодима, рубина. Их работа активизируется под воздействием светового потока, излучаемого криптоновыми светильниками повышенной мощности. Предусмотрена возможность работы таких лазеров как в непрерывном, так и в импульсном режиме. В настоящее время наиболее популярны волоконные лазерные источники. Они обладают высокой мощностью и просты в эксплуатации.

Газовая используют газовые смеси. Это соединения азота, гелия, углекислого газа. Смесь подается в рабочую область под давлением 2,6–13 кПа. Активируются действующие вещества электрическим разрядом. Гелий и азот гарантируют стабильную передачу энергии частичкам углекислого газа, обеспечивая оптимальные условия для поддержания горения разряда.

Гибридная технология получения сварных швов объединяет дуговую сварку – сварку металлическим электродом в активном газе или в инертном газе с лазерной сваркой. При этом увеличивается подводимая тепловая мощность, что позволяет осуществлять сварку высокопрочных сталей, невыполнимую другими методами.

Лазерная сварка, как и другие технологии, имеет преимущества и недостатки.

К достоинствам сварки лазером относят:

- есть возможность дозировать поток энергии, подаваемого в рабочую зону. Диапазон регулировки достаточно широкий. Такая особенность позволяет получать качественные сварные соединения деталей разной толщины и конфигурации;

- большая глубина оплавления при минимальном горизонтальном распространении термического повреждения. Эта особенность технологии позволяет использовать ее при работах с очень мелкими деталями, в частности в радиотехнике;

- возможность использования для получения сварных швов в труднодоступных местах. Это достигается системой зеркал, способных управлять лазерным лучом, меняя его направление. Эта технология широко используется при работах на подземных или подводных коммуникациях. Внутри трубопровода помещается специальный постамент, а управление процессом идет извне при помощи радиопередатчика;

- высокая точность и качество работ. Отклонения от допустимых размеров минимальные при соединении как мелких, так и крупногабаритных деталей. Сварка выполняется без правок и не требует финишной механической об-

работки. Процесс сопровождается минимальными температурными поводками и короблением материала;

- высокая эффективность и скорость работ. Сварной шов стального листа толщиной 20 мм выполняется со скоростью 100 м/час и за 1 подход. Для сравнения: аналогичный шов с использованием электрической дуговой сварки делают со скоростью 15 м/час за 5–8 подходов;

- экологическая чистота процесса. При работах не выделяется никаких опасных веществ, способных нанести вред человеку или окружающей среде.

Из недостатков отмечают невысокий КПД. Работы требуют высокой квалификации персонала.

Сваривать лазерным лучом можно детали разных габаритов, но наибольшее применение технология получила при работах с материалами небольшой и средней толщины: 5–10 мм. Область использования данного вида сварки:

- соединение деталей, форма и размеры которых не должны существенно меняться в процессе;

- изготовление крупный конструкций невысокой жесткости при наличии швов в труднодоступных местах;

- при работах с трудносвариваемыми элементами, разнородными материалами; соединение тонких пластин, пленок, проводов и других легко деформирующихся деталей;

- в работах с материалами, хорошо проводящими тепло.

Наибольшее распространение технология сварки лазером получила при производстве электронных изделий, в радиоэлектронике, приборостроении, машиностроении, часовом приборостроении, медицине, механике и пр.

### **Список использованных источников**

1 Системы лазерной сварки [Электронный ресурс]: АО «ЛЛС». – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <https://lls-mark.ru/>.

2 Технология лазерной сварки металлов [Электронный ресурс]: АО «Экспоцентр». – Москва, 2021. – режим доступа: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/tehnologiya-lazernoy-svarki-metallov/>.

3 Лазерная сварка [Электронный ресурс]: компания Лазерформ. – Москва, 2020. – Режим доступа: <https://laser-form.ru/technologies/lazernaya-svarka-metallazhavyushchey-stali-titana/>.

## **APPLICATION OF LASER TECHNOLOGIES IN WELDING**

**K.O. Otev, N.A. Reshetnikov, D.A. Yatin**

*Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses laser technologies used in welding, presents the application features and main advantages.

**Keywords:** laser, metal, welding, melting, radiation

## ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И ЧЕРТЕЖА ПРУЖИНЫ В КОМПАС

**М.С. Пилипенко**

*Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск, Россия*

В статье описана попытка построения трехмерной модели пружины сжатия в системе автоматизированного проектирования КОМПАС в двух вариантах – с помощью формообразующей команды Элемент по траектории и с помощью приложения Компас Механика.

**Ключевые слова:** вуз, инженерная графика, пружина, трехмерное моделирование, чертеж, Компас

Подготовка высококвалифицированных специалистов является одной из основных задач системы высшего образования России. Задачей преподавателей отечественных технических университетов является формирование необходимых компетенций у студентов. В последние годы область машиностроительного проектирования стала основной прикладной областью, использующей возможности различных графических программ, что нашло свое отражение в подготовке будущих инженеров [1, 2]. Выбранная в Сибирском государственном университете путей сообщения отечественная САПР КОМПАС имеет встроенные библиотеки и приложения, с которыми мы знакомимся во время изучения графических дисциплин.

Так, изучая дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика» (раздел «инженерная графика»), мы выполнили задание «Построение трехмерной модели и чертежа пружины в Компас по индивидуальным вариантам. Так же мы узнали, что пружиной называется упругая металлическая деталь, широко используемая в различных устройствах, механизмах и машинах. Также познакомились с классификацией пружин и

Трехмерную модель винтовой пружины сжатия в Компасе можно вычерчивать двумя способами: либо с помощью перемещения окружности, равной диаметру проволоки по заданной траектории – цилиндрической винтовой линии (рисунок 1), либо с помощью Приложения Компас Механика. Суть первого способа заключается в следующем: элемент формируется в результате перемещения окружности по цилиндрической винтовой линии.

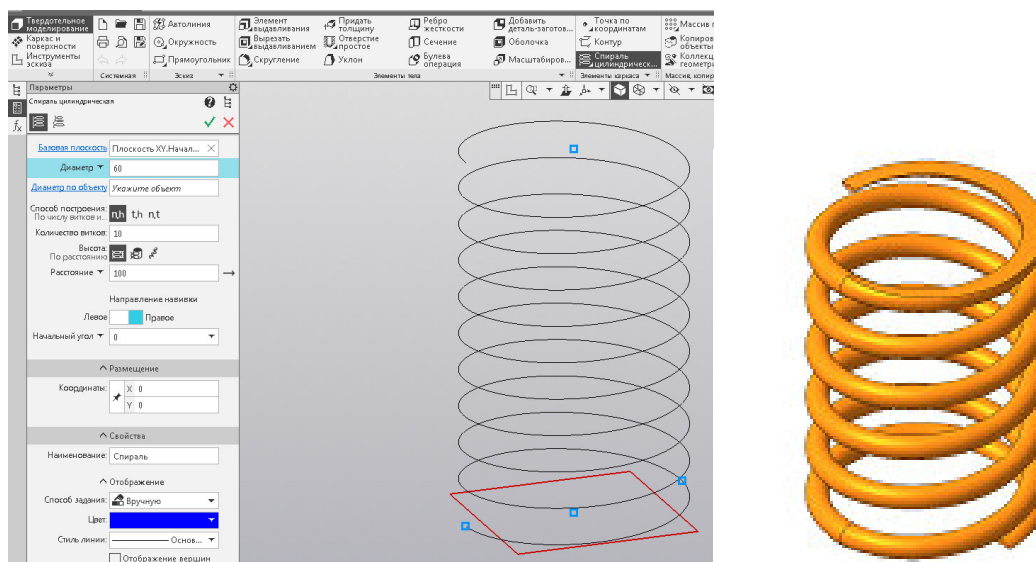


Рисунок 1

При этом возможны варианты построения цилиндрической винтовой линии: по числу витков и высоте; по шагу и высоте и по числу витков и шагу. Затем необходимо выполнить подзенковку крайних витков пружины, чтобы она была рабочей, т.е. имела опорную поверхность.

Второй способ (через приложение Механика) более удобен, т.к. содержит варианты расчетов (рисунок 2) и можно получить чертеж и модель пружины автоматически, после задания ее геометрических и других параметров.

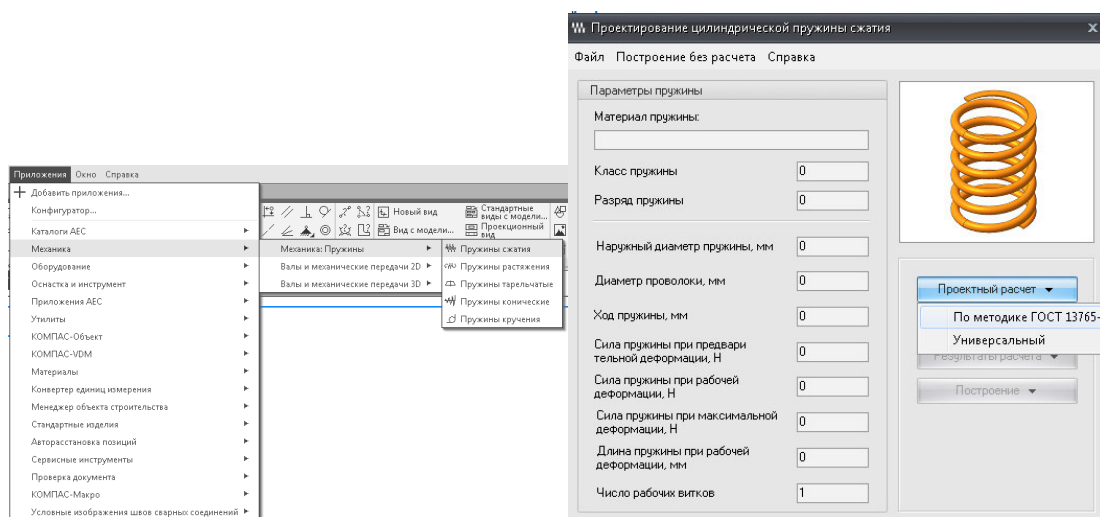


Рисунок 2

Мне достался вариант пружины сжатия, выполненный чертеж приведен на рисунке 3.

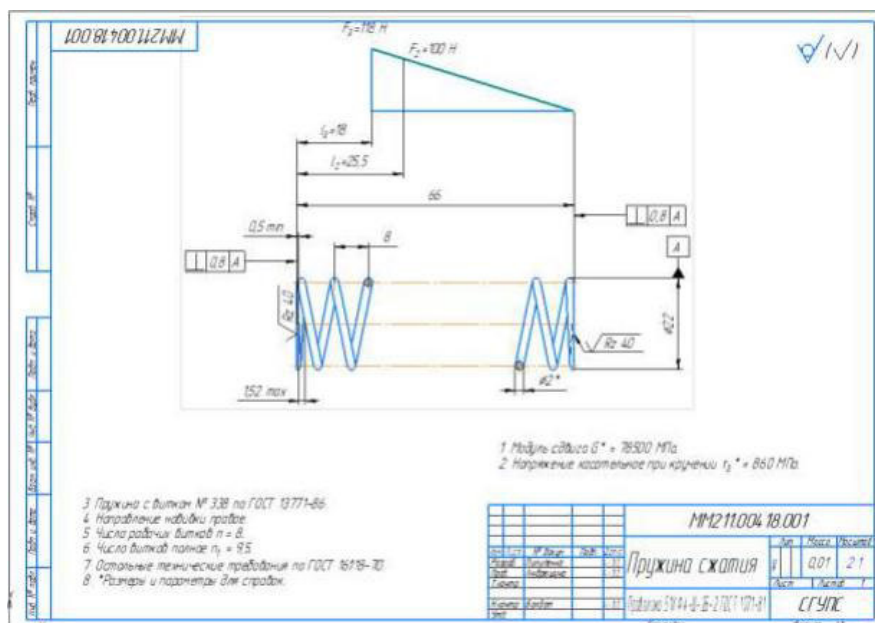


Рисунок 3

Затем при подготовке к студенческой конференции я выполнил трехмерную модель и чертеж пружины растяжения в приложении Компас Механика (рисунок 4).

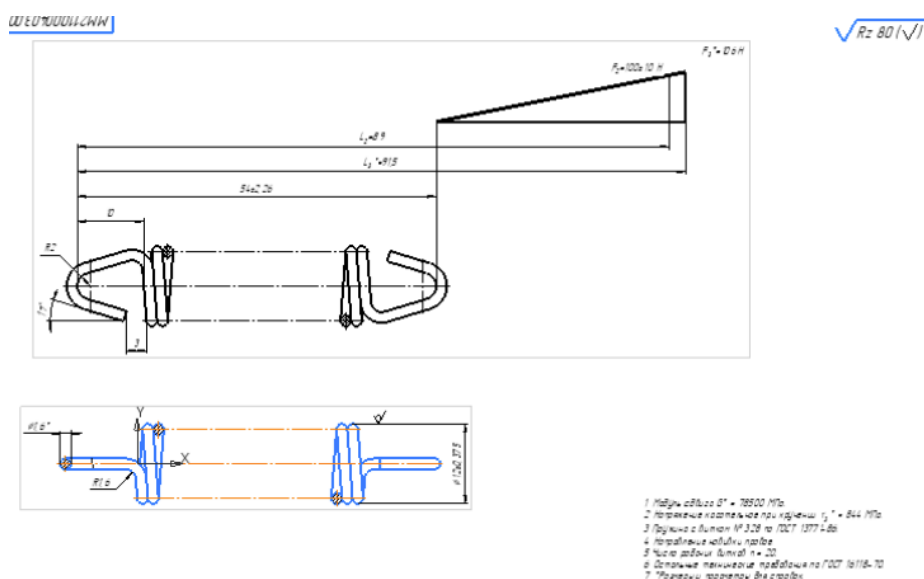


Рисунок 4

В результате выполнения данного задания мы научились выполнять трехмерные модели и рабочие чертежи пружин, а так же пользоваться приложением Компаса Механика, что для нас, студентов факультета «Управление транспортно-технологическими комплексами», будет полезно при дальнейшем

обучении и занятии НИРС [3], а также в дальнейшей профессиональной деятельности инженера.

### **Список использованных источников**

1. Болбат, О.Б. Современный подход к преподаванию графических дисциплин в вузе / О.Б. Болбат // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: модернизация отечественного высшего образования в контексте национальных традиций: Материалы XXX Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 30 января 2019 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 200-203. – EDN MJFBUJ.

2. Петухова, А.В. Процесс обучения начертательной геометрии в техническом вузе / А. В. Петухова, И.А. Сергеева // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: материалы научно-практической конференции (заочной) с международным участием, Тольятти, 27–28 ноября 2014 года / Ответственный редактор А.Ю. Нагорнова. – Тольятти: SIMJET, 2014. – С. 446-452. – EDN THOOKP.

3. Болбат, О.Б. Роль научно-исследовательской работы студентов в подготовке будущих специалистов / О.Б. Болбат, Е.С. Закирова, О.Ю. Хекало // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2021. – № 11-2. – С. 62-66. – DOI 10.37882/2223-2982.2021.11-2.07. – EDN EBIESX.

## **BUILDING A THREE-DIMENSIONAL MODEL AND DRAWING OF A SPRING IN A COMPASS**

**M.S. Pilipenko**

*Siberian Transport University,  
Novosibirsk, Russia*

The article describes an attempt to build a three-dimensional model of a compression spring in the KOMPAS computer-aided design system in two versions - using the shaping command Element along the path and using the Compass Mechanics application.

**Key words:** university, engineering graphics, spring, 3D modeling, drawing, Compass



# ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В КУРСЕ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

М.Д. Поздняков, В.А. Шорин

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье на примерах ряда механизмов показано, что метод предельных переходов в преподавании ТММ позволяет сэкономить время на изложение целого ряда вопросов, а также облегчить внедрение вычислительной техники в учебный процесс.

**Ключевые слова:** механизм, предел, параметр, звено, метод

Метод предельных переходов позволяет преподавателю сэкономить время на изложение целого ряда вопросов, придать изложению материала более логичную последовательность и общность, а так же облегчить внедрение вычислительной техники в учебный процесс и инженерные расчеты по выбору оптимальных сочетаний параметров в механизмах.

При применении метода предельных переходов главным является выбор базового в данной группе механизма. Базовым называется такой механизм группы, аналитические выражения различных величин которого можно использовать для получения аналогичных выражений в других механизмах группы путем нахождения пределов при устремлении одного или нескольких параметров этого механизма к определенным значениям.

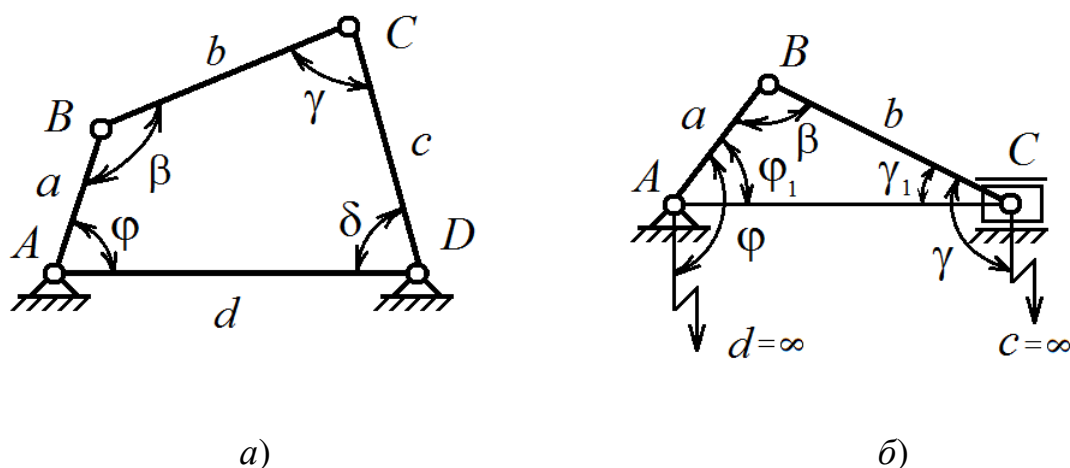


Рисунок 1 – Четырехзвенные рычажные механизмы:  
а – базовый; б – кривошипно-ползунный

Базовым из четырехзвенных плоских рычажных механизмов является четырехшарнирный механизм. Покажем применение предельных переходов на формулах положений (перемещений) звеньев, т.е. решим задачу определения положения звеньев шарнирного четырехзвенника.

На рис.1, *a* показан базовый механизм с обозначением его характерных параметров.

Известные формулы положений звеньев такого механизма имеют вид [1]

$$\gamma = \arccos(e + f \cos \varphi); \quad (1)$$

$$\delta = \arctg \frac{b \sin \arccos(e + f \cos \varphi)}{c - b(e + f \cos \varphi)} + \arctg \frac{a \sin \varphi}{d - a \cos \varphi}; \quad (2)$$

$$\beta = 360^\circ - \gamma - \varphi - \delta, \quad (3)$$

где  $e = (b^2 + c^2 - a^2 - d^2)/2bc$ ;  $f = ad/bc$ .

Для положения точки *C* имеем

$$AC = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta}. \quad (4)$$

Полагая в выражениях (1), (2)  $c \rightarrow \infty$ ,  $d \rightarrow \infty$ , для кривошипно-ползунного механизма находим

$$\lim_{\substack{c \rightarrow \infty \\ d \rightarrow \infty}} \cos \gamma = \lim_{\substack{c \rightarrow \infty \\ d \rightarrow \infty}} \left[ \frac{b^2 + c^2 - a^2 - d^2}{2bc} + \frac{ad}{bc} \cos \varphi \right] = \frac{a}{b} \cos \varphi; \quad (5)$$

$$\lim_{\substack{c \rightarrow \infty \\ d \rightarrow \infty}} \delta = \lim_{\substack{c \rightarrow \infty \\ d \rightarrow \infty}} \left[ \arctg \frac{b \sin \arccos(e + f \cos \varphi) + c^2 - a^2 - d^2}{c - b(e + f \cos \varphi)} + \arctg \frac{a \sin \varphi}{d - a \cos \varphi} \right] = 0. \quad (6)$$

Так как  $\gamma = 90^\circ + \gamma_1$ ,  $\varphi = 90^\circ + \varphi_1$  (рис.1), из (5) и (3) соответственно получаем

$$\sin \gamma_1 = \frac{a}{b} \sin \varphi_1, \quad (7)$$

$$\beta = 360^\circ - (90^\circ + \gamma_1) - (90^\circ + \varphi_1) - 0 = 180^\circ - \gamma_1 - \varphi_1. \quad (8)$$

Из выражения (4), учитывая (8), имеем

$$AC = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos(\varphi_1 + \gamma_1)} = a \cos \varphi_1 + b \cos \gamma_1. \quad (9)$$

Выражения (7) и (9) характеризуют положения звеньев кривошипно-ползунного механизма.

Если в (1)–(3) положить  $b \rightarrow \infty$ ,  $c \rightarrow \infty$ , то аналогично можно получить формулу, характеризующую положения звеньев кулисного механизма.

Рассмотрим применение предельных переходов на примере зубчатых механизмов. Выражение для определения коэффициента торцевого перекрытия прямозубой цилиндрической передачи имеет вид [1]

$$\varepsilon_\alpha = 1/2\pi [z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha_w) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a2} - \operatorname{tg}\alpha_w)]. \quad (10)$$

В реечном зубчатом зацеплении  $x_2 = 0$ ,  $\Delta y = 0$  (индекс 2 относится к рейке). Коэффициент торцевого перекрытия  $\varepsilon_\alpha$  реечного зацепления можно получить из (10) предельным переходом  $z_2 \rightarrow \infty$ , принимая во внимание, что  $x_2 = 0$ ,  $\Delta y = 0$ . При этом

$$\begin{aligned} \varepsilon_\alpha &= \lim_{z_2 \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} [z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha_w) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a2} - \operatorname{tg}\alpha_w)] = \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha) + \\ &+ \lim_{z_2 \rightarrow \infty} \frac{z_2}{2\pi} (\operatorname{tg}\alpha_{a2} - \operatorname{tg}\alpha_w) \end{aligned} \quad (11)$$

Для нахождения предела второго слагаемого в (11) раскрываем неопределенность вида  $\infty \cdot 0$  и применяем правило Лопиталя. В результате для коэффициента торцевого перекрытия реечной зубчатой передачи получаем выражение

$$\varepsilon_{\alpha \text{ пр}} = \lim_{z_1 \rightarrow \infty} \left[ \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha) + \frac{2(h_a^* - x_1)}{\pi \sin 2\alpha} \right]. \quad (12)$$

Известно [1], что коэффициент торцевого перекрытия не может быть больше  $\varepsilon_{\alpha \text{ пр}} = 1,982$ . Такой коэффициент соответствует зацеплению двух реек.

$\varepsilon_{\alpha \text{ пр}}$  можно найти из (12), если определить предел при  $z_1 \rightarrow \infty$ , учитывая что в этом случае  $x_1 = 0$ . По аналогии с предыдущим пределом имеем

$$\varepsilon_{\alpha \text{ пр}} = \lim_{z_1 \rightarrow \infty} \left[ \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg}\alpha_{a1} + \operatorname{tg}\alpha) + \frac{2(h_a^* - x_1)}{\pi \sin 2\alpha} \right] =$$

$$= \frac{2h_a^*}{\pi \sin 2\alpha} + \frac{2h_a^*}{\pi \sin 2\alpha} = \frac{4h_a^*}{\pi \sin 2\alpha} = \frac{4 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,6428} = 1,982.$$

Найдем КПД реечной передачи, пользуясь формулой для КПД зубчатой передачи [1]

$$\eta = 1 - \frac{\pi f \varepsilon_\alpha}{2} \left( \frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) - \frac{1}{m \cos \alpha} \left( \frac{f'_1 d_1}{z_1} + \frac{f'_2 d_2}{z_2} \right). \quad (13)$$

Определяя в выражении (13) предел при  $z_1 \rightarrow \infty$ , получаем КПД реечной зубчатой передачи в виде

$$\eta = 1 - \frac{\pi f \varepsilon_\alpha}{2} - \frac{1}{m \cos \alpha} \left( \frac{f'_1 d_1}{z_1} + f_2 m \right). \quad (14)$$

В (14)  $\varepsilon_\alpha = \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha) + \frac{2(h_a^* - x_1)}{\pi \sin 2\alpha}$ , а  $f_2 m$  найдено из предела

$$\lim_{z_2 \rightarrow \infty} \frac{f'_2 d_2}{z_2} = \lim_{z_2 \rightarrow \infty} f'_2 \frac{m(z_2 - a)}{z_2} = f_2 m, \quad (15)$$

где  $f_2$  – коэффициент трения в направляющих рейки. Так как направляющие рейки плоские, то  $\lim_{z_2 \rightarrow \infty} d_2 = 0$  и при нахождении предела (15) справедлива запись  $d_2 = m(z_2 - a)$  ( $a$  – некоторая конечная величина).

Предельные переходы можно использовать и при изложении вопросов теории кулачковых передач. Для кулачкового механизма с коромысловым толкателем (рис.2,а) тангенс угла давления определяется по формуле [1]:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sin(\psi_0 + \psi)} \left[ \cos(\psi_0 + \psi) - \frac{L}{A} \left( 1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right) \right]. \quad (16)$$

В случае кулачкового механизма с поступательно движущимся роликовым толкателем выражение для  $\operatorname{tg} \alpha$  получаем предельным переходом из (16) при  $L \rightarrow \infty$ . Для этого умножаем и делим (16) на  $L$ , тогда (см.рис.2,а)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{CK} \left[ A - KO_1 - \frac{L^2}{A} + \frac{L}{A} \left( \frac{V_C}{\omega_1} \right) \right]. \quad (17)$$

Переходя в (17) к пределу  $L \rightarrow \infty$ , получаем (рис.2,б)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_C / \omega_1 - e}{h_0 + h}. \quad (18)$$

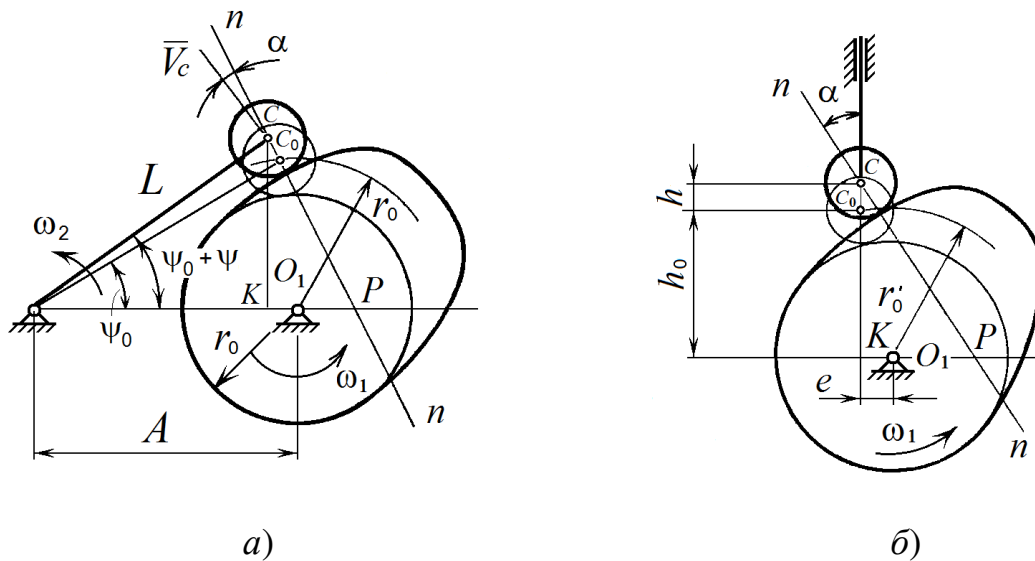


Рисунок 2 – Кулачковые механизмы:  
 а – базовый, с коромысловым толкателем;  
 б – с поступательно движущимся роликовым толкателем

Предельные переходы могут использоваться не только для получения аналитических результатов, но и для получения графических построений. Следует отметить, что метод предельных переходов дает в руки преподавателя удобный инструмент, позволяющий компактно изложить и многие другие вопросы курса ТММ.

#### Список использованных источников

1. Фролов, К.В. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов. 2003, 496 с.

#### LIMIT TRANSITIONS IN THE COURSE OF THE THEORY OF MECHANISMS AND MACHINES

M.D. Pozdnyakov, V. A. Shorin

*Penza State University,  
 Penza, Russia*

In the article, using examples of a number of mechanisms, it is shown that the method of marginal transitions in teaching TMM allows you to save time on the presentation of a number of issues, as well as facilitate the introduction of computer technology in the educational process.

**Key words:** mechanism, limit, parameter, link, method

## РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СФЕРЫ ЛОГИСТИКИ

С.А. Пославский, А.А. Боярченко<sup>1</sup>

*Иркутский государственный университет путей сообщения,  
г. Иркутск, Россия*

Внедрение информационных технологий на основе искусственного интеллекта является наиболее дискуссионным вопросом в различных отраслях науки. То, что ИИ является востребованным и необходимым элементом успешной реализации тех или иных отраслей – очевидно, однако данная тема в науке полемична. В сфере логистики внедрение ИИ является необходимым, т.к. с прогрессирующими информационно-коммуникационными технологиями логистические компании как никогда востребованы ввиду того, что большинство совершаемых покупок сегодня осуществляются онлайн, а доставка этих товаров осуществляется логистическими компаниями. Значимость ИИ в логистике подтверждается и тем, что благодаря использованию технологий на ее основе устраняются различные принципиально важные проблемы. Настоящая статья посвящена анализу особенностей ИИ и его роли в совершенствовании логистической сферы.

**Ключевые слова:** логистика, искусственный интеллект, совершенствование, проблемы, системы, технологии

Понятие информационных технологий (далее – ИТ) миру известно с конца XX века. Однако данный термин наиболее актуализировался в последние годы. То, что ИТ стали неотъемлемой частью жизни людей и государства – несомненно. Сегодня ИТ рассматриваются как основа эффективной реализации той или иной отрасли. Данное касается и экономики, и политики, промышленности, транспортировки и т.л. Основа сегодняшнего развития выступают именно результаты научно-технической революции.

С более «близким знакомством» с информационными и информационно-коммуникационными технологиями, появился и другой термин – искусственный интеллект (далее – ИИ).

Так содержание термина ИИ отражает способность компьютерных технологий выполнять задачи, которые ранее решались исключительной разумным существом – человеком. Настоящий термин наиболее часто применяется в сферах, в которых необходимы интеллектуальные ресурсы [1, с. 14].

Чаще всего понятие «искусственный интеллект» определяет описание технологий, реализующие процессы, ранее осуществлявшиеся человеком,

---

<sup>1</sup> Научный руководитель – Е. В. Маловецкая, к.т.н., доцент

например, обучение, экспертная реализация. Сегодня в обиходе имеется и машинное обучение, и специализированные экспертные системы.

Отметим, что свое применение ИИ находит в различных отраслях. Как и внедрение отдельных технологий, так и внедрение цифровых компьютеров на основе ИИ сегодня является главной стратегической задачей государства.

Рассмотрим ИИ в контексте логистических услуг. Значение искусственного интеллекта в логистике обусловлено тем, что благодаря система на его основе возможна реализация обработки достаточно широкого объема данных. Искусственный интеллект способствует рациональному использованию временных ресурсов. ИИ обладает не только перечисленными качествами, но и располагает инструментами, способствующие достижению заданной цели в условиях последовательности [2, с. 123].

Рассмотрим наиболее актуальную систему ИИ. В качестве первой такой системы приведем NLP, позволяющий обрабатывать естественный язык. В контексте логистики настоящая система актуализируется ввиду его свойств качественной и оперативной обработки информации. Для логистических компаний это важно, т.к. к ним поступает большое количество объемной информации. Система позволяет упрощенно интерпретировать различные термины, переводить их с профессионального «языка». Системе имеет свойство также самообучаться и расширяться.

Обычный сотрудник логистической компании с помощью искусственного интеллекта может перерабатывать значительно больше информации о доставке и транспортировке.

Положительные стороны ИИ в логистике:

- с точки зрения экономии, ИИ актуален тем, что его приобретение в долгосрочной ретроспективе обходится дешевле, чем сам человеческий ресурс;
- с точки зрения временных затрат, ИИ не нуждается в перерыве;
- ИИ может не укладываться в нормированный рабочий день.

Важной частью сохранения долгой эксплуатации систем на основе ИИ является прохождение техобслуживания, и своевременная переустановка программного обеспечения [6].

Внедрение искусственного интеллекта в логистическую сферу прежде всего гарантирует достоверность в обработке достаточно массивных данных. Для логистических компаний данное важно ввиду того, что прибыль этих компаний увеличивается во много раз.

Стоит отметить и важность предикативной аналитики. Если ранее планирование логистических цепочек реализовывалось с помощью человеческого ресурса, сегодня маршрутизация и многие другие элементы реализации логистики осуществляются на основе ИИ, что позволяет оптимизировать различные логистические процессы [3, с. 111].

Сортировка и сетевой анализ пропускных составляющих позволяют наиболее эффективно реализовывать логистику. ИИ собирает данные, которые наиболее точны в условиях наименьших временных затрат. Примером эффективного использования ИИ может быть международная компания – транспорт-

ный литер DHL, платформа которой может отслеживать более 10 млн, сообщений на различных платформах.

Благодаря NLP и ML система может осуществлять извлечение из различных разговоров информацию о нехватке того или иного товара потребления, а также отслеживать статусы поставщиков.

Логистические компании, реализующие свою деятельность с применением ИИ в числе лидеров, что, конечно и подтверждает значение система на основе искусственного интеллекта.

Логистические склады уже и вовсе не обходятся без технологий на основе ИИ. Они буквально упрощают процесс погрузки и разгрузки, процесс инвентаризации. Так, в качестве примера приведем транспортную немецкую компанию DB Schenker, которая реализовывала проект на своем складе. Проект был нацелен на активизацию автономных роботов, которые объединены ИИ с камерами со стереоскопической функцией. Роботы со «зрением», управляемые искусственным интеллектом могли ориентироваться в пространстве, выполняя назначенную команду успешно на 60 %. Так, роботами успешно реализовывалась погрузка и инвентаризация [5]. Однако, цель немецкой компании не лишение человека труда, а направление человеческих ресурсов на личное взаимодействие с клиентами.

Отметим, что в России организаций, которые организуют логистику с помощью роботов практически нет. Компания Ronavi занимается разработкой роботов, которые сегодня используются на складах Faberlic, «Газпромнефть», «ПЭК». Так как практика применения искусственного интеллекта уже имеется, перечислим основные важные аспекты, подтверждающие необходимость повсеместного внедрения систем и технологий ИИ в логистической отрасли:

- наиболее эффективное управление данными клиентов, а также наиболее результативное обслуживание. Сегодня логистические компании нужны как никогда. С развитием информационных технологий заказы различного содержания реализуются в основном с помощью онлайн серверов, поэтому «обходимость» с личными данными и с самими клиентами очень важна;

- повышение уровня безопасности труда сотрудников. Данный аспект весьма важен ввиду того, что различные виды травм требуют дополнительных затрат со стороны работодателя. А на складах логистических компаний данное несомненно может произойти;

- точность и эффективность, которые могут быть достигнуты благодаря автоматизации множества процессов и принятия решений;

- снижение цены, которое происходит за счет сокращения количества ошибок.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает важность повсеместного внедрения технологий на основе искусственного интеллекта в сфере логистики. Данное позволит поднять уровень производительности труда, а также способствует сокращению временных и денежных затрат логистических компаний.



## Список использованных источников

1. Аева, М.А. Система единого планирования для всех видов транспорта / М.А. Аева, Е.В. Маловецкая // Инфраструктура и эксплуатация наземного транспорта: материалы международной студенческой научно-практической конференции: в 2 частях, Нижний Новгород, 10 апреля 2019 года / Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Новгороде. – Нижний Новгород: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «21 век», 2019. – С. 11-16. – EDN QUOZQY.
2. Маловецкая, Е.В. Влияние контейнерных перевозок на повышение экономического потенциала транспортной отрасли / Е.В. Маловецкая, Д.П. Бичигов // Повышение управленческого, экономического, социального и инновационно-технического потенциала предприятий, отраслей и народно-хозяйственных комплексов: Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 19–20 мая 2022 года / Под научной редакцией Ф.Е. Удалова, В.В. Бондаренко. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 164-167. – EDN GDSKFJ.
3. Ворона, А.А., Шкарупа А.С. Цифровизация деятельности федеральной таможенной службы России в Северо-Западном федеральном округе // Бюллетень инновационных технологий. – 2020. – Т. 4. – № 4 (16). – С. 11-15.
4. Григорьев, М.Н. Коммерческая логистика: теория и практика: учебник для вузов / М.Н. Григорьев, В. В. Ткач, С. А. Уваров. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 507 с.
5. Логистика: монография / В.В. Багинова, Л.С. Федоров, Е.А. Сысоева [и др.] ; под ред. В.В. Багиновой. – Москва: Прометей, 2020. – 292 с.
6. Planning of qualitative indexes of railroad operational work in polygon technologies / E.V. Malovetskaya, R.S. Bolshakov, A.V. Dimov, A. A. Byshlyago // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019, Moscow, 21–24 мая 2019 года. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012041. – DOI 10.1088/1757-899X/760/1/012041. – EDN DUKRFZ.

## THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN IMPROVING THE SPHERE OF LOGISTICS

**S.A. Poslavsky, A.A. Boyarchenko**

*Irkutsk State University of Railways and Communications,  
Irkutsk, Russia*

The introduction of information technologies based on artificial intelligence is the most controversial issue in various branches of science. The fact that AI is a demanded and necessary element for the successful implementation of certain industries is obvious, but this topic in science is polemical. In the field of logistics, the introduc-

tion of AI is necessary, because. With advancing information and communication technologies, logistics companies are in demand more than ever, due to the fact that most of the purchases made today are made online, and the delivery of these goods is carried out by logistics companies. The importance of AI in logistics is also confirmed by the fact that due to the use of technologies based on it, various fundamentally important problems are eliminated. This article is devoted to the analysis of the features of AI and its role in improving the logistics sector.

**Key words:** logistics, artificial intelligence, improvement, problems, systems, technologies

УДК 631.15.01

## СИСТЕМА SCADA В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

П.М. Раздымаха, В.И. Шаферов, А.В. Куйдин

*Сибирский федеральный университет,  
Институт горного дела геологии и геотехнологий,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассмотрена SCADA система, представлено ее определение, структуру и особенности процесса управления, разобрано назначение SCADA систем, рассмотрены ее задачи, и то, для чего она предназначена.

**Ключевые слова:** SCADA система, мониторинг, управление, информация, коммуникация

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) представляет собой диспетчерскую систему, предназначенную для выполнения функций сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления в реальном времени. ПО данного класса может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях деятельности, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами. В основном, SCADA является частью асу, диспетчерской системы, отвечающей за мониторинг технологических параметров и удаленное управление оборудованием

Любая SCADA-система, включает три компонента: удалённый терминал (RTU – Remote Terminal Unit), диспетчерский пункт управления (MTU – Master Terminal Unit) и коммуникационную систему (CS – Communication System).

Удаленный терминал подключается непосредственно к контролируемому объекту и осуществляет управление в режиме реального времени. Таким терминалом может служить как примитивный датчик, осуществляющий съём информации с объекта, так и специализированный многопроцессорный отказо-

устойчивый вычислительный комплекс, осуществляющий обработку информации и управление в режиме реального времени.

Главный, центральный, терминал или диспетчерский пункт. На нем ведется обработка данных и их управление на самом высоком уровне. Тут используется режим мягкого реального времени. Главная задача этого структурного компонента SCADA-системы – это создание человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего эргономическую работу оператора с АСУ ТП. В зависимости от поставленных задач для создания НМІ используется, как одиночный компьютер, на который стекается вся информация с разных точек хозяйствующего объекта, так и целая вычислительная система, объединяющая в единое целое все локальные пульта управления. Именно при создании центрального пульта управления решаются задачи обеспечения информационной безопасности работы предприятия. Он обеспечивает человеко-машинный интерфейс. MTU может быть как одиночным компьютером с дополнительными устройствами подключения к каналам связи, так и большой вычислительной системой или локальной сетью рабочих станций и серверов.

Коммуникационная система необходима для передачи данных с RTU на MTU и обратно. В качестве коммуникационной системы могут использоваться следующие каналы передачи данных: выделенные линии, радиосети, аналоговые телефонные линии, сотовые сети. Зачастую устройства подключаются к нескольким сетям для обеспечения надёжности передачи данных.

В системах SCADA обязательно наличие человека (оператора, диспетчера). Потому что, любое неправильное воздействие может привести к отказу объекта управления или даже катастрофическим последствиям. Диспетчер должен следить за работой системы и поэтому он несет, как правило, общую ответственность за управление системой, которая, при нормальных условиях, только изредка требует подстройки параметров для достижения оптимального функционирования. Большую часть времени диспетчер пассивно наблюдает за отображаемой информацией. Активное участие диспетчера в процессе управления происходит нечасто, обычно в случае наступления критических событий - отказов, аварийных и нештатных ситуаций и пр. Действия оператора в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени (несколькими минутами или даже секундами).

SCADA Предназначены для осуществления мониторинга и диспетчерского контроля большого числа удаленных объектов (от 1 до 10000, иногда на расстоянии в тысячи километров друг от друга) или одного территориально распределенного объекта. К таким объектам относятся нефтепроводы, газопроводы, водопроводы, электrorаспределительные подстанции, водозаборы, дизель-генераторные пункты и т.д.

Главная задача SCADA-систем – это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Также, SCADA-система должна обеспечивать долгосрочное архивирование полученных данных. Диспетчер зачастую обладает возможностью не только пассивно наблюдать за объектом, но и им управлять им, реагируя на различные ситуации.

Также задачами SCADA-систем:

- обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы;
- обработка информации в реальном времени;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.).
- сбор данных от датчиков и представление их оператору в удобном для него виде, включая графики изменения параметров во времени;
- дистанционное управление исполнительными механизмами;
- ввод заданий алгоритмам автоматического управления;
- реализация алгоритмов автоматического контроля и управления (чаще эти задачи возлагаются на контроллеры, но SCADA-системы тоже способны их решать).

### Список использованных источников

- 1 SCADA система, что это такое [Электронный ресурс]: компания «Indusoft-Ukraine». – Киев, 2019. – Режим доступа: <https://indusoft.com.ua/publications/scada-systema-chto-jeto-takoe/>.
- 2 Supervisory Control And Data Acquisition [Электронный ресурс]: интернет-портал «TAdviser». – Москва, 2020. – режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (Статья - Supervisory Control And Data Acquisition).
- 3 Что такое SCADA [Электронный ресурс]: компания «Datasolution». – Москва, 2014. – Режим доступа: <http://datasolution.ru/chto-takoe-scada>.
- 4 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) [Электронный ресурс]: НТЦ «Энерго-ресурс». – Долгопрудный, 2020. – Режим доступа: <https://en-res.ru/stati/scada.html>.
- 5 Современные системы SCADA: цифровой нефтепромысел в вашем распоряжении [Электронный ресурс]: Neftegaz.ru. – Москва, 2018. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/Oborudovanie-uslugi-materialy/331485-sovremennye-sistemy-scada-tsifrovoy-neftepromysel-v-vashem-rasporyazhenii/>.

### SCADA SYSTEM IN PRODUCTION MANAGEMENT

**P.M. Razdymakha, V.I. Shoferov, A.V. Kuydin**

*Siberian Federal University, Institute of Mining Geology and Geotechnologies,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article examines the SCADA system, presents its definition, structure and features of the management process, analyzes the purpose of SCADA systems, considers its tasks, and what it is intended for.

**Keywords:** SCADA system, monitoring, management, information, communication

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕГИРУЮЩЕЙ ПРИМЕСИ

Е.А. Рыблова В.С. Волков

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В настоящее время снижение температурной зависимости полупроводниковых тензодатчиков является актуальной темой для исследования. Использование численного метода для определения оптимальной концентрации легирующей примеси является наиболее целесообразным с точки зрения точности полученного результата.

**Ключевые слова:** полупроводниковые датчики давления, тензорезистивные датчики давления, температурная зависимость, концентрация легирующей примеси

В настоящее время в ракетно-космической промышленности широко применяются полупроводниковые тензорезистивные датчики давления мембранного типа. Чувствительным элементом таких датчиков является кремниевая мембрана с расположенной на ней мостовой схемой (мост Уитстона). Такие датчики характеризуются температурной зависимостью выходного сигнала, которая обусловлена зависимостью коэффициента тензочувствительности кремния от температуры и уровня легирования.

Одним из методов компенсации температурной зависимости является определение уровня легирующей примеси, позволяющего снизить температурную погрешность. Ранее в статье [1] был описан приближенный графический метод для решения этой задачи. Значение концентрации легирующей примеси, полученное графическим методом, составило  $5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ . Следует отметить, что значение легирующей примеси, найденное графическим методом, нельзя считать достаточно точным для оценки влияния концентрации бора на температурную погрешность полупроводникового преобразователя [2].

Для определения значения оптимального значения концентрации легирующей примеси, позволяющей снизить температурную зависимость была разработана методика, блок-схема алгоритма которой представлена на рисунке 1.

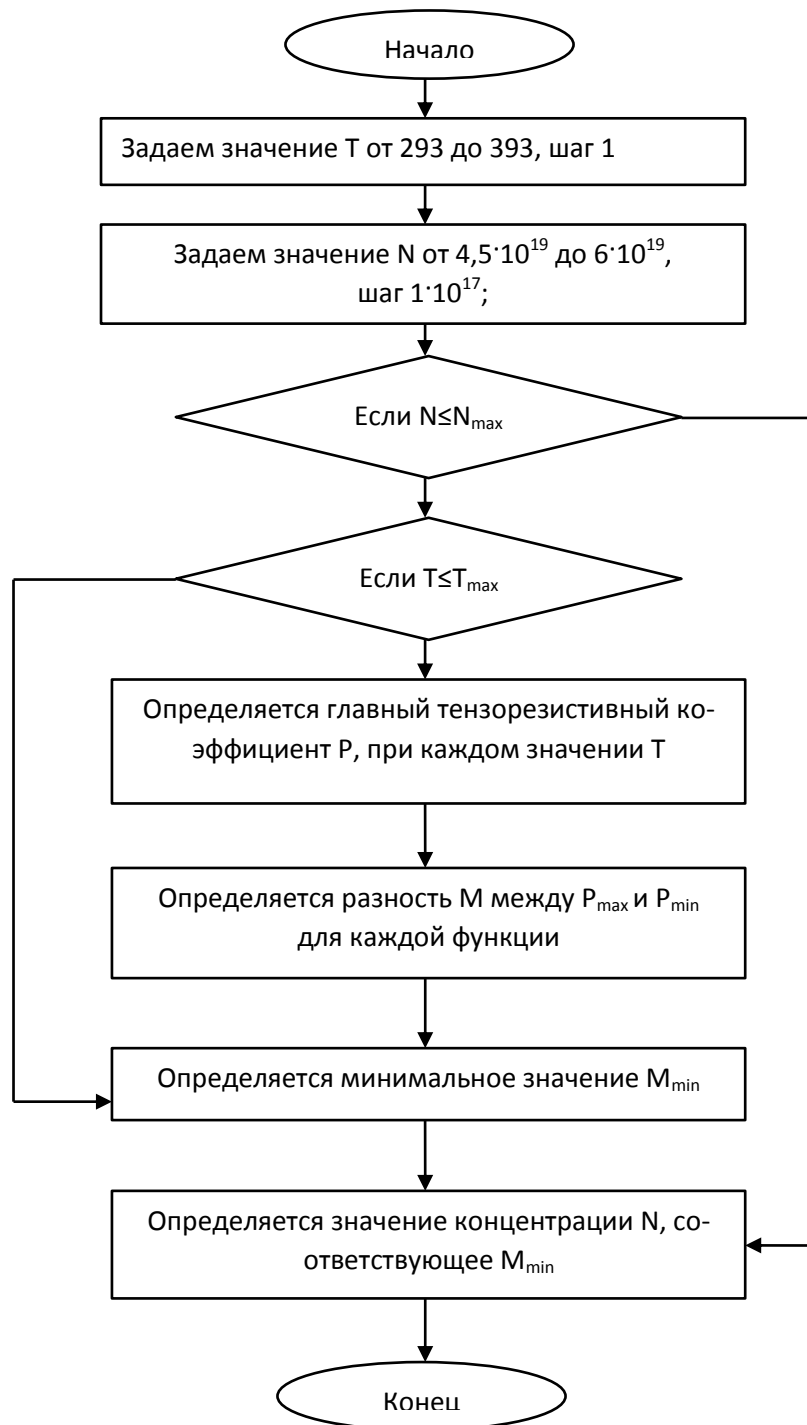


Рисунок 1 – Алгоритм определения оптимальной концентрации легирующей примеси на основе минимальной температурной зависимости коэффициента тензочувствительности.

#### Описание алгоритма

1 Задается диапазон значений температуры  $T$  от 293 K до 393 K, с шагом 1 K и диапазон значений концентрации легирующей примеси  $N$  от  $4,5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  до  $6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  с шагом  $1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ .

2 Далее задается условие «Если значение концентрации легирующей примеси меньше или равно максимальному значению концентрации легирующей

щей примеси « $N \leq N_{max}$ », то значение температуры  $T$  принимается равным минимально заданному значению температуры  $T_{min}$ .

3 Далее задается следующее условие «Если значение температуры  $T$  меньше или равно максимально заданному значению температуры « $T \leq T_{max}$ » то рассчитывается главный тензорезистивный коэффициент  $P$  для каждого значения температуры по формуле (1).

$$P(N, T) = \frac{300}{T} \cdot \frac{1}{(1 + \exp(-\eta_f(N, T))) \cdot (\ln(1 + \exp(\eta_f(N, T))))}, \quad 1)$$

4 После расчета главного тензорезистивного коэффициента  $P$  и получения массива значений рассчитывается разность  $M$  между  $P_{max}$  и  $P_{min}$  для каждой функции главного тензорезистивного коэффициента  $P$ . Определяется минимальное значение разности  $M$  а затем соответствующее ему значение концентрации легирующей примеси  $N$ .

5 Результатом расчета явилось определение концентрации легирующей примеси  $N = 5,13 \cdot 10^{19}$ , при котором температурная зависимость коэффициента тензочувствительности минимальна.



Рисунок 2 – Алгоритм определения максимального значения относительной погрешности выходного сигнала мостовой схемы

На рисунке 2 представлен алгоритм расчета температурной погрешности выходного сигнала мостовой схемы. Следует отметить что расчет производится для полной мостовой схемы, состоящей из четырех тензорезисторов (мост Уитстона). Для наилучшего понимания расчета температурной погрешности, после рисунка 2 приводится описание работы алгоритма.

1. Для начала задается минимальное значение температуры  $T_{min} = 293 \text{ K}$ , а также значения сопротивлений тензорезисторов мостовой схемы, формулы (2)-(5).

$$R_1 = R_0 \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T_{min})\right) \quad 2)$$

$$R_2 = R_0 \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T_{min})\right) \quad 3)$$

$$R_3 = R_0 \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T_{min})\right) \quad 4)$$

$$R_4 = R_0 \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T_{min})\right) \quad 5)$$

2. Затем рассчитывается выходное напряжение мостовой схемы при питании от источника напряжения по формуле (6):

$$U_{max} = U_p \cdot \frac{R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)} \quad 6)$$

3. Задается условие если температура  $T$  меньше или равно максимальному значению температуры «Если  $T \leq T_{max}$ », то выполняется последующий расчет

4. Сопротивление каждого из тензорезисторов с учетом ТКС (температурного коэффициента сопротивления) по формулам (7-10), при каждом значении температуры, которое соответствует условию пункта 3.

$$R_1(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{max} - T)) \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T)\right) \quad 7) \quad ($$

$$R_2(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{max} - T)) \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T)\right) \quad 8) \quad ($$

$$R_3(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{max} - T)) \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T)\right) \quad 9) \quad ($$

$$R_4(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{max} - T)) \cdot \left(1 + \frac{\pi 44}{2} \cdot \sigma \cdot P(T)\right) \quad 10) \quad ($$

5. После определения сопротивления каждого из тензорезисторов определяется значение выходного напряжения мостовой схемы с учетом рассчитанных в пункте 4 сопротивлений по формуле (11).

$$U_{max} = U_p \cdot \frac{R_1(T) \cdot R_4(T) - R_2(T) \cdot R_3(T)}{(R_1(T) + R_2(T)) \cdot (R_3(T) + R_4(T))} \quad 11)$$



6. Определяется относительная погрешность выходного сигнала по формуле (12) для каждого случая, получается массив значений относительной погрешности  $\delta$

$$\delta = \left| \frac{U_i - U_{\max}}{U_{\max}} \right| \cdot 100\% \quad 12)$$

7. Из массива полученных значений погрешности выходного сигнала находим максимальное значение, которое равно 0,41 %.

Снижение температурной зависимости выходного сигнала полупроводниковых тензорезистивных датчиков возможно за счет введения определенного значения концентрации легирующей примеси в полупроводник. Определение оптимальной концентрации, позволяющей снизить температурную зависимость возможно с помощью расчетного метода, а именно методом написания алгоритма. Значения полученные при определении концентрации легирующей примеси графическим и аналитическим методами представлены в таблице 1.

Таблица 1

| Метод определения концентрации | Значение концентрации                | Температурная погрешность выходного сигнала |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| Графический метод              | $5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$    | 2,14 %                                      |
| Аналитический метод (алгоритм) | $5,13 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ | 0,41 %                                      |

Из сведений, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что аналитический метод определения является наиболее точным, а значение концентрации, полученное аналитическим методом -  $5,13 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ , позволяет снизить температурную погрешность выходного сигнала почти в 5 раз в сравнении со значением полученным графическим методом.

### Список использованных источников

1. Волков, В.С., Рыблова Е.А., Кудрявцев А.А. «Исследование влияния концентрации легирующей примеси на температурную погрешность полупроводниковых тензорезистивных датчиков давления» Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2017. – Т.2. – С.174-177.

2. Волков, В.С., Волкова Н.В., Рыблова Е.А. «Совершенствование методики определения оптимальной концентрации бора при создании кремниевых тензопреобразователей давления» В сборнике: Актуальные проблемы химического образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции учителей химии и преподавателей вузов. Под общей редакцией Н.В. Волковой. – 2020. – С.93-96.

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL VALUE OF THE DOPANT CONCENTRATION

E.A. Ryblova, V.S. Volkov

*Penza State University,  
Penza, Russia*

Currently, reducing the temperature dependence of semiconductor load cells is an urgent topic for research. The use of a numerical method to determine the optimal concentration of an alloying impurity is the most appropriate from the point of view of the accuracy of the result obtained.

**Keywords:** Semiconductor pressure sensors, strain-resistant pressure sensors, temperature dependence, concentration of dopant

УДК656.073.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ, НА ПРИМЕРЕ МАГАЗИНОВ «КАРАВАН»

В.В. Салмин, В.А. Борисова

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье проведён анализ решения транспортной задачи, построена модель оптимизации транспортно-технологических процессов доставки грузов в магазины «Караван».

**Ключевые слова:** моделирование, транспортная задача, перевозки грузов, транспортные процессы, оптимизация доставки товаров

Транспортная логистика сегодня стала жизненно важным компонентом экономики любой страны. Активное применение принципов логистики в практической и экономической деятельности различных хозяйствующих субъектов обосновывается необходимостью сокращения времени между приобретением сырья, материалов, товаров и реализацией готовой продукции конечным потребителям или посредникам.

Логистические методы и способы оптимизации поставок различных материальных потоков позволяют сокращать излишние материальные запасы, а в ряде случаев вообще отказаться от их использования. Они создают условия для

сокращения времени доставки готовой продукции, ускорения процесса ее получения, повышения уровня предпродажного и послепродажного сервиса. Для того, чтобы решить указанные проблемы создаются модели реальных транспортных процессов. Одной из областей применения транспортного моделирования является процесс оптимизации доставки грузов в сетевых магазинах.

В настоящее время в г. Пензе действует несколько сетевых магазинов и оптимизация процессов поставки продовольственных товаров является важной задачей. Рассмотрим транспортную логистику перевозки товаров по магазинам «Караван» с применением решения транспортной задачи.

Суть транспортной задачи заключается в составлении плана перевозок, который имеет минимальную стоимость и позволяет вывезти все грузы для удовлетворения всех потребностей. При решении данной класса задач можно задавать ограничения по времени, объемам поставок и другие критерии оптимизации [1]. Для моделирования логистических процессов и решения вышеуказанных задач целесообразнее всего использовать табличный процессор MS Excel или другие компьютерные программы в том числе и программы, которые имеются в Интернете.

Решение модели обеспечения поставок в магазины «Караван» товаров рассмотрим на примере двух магазинов расположенных, в районе жилого массива улиц Окружной и Кижеватова г. Пензы при этом будем ориентироваться на то, чтобы поставки товаров удовлетворяли следующим требованиям:

- стоимость системы должна быть минимальна;
- требования потребителей должны выполняться без превышения грузоподъемности транспортных средств;
- количество используемых транспортных средств должно быть минимальным;
- длина маршрута не должна превышать пределов заданного максимального расстояния;
- продолжительность маршрута не выходит за пределы установленного времени;
- маршруты транспортных средств проходят только через один объект;
- пропускная способность объекта должна соответствовать его возможностям так чтобы не происходили простои транспортных средств.

Для решения конкретной задачи по доставке товаров по магазинам «Караван» г. Пензы был выполнен анализ доставки товаров в два магазина, которые мы при решении транспортной задачи обозначим буквами «А» и «Б», а поставщиков (склады, базы, малые предприятия и пр.) обозначим номерами от 1 до 12.

Общая постановка задачи. У магазина имеется парк машин одинаковой грузоподъемности и вместимости. Необходимо в заданные сроки перевезти определенное количество грузов в магазины сети «Караван». На основании заявок от потребителей автоперевозчик формирует задание на день в целом. Ставится задача: найти для каждого поставщика оптимальный вариант доставки,

чтобы обеспечить выполнение задач в целом и снизить расходы на доставку товаров в магазин.

Как показал анализ работы поставщиков магазинов «Караван» для перевозки грузов в г. Пензе в основном применяют автомобили ГАЗель, марки ГАЗ-3302 «Фургон». Техническую характеристику этих автомобилей принимаем для решения транспортной задачи в следующих пределах: минимальная скорость автомобиля на маршруте 10 км/ч, а максимальную скорость (для условий города) 40 км/ч; грузоподъемность автомобиля от 100 кг до 1500 кг; минимальное количество автомобилей 1, максимальное 10; путевой расход топлива от 15 до 20 л/100 км.

Учитывая основные статьи расходов, поставщиков транспортных услуг была определена себестоимости 1 т·км пробега автомобиля в г. Пензе [1].

Себестоимость выполнения 1 т·км, руб./т·км:

$$C_{T \cdot \text{км}} = \frac{И}{W}.$$

$$C_{T \cdot \text{км}} = 710892 / 16380 = 43,4 \text{ руб./т·км.}$$

Себестоимость перевозки 1 тонны груза, руб./т:

$$C_r = \frac{И}{D \cdot G_r \cdot \gamma}.$$

$$C_r = 710892 / (260 \cdot 1,5 \cdot 0,7) = 2604 \text{ руб./т.}$$

Себестоимость 1 км пробега, руб./км:

$$C_L = \frac{И}{D \cdot L \cdot \alpha}.$$

$$C_L = 710892 / (260 \cdot 120 \cdot 0,5) = 45,57 \text{ руб./км.}$$

Для формирования транспортной задачи и оптимизации затрат магазинов по оплате услуг за доставку грузов в магазины «Караван» в г. Пензе была составлена расчетная матрица (таблица 1.).

Таблица 1 – Матрица данных для решения транспортной задачи

| Показатели                                          | Поставщики |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
|                                                     | №1         | №2   | №3   | №4   | №5   | №6   | №7   | №8    | №9   | №10  | №11  | №12  |
| 1                                                   | 2          | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   | 13   |
| Средняя скорость движения V, км/ч                   | 22         | 17,6 | 18,6 | 21   | 20,6 | 17,6 | 17,8 | 31,5  | 21   | 31,5 | 38,5 | 19,8 |
| Годовой путь автомобилей от баз до магазинов, L, км | 3300       | 1832 | 2905 | 2184 | 2144 | 1832 | 3640 | 10400 | 1995 | 6458 | 8540 | 3095 |
| Годовое количество ездов, n, ед.                    | 150        | 104  | 156  | 104  | 104  | 104  | 204  | 330   | 95   | 205  | 222  | 156  |
| Масса груза перевозимого за рейс, кг                | 1200       | 1110 | 1420 | 1300 | 990  | 870  | 1020 | 1170  | 750  | 915  | 1010 | 1000 |
| Годовой объем грузоперевозок, т·км                  | 3960       | 2034 | 4125 | 2839 | 2123 | 1594 | 3713 | 12168 | 1496 | 5909 | 8625 | 3095 |

## Окончание таблицы 1

| 1                                                                           | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9        | 10      | 11       | 12       | 13      |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|
| Годовые издержки магазинов на оплату транспортных услуг всего, руб.         | 180457  | 92668   | 187981  | 129382  | 96725   | 72631   | 169192  | 554496   | 68184   | 269276   | 393059   | 141039  |
| Магазин «А», руб.                                                           | 90228,6 | 47260,4 | 92110,6 | 66631,9 | 46911,7 | 37405,1 | 87980,0 | 271702,9 | 32728,4 | 142716,4 | 186703,3 | 74045,6 |
| Магазин «Б», руб.                                                           | 90228,6 | 45407,1 | 95870,2 | 62750,4 | 49813,4 | 35226,2 | 81212,3 | 282792,8 | 35455,7 | 126559,9 | 206356,2 | 66993,6 |
| Себестоимость перевозки товаров от поставщиков к магазину «А», руб. за т*км | 45,57   | 46,48   | 44,66   | 46,94   | 44,20   | 46,94   | 47,39   | 44,66    | 43,75   | 48,30    | 43,29    | 47,85   |
| Себестоимость перевозки товаров от поставщиков к магазину «Б», руб. за т*км | 45,57   | 44,66   | 46,48   | 44,20   | 46,94   | 44,20   | 43,75   | 46,48    | 47,39   | 42,84    | 47,85    | 43,29   |

На основании исходных данных таблицы 1, применяя для решения транспортной задачи «Метод минимальной стоимости» [2], был получен оптимальный план, приведенный в таблице 2.

| Показатели                                                                  | №1    | №2    | №3    | №4    | №5    | №6    | №7    | №8    | №9    | №10   | №11   | №12   |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                                                                           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |
| Себестоимость перевозки товаров от поставщиков к магазину «А», руб. за т*км | 0     | 0     | 44,66 | 0     | 44,20 | 0     | 0     | 44,66 | 43,75 | 0     | 43,29 | 0     |
| Годовой объем перевозки товаров в магазин «А», т*км                         | 0     | 0     | 4125  | 0     | 2123  | 0     | 0     | 7921  | 1496  | 0     | 8625  | 0     |
| Себестоимость перевозки товаров от поставщиков к магазину «Б», руб. за т*км | 45,57 | 44,66 | 0     | 44,20 | 0     | 44,20 | 43,75 | 46,48 | 0     | 42,84 | 0     | 43,29 |
| Годовой объем перевозки товаров в магазин «Б», т*км                         | 3960  | 2034  | 0     | 2839  | 0     | 1594  | 3713  | 4247  | 0     | 5909  | 0     | 3095  |

| 1                                                                   | 2      | 3     | 4      | 5      | 6     | 7     | 8      | 9      | 10    | 11     | 12     | 13     |
|---------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Годовые издержки магазинов на оплату транспортных услуг всего, руб. | 180457 | 90838 | 184223 | 125484 | 93817 | 70455 | 162444 | 197401 | 65450 | 253145 | 373376 | 133983 |
| Магазин «А», руб.                                                   | 0      | 0     | 184223 | 0      | 93817 | 0     | 0      | 0      | 65450 | 0      | 373376 | 0      |
| Магазин «Б», руб.                                                   | 180457 | 90838 | 0      | 125484 | 0     | 70455 | 162444 | 197401 | 0     | 253145 | 0      | 133983 |

В ходе решения транспортной задачи было установлено, что годовые издержки магазинов за оказание транспортных услуг снизились с 2,355 млн. руб. до 1,931 млн. руб. Общая сумма экономии денежных средств составила 424 тыс. руб. При этом себестоимость перевозок уменьшилась с 45,57 руб. за т·км до 44,36 руб. т·км.

#### Список использованных источников

1. «Инструкция по составу, учету и калькулированию затрат, включаемых в себестоимость перевозок (работ, услуг) предприятий автомобильного транспорта» (утв. Минтранс РФ 29.08.1995).

2. Орлова, И.В. Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач. / И.В. Орлова. – Москва: Вузовский учебник ВЗФЭИ, 2008. – 142 с.

#### MODELING OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CARGO DELIVERY, USING THE EXAMPLE OF «CARAVAN» STORES

V.V. Salmin, V.A. Borisova

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article analyzes the solution of the transport problem, a model of optimization of transport and technological processes of cargo delivery to «Caravan» stores is constructed.

**Keywords:** modeling, transport task, cargo transportation, transport processes, optimization of goods delivery

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

М.А. Селезнев, А.П. Жук

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье описывается влияния комбинированной системы питания на эффективные показатели транспортного дизельного двигателя. Приведена гидрогазовая топливная система газодизель-генератора и показано взаимодействие узлов системы управления подачей жидкого топлива и газа. Рассчитан один из важных критериев оценки преимущества данной системы – давление механических потерь.

**Ключевые слова:** газодизель, топливная система, давление механических потерь, газ, эффективные показатели

Важной составляющей эксплуатации дизель-генераторов является мощность и расход топлива, что в большей степени зависит от системы подачи топлива. Поэтому перевод транспортных дизелей на двухтопливную (комбинированную) систему питания с усовершенствованием штатной топливной аппаратуры является перспективным.

Топливная система предназначена для подачи топлива (дизель, и смеси дизеля и газа) к цилиндрам двигателя внутреннего сгорания и состоит из топливопровода низкого давления, топливопровода высокого давления, топливных фильтров грубой очистки, тонкой очистки, топливных насосов, газовой магистрали, редуктора, (для газообразного топлива), механизма переключения в зависимости от вида используемого топлива, форсунок с охлаждением распылителей дизельным топливом, современной системы электронного управления впрыска топлива и установленного на двигателе топливоподкачивающего насоса.

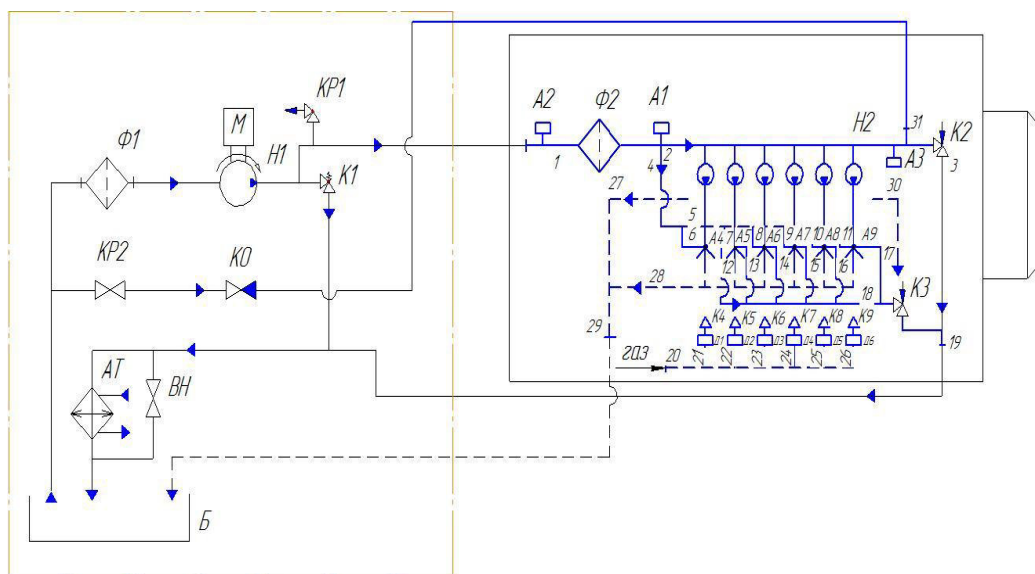
Газодизель оснащен электронным управлением подачей топлива, которое обеспечивает следующие функции:

- автоматическое регулирование частоты вращения и мощности;
- управление электромагнитами топливного насоса;
- обеспечение заданного угла опережения подачи топлива и его коррекцию в соответствии с заданным алгоритмом;
- обеспечение индивидуальной по цилиндрам коррекции величины и фазы подачи топлива;
- защиту дизеля по предельно-допустимой частоте вращения;
- защиту дизеля по предельно-допустимому снижению давления масла;
- защиту дизеля от повышенной нагрузки (ограничение подачи топлива);
- обеспечение заданного темпа набора и снижения частоты вращения.

Установленная на газодизеле газовая аппаратура и арматура выполнены в герметичном и газоплотном исполнении, исключающем при закрытом положении пропуск газа в систему и атмосферу.

Для управления подачей топлива и газа применяется схема, разработанная на принципе равноплечего коромысла, шарнирно соединенного со штоком сервомотора всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала и через рычажную систему с рейками топливного насоса высокого давления (ТНВД) и валом управления дозаторами газа, положение которых определяет величину подачи топливного газа. Механизм переключения, в зависимости от вида используемого топлива: газ или жидкое топливо, фиксирует в определенном положении тот или иной конец коромысла. Механизм переключения содержит пневмоцилиндры, воздействующие на рычаги, закрепленные на валах управления дозаторами и рейками ТНВД и фиксирующие один из указанных валов.

Гидрогазовая топливная система (рисунок 1) служит для обеспечения своевременного впрыска в требуемой последовательности определенных порций жидкого топлива и дозированной подачи газа в камеры сгорания цилиндров газодизеля и включает в себя систему подачи жидкого топлива и систему подачи газа.



А1, А2 – штуцер для периодического замера давления; А3 – бонка для подключения электроманометра; А4...А9 – форсунка; АТ – топливо- подогреватель; Б – бак топливный; ВН – вентиль; Д1...Д6 – дозатор; К1 – клапан разрывной; К2, К3 – клапан регулирующий; К4...К9 – клапан газовый; КО – клапан обратный; Кр1, Кр2 – кран; Н1 – агрегат топливоподкачивающий; Н2 – насос топливный; Ф1 – фильтр грубой очистки топлива; Ф2 – фильтр тонкой очистки топлива.



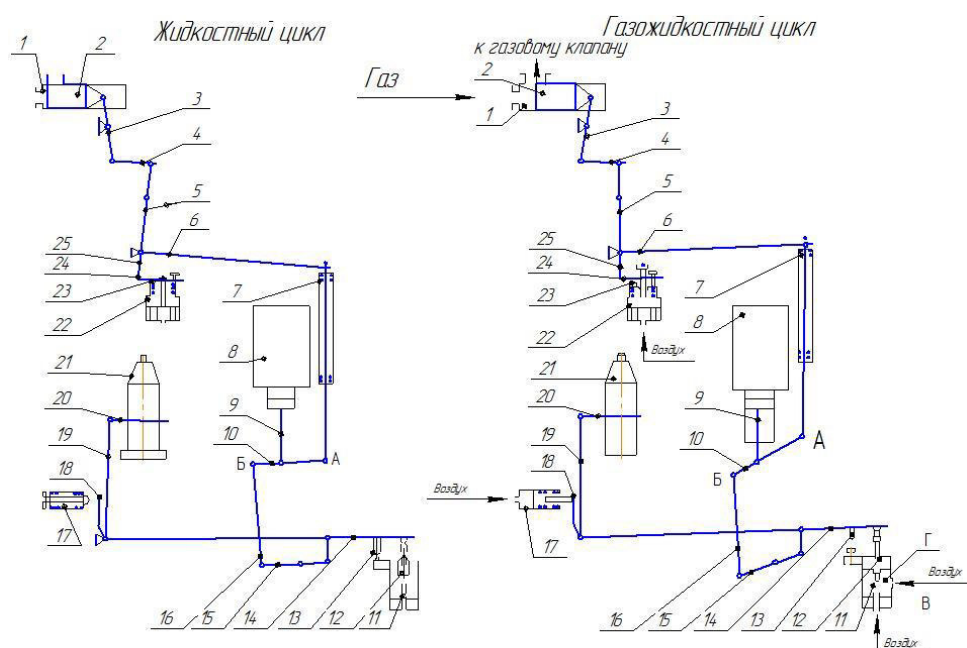


Рисунок 2 – Схема управления подачей жидкого топлива и газа

1 – дозатор; 2 – золотник дозатора; 3 – поводок; 4 – тяга регулируемая; 5 – рычаг с изменяемой длиной плеча; 6, 18, 19, 24 – рычаг; 7 – тяга упругая; 8 – регулятор скорости; 9 – шток сервомотора регулятора; 10 – коромысло; 11 – ограничитель запальной порции топлива; 12 – шток поршня ограничителя; 13 – упор максимального перемещения реек топливного насоса; 14 – рычаг; 15 – рычаг промежуточный; 16 – тяга; 17 – устройство стопорения; 20 – рейка; 21 – секция топливного насоса; 22 – устройство отключения газа; 23 – упор ограничителя перемещения золотников дозаторов при закрытии; 25 – упор ограничения максимального открытия золотников дозаторов.

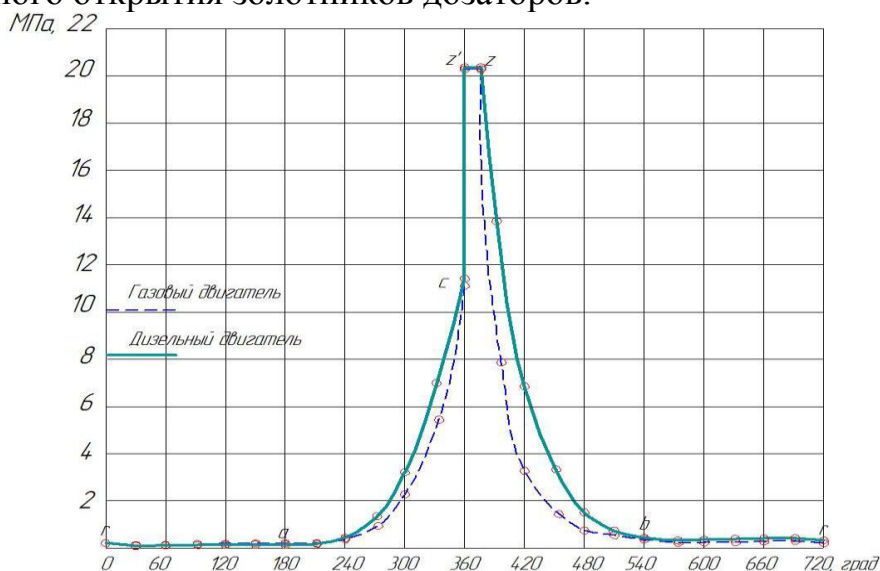


Рисунок 3 – Развернутая индикаторная диаграмма газового и дизельного двигателей

Эффективные показатели характеризуют работу двигателя и отличаются от индикаторных количеством механических потерь. Механические потери включают в себя все потери, связанные с преодолением различных сопро-

тивлений, таких как трение, привод вспомогательных механизмов, газообмен, привод компрессора. Давление механических потерь – это условное давление, равное отношению работы механических потерь к рабочему объёму цилиндра двигателя

Для дизеля:

$$p_m = 0,089 + 0,0118 \cdot V_{п.ср.}, \quad (1)$$
$$p_m = 0,089 + 0,0118 \cdot 11 = 0,218 \text{ МПа.}$$

Для газового двигателя:

$$p_{m1} = a_m + b_m \cdot V_{п.ср.}, \quad (2)$$
$$p_{m1} = 0,039 + 0,0132 \cdot 11 = 0,184 \text{ МПа.}$$

Давление механических потерь для газового двигателя меньше.

Применение газодизельного рабочего процесса обеспечивает экономию дизельного топлива. Для осуществления рабочего процесса в цилиндр газодизеля подается газозоудшная смесь, а затем впрыскивается запальная порция дизельного топлива от 15 до 23 %.

### Список использованных источников

1. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Макаров В. А. – Москва: Легион – Автодата, 2004. – 342 с.

2. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. Пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / Колчин, А.И., Демидов В.П. – Москва: Высш. школа, 2002. – 496 с.

3. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. кн. 1. Теория рабочих процессов: Учеб. / Луканин В. Н., Морозов К. А., Хачиян А. С. и др.; под ред. В.Н. Луканина. – Москва: Высш. шк., 1995. – 369 с.

4. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. кн. 2. Динамика ДВС: Учеб. / Луканин В.Н., Морозов К. А., Хачиян А.С. и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – Москва: Высш. шк., 1995. – 320 с.

### STUDY OF THE EFFECT OF A COMBINED POWER SYSTEM ON THE EFFECTIVE PERFORMANCE OF A TRANSPORT DIESEL ENGINE

**M.A. Seleznev, A.P. Zhuk**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article describes the influence of a combined power system on the effective performance of a transport diesel engine. The hydro-gas fuel system of a gas-diesel generator is presented and the interaction of the nodes of the control system for the supply of liquid fuel and gas is shown. One of the important criteria for evaluating the advantages of this system is the pressure of mechanical losses.

**Key words:** gas-diesel, fuel system, mechanical loss pressure, gas, effective indicators

## ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ КОБАЛЬТ-КАРБИД ВОЛЬФРАМА

С.Р. Синенкова, С.Ю. Киреев, Г.В. Козлов, Л.В. Наумов, М.В. Глебов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье представлена технология получения твердых износостойких покрытий на поверхности деталей и оснастки для металлообрабатывающей промышленности, что в настоящее время является актуальной проблемой. Покрытие формируется из электролита кобальтирования и дисперсной фазы. Частицы карбида вольфрама размером 10...100 мкм получены в ПГУ методом электродугового диспергирования. Большую производительность и заданный свойства покрытия обеспечивает метод электроосаждения. Важным преимуществом технологии формирования покрытия является возможность автоматизации. Регулированием состава электролита и режима электролиза возможно изменить свойства покрытия, а также его толщину. Разработка технологии формирования композиционного электрохимического покрытия Co-WC по оснастке машиностроительного производства позволит повысить конкурентоспособность Российских инструментов на мировом рынке.

**Ключевые слова:** карбид вольфрама, кобальт, композиционные электрохимические покрытия, электроосаждение, гальванические покрытия

Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) широко применяются во многих отраслях промышленности: машиностроение, авиастроение, приборостроение и прочее. Данные покрытия предназначены для придания поверхности деталей или оснастки высокой твердости и износостойкости, улучшения коррозионных свойств. Качественное КЭП формируется благодаря грамотно подобранному составу электролита и режиму электролиза. Для промышленности важными факторами являются повышение производительности и экологичности всех этапов производства. Снижение экологической опасности можно достичь подбором электролита, компоненты которого обладают малой токсичностью. В настоящее время существует множество технологий нанесения КЭП, которые способны сократить время нанесения покрытий: перемешивание раствора [1], барботажа, вибрация катода [2], ультразвук [3], импульсный ток [4] и другое.

В настоящее время актуальной проблемой является необходимость в замещении импортных деталей и оснастки, так как большая часть металлообрабатывающего оборудования принадлежит зарубежному производителю. Поэтому возрастает важность отечественных разработок, которые будут отвечать заданным эксплуатационным параметрам.

Для покрытия стали предлагается следующий состав электролита: гексигидрат хлорида кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 35...40 г/л, хлористый аммоний 100...150 г/л, уротропин 45...55 г/л,  $\text{pH} = 6,8$ . Данные компоненты являются малоопасными для окружающей среды, что поможет снизить нагрузки на очистные сооружения [5]. Добавление дисперсной фазы в виде частиц порошка карбида вольфрама 3...10 г/л. Карбид вольфрама обладает высокой твердостью, устойчив к перепадам температур, поэтому он необходим для увеличения прочностных характеристик [6].

В процессе использования разбавленных по ионам металла электролитов на электрокристаллизацию сильно влияют диффузионные ограничения, так как ухудшается качество покрытий и значительно понижается скорость осаждения. Эта проблема решается выбором подходящего нестационарного режима электролиза, их преимуществом является улучшение в прикатодной области концентрационно-диффузионный режима. Осаждение проводилось при плотности тока 3,5...4,5 А/дм<sup>2</sup>, температуре 18...22°C и активном перемешивании 300 об/мин, 600 об/мин, которое обеспечивало равномерное распределение дисперсной фазы по всему объему электролита.

В результате экспериментов были получены данные о КЭП WC-Co. В таблице 1 и таблице 2 рассмотрены зависимости выхода по току кобальта от режима электролиза.

Таблица 1 – Зависимость ВТ(Co) от плотности тока при скорости перемешивания электролита 300 об/мин, температуре 20°C

| № | Плотность тока, А/дм <sup>2</sup> | Выход по току кобальта, % | Скорость перемешивания, об/мин | Концентрация WC в электролите, г/л |
|---|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 3,5                               | 48,11                     | 300                            | 10                                 |
| 2 | 4                                 | 52,76                     | 300                            | 10                                 |
| 3 | 4,5                               | 52,46                     | 300                            | 10                                 |

Таблица 2 – Зависимость ВТ(Co) от плотности тока при скорости перемешивания электролита 600 об/мин, температуре 20°C

| № | Плотность тока, А/дм <sup>2</sup> | Выход по току кобальта, % | Скорость перемешивания, об/мин | Концентрация WC в электролите, г/л |
|---|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 3,5                               | 47,66                     | 600                            | 10                                 |
| 2 | 4                                 | 52,99                     | 600                            | 10                                 |
| 3 | 4,5                               | 51,06                     | 600                            | 10                                 |

Дальнейшая работа будет направлена на исследование влияния добавки WC, полученного методом электродугового диспергирования, в выбранный электролит кобальтирования на морфологию и физико-механические свойства покрытий.

### **Список использованных источников**

1. Целуйкин, В.Н. Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства //Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2009. – Т. 45. – №. 3. – С. 287-301.
2. Глебов, М.В. Влияние нестационарных режимов на скорость электроосаждения сплава медь-олово / М. В. Глебов, С. Ю. Киреев, Л. В. Наумов // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2017. – Т. 25, № 1. – С. 29-33. – DOI 10.47188/0869-5326\_2017\_25\_1\_29.
3. Гульпа, Д.Ю. и др. Электрохимическое осаждение покрытий сплавом олово-медь //Доклады БГУИР. – 2021. – Т. 19. – №. 7. – С. 49-57.
4. Kireev, S.Y. Intensification of processes of electrodeposition of metals by use of various modes of pulse electrolysis / S. Y. Kireev // Inorganic Materials: Applied Research. – 2017. – Vol. 8, No. 2. – P. 203-210. – DOI 10.1134/S2075113317020095.
5. Синенкова, С.Р., Глебов М. В., Киреев С. Ю. ВЫБОР ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЭП КОБАЛЬТ-КАРБИД ВОЛЬФРАМА //Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. – 2022. – С. 219-223.
6. Yang, Q., Senda T., Hirose A. Sliding wear behavior of WC–12 % Co coatings at elevated temperatures //Surface and coatings technology. – 2006. – Т. 200. – №. 14-15. – С. 4208-4212.

### **ELECTROLYTIC PRODUCTION OF COMPOSITE COATINGS OF COBALT-TUNGSTEN CARBIDE**

**S.R. Sinenkova, S.Yu. Kireev, G.V. Kozlov, L.V. Naumov, M.V. Glebov**

*Penza State University  
Penza, Russia*

The article presents the technology of obtaining hard wear-resistant coatings on the surface of parts and accessories for the metalworking industry, which is currently an urgent problem. The coating is formed from a cobalt electrolyte and a dispersed phase. Tungsten carbide particles with a size of 10...100 microns were obtained in PSU by electric arc dispersion. The electrodeposition method provides high performance and specified coating properties. An important advantage of the coating forming technology is the possibility of automation. By regulating the composition of the electrolyte and the electrolysis mode, it is possible to change the properties of the coating, as well as its thickness. The development of technology for the formation of

a composite electrochemical coating Co-WC for the tooling of machine-building production will increase the competitiveness of Russian tools on the world market.

**Keywords:** tungsten carbide, cobalt, composite electrochemical coatings, electrodeposition, electroplating

УДК 621

## ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ШЕПИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ SimMechanics ПАКЕТА Simulink

С.Р. Синенкова, А.О. Корнетова, А.Ю. Муйземнек

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены последовательность и результаты динамического анализа механизма шепинга. При компьютерном моделировании использовалась библиотека SimMechanics пакета Simulink программы MATLAB.

**Ключевые слова:** динамический анализ, компьютерное моделирование, механизм шепинга, библиотека SimMechanics

SimMechanics – это одна из библиотек пакета Simulink программы MATLAB, предназначенная для моделирования пространственных движений механических систем, состоящих из абсолютно твердых тел, используя законы классической механики [1]. Механическая система при этом представляется связанной блочной диаграммой, состоящей из блоков библиотеки SimMechanics. В отличие от других библиотек Simulink, в которых выполняются математические действия или обрабатываются сигналы, блоки SimMechanics представляют непосредственно абсолютно жесткие тела и связи между ними. Создание модели в SimMechanics происходит так же, как и в других библиотеках пакета Simulink [2-4].

Работа посвящена динамическому анализу механизма шепинга, который нашел широкое применение в конструкциях металлорежущих станков [5]. Особенностью анализа является то, что он выполняется с использованием библиотеки SimMechanics пакета Simulink. Схема одной из возможных реализаций механизма шепинга показана на рисунке 1а.

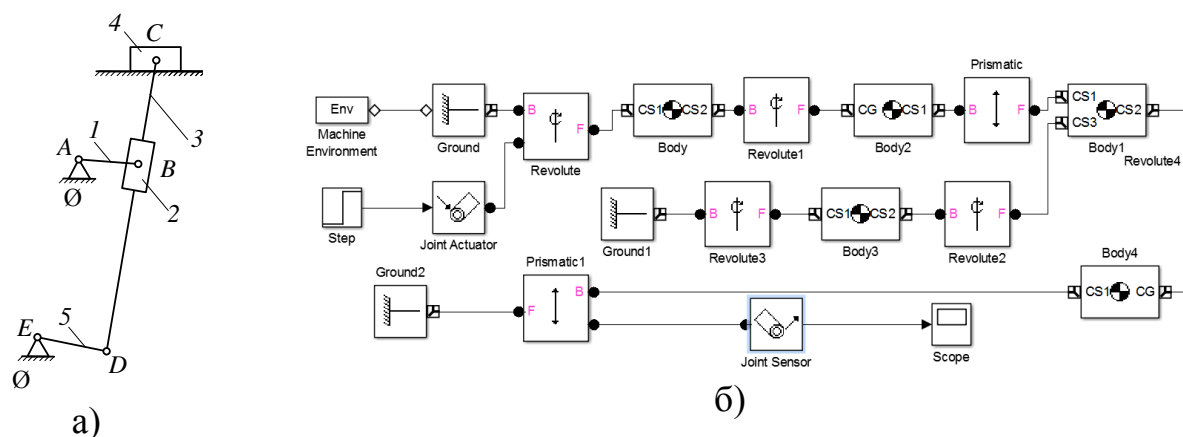


Рисунок 1 – Схема механизма шепинга

Кривошип 1, вращающийся вокруг неподвижной оси  $A$ , входит во вращательную пару  $B$  с ползуном 2, скользящим вдоль кулисы 3. Кулиса 3 образует вращательную пару  $D$  с шатуном 5, который вращается вокруг неподвижной оси  $E$ . Кулиса 3 входит во вращательную пару  $C$  с ползуном 4, скользящим по неподвижной поверхности  $f$ . При равномерном вращении кривошипа 1 кулиса 3 и шатун 5 совершают качательное движение, а ползун 4 совершает на некотором участке приближенно-равномерное возвратно-поступательное движение.

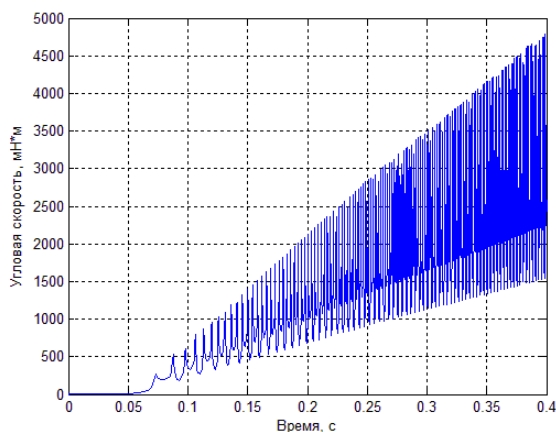
Динамический анализ заключался в определении закона движения ползуна 4 при заданном крутящем моменте, приложенном к кривошипу 1.

Для выполнения динамического анализа была разработана компьютерная модель процесса, которая была представлена в виде блочной диаграммы. Блочная диаграмма показана на рисунке 1б. Диаграмма включает блоки пяти абсолютно жестких тел, блоки семи шарниров – пяти цилиндрических и двух призматических, блок сенсора, подсоединенный к ползуну 4, и блок Scope, предназначенный для вывода нормальной реакции неподвижной поверхности при движении ползуна 4, как функции времени.

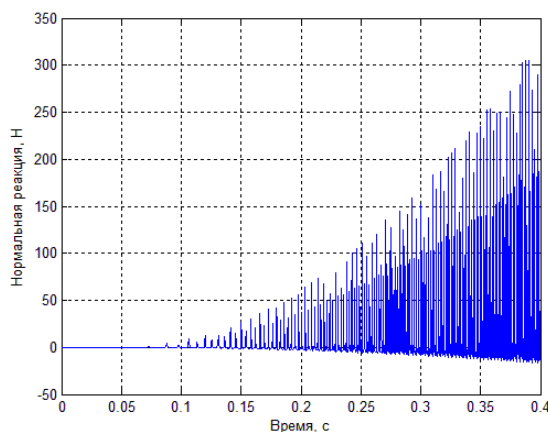
Результаты компьютерного моделирования движения механизма показаны на рисунке 2. График зависимости угловой скорости кривошипа от времени (см. рисунок 2а) свидетельствует об увеличении средней скорости вращения кривошипа за один оборот кривошипа, а также о расширении интервала изменения угловой скорости при каждом его обороте. С течением времени изменение средней угловой скорости кривошипа за один оборот уменьшается.

График зависимости нормальной реакции неподвижной поверхности при движении ползуна 3 (см. рисунок 2б) свидетельствует об увеличении как среднего значения, так и размаха нормальной реакции. С течением времени нижняя граница размаха нормальной реакции смещается в область отрицательных значений, которые имеют относительно малые величины.

Таким образом, в ходе выполнения работы с использованием разработанной компьютерной модели выполнен динамический анализ механизма шепинга, в результате которого выявлены основные закономерности работы механизма шепинга.



а)



б)

Рисунок 2 – Результаты компьютерного моделирования:

а – график зависимости угловой скорости кривошипа 1 от времени;

б – график зависимости нормальной реакции неподвижной поверхности

### Список использованных источников

1. Ландау, Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика, Том 1 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 2004. – 208 с.
2. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
3. Карташова, Е.Д., Желудкова А.А., Абаренчева Д.Н., Муйземнек А.Ю. Динамика асимметрического волчка // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей VI Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием. Под общей редакцией В.В. Салмина. – Пенза, 2020. – С.60–62.
4. Карелина, С.А., Акимова А.А., Муйземнек А.Ю. Критерии адекватности блочных диаграмм механизмов, построенных с использованием библиотеки SimMechanics пакета Simulink // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. – Пенза, 2022. С. 96-99.
5. Артоболевский, И.И. Механизмы в современной технике. Справочное пособие. В 7 томах. Т. I: Элементы механизмов. Простейшие рычажные и шарнирно-рычажные механизмы. – 2-е изд., переработанное. – М.: «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 496 с.

### DYNAMIC ANALYSIS OF THE SHEPING MECHANISM USING THE SimMechanics PM LIBRARY OF THE Simulink PACKAGE

**S.R. Sinenkova, A.O. Kornetova, A.Y. Muiyemnek**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article considers the sequence and results of dynamic analysis of the shaping mechanism. For computer simulation, the SimMechanics library of the Simulink package of the MATLAB program was used.

**Keywords:** dynamic analysis, computer simulation, shaping mechanism, SimMechanics library



## СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПРОКАЛЫВАТЕЛЯ-ЩЕЛЕРЕЗА НА КОЛЕСНОЕ ПОЛУРАМНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО

Р.О. Сурин, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, А.В. Бурмага

*Дальневосточный государственный аграрный университет,  
г. Благовещенск, Россия*

В статье рассмотрены перспективные способы установки нового сельскохозяйственного орудия - фронтального прокалывателя-щелереза к передней полураме колесного энергетического средства на базе колесного полурамного трактора «Кировец» К-700 (К-701).

Предлагаемые методы крепления учитывают конструктивные особенности энергетического средства и оптимизируют технологические возможности трактора для работы с фронтальным прокалывателем-щелерезом.

**Ключевые слова:** крепление, фронтальный прокалыватель-щелерез, колесное энергетическое средство

Исследования показывают, что наиболее важной и ответственной за урожай операций в системе сельскохозяйственного земледелия является основная обработка почвы, процесс которой во многом зависит как от климатических факторов, так и от агрофизических и биологических показателей плодородного слоя почвы, сформировавшегося во время хозяйственной деятельности в разных районах региона.

Так при работе тяжелых колёсных энергетических средств класса 5-8 возникает необходимость снижения техногенного воздействия их ходовых систем на почвы, особенно при проведении полевых работ при наличии подстилающего мерзлотного слоя, а также в период переувлажнения, что характерно для Амурской области во время посевных работ и при уборке урожая в конце лета, когда выпадение осадков достигают максимальных результатов [1].

В работах [2-4], опубликованных по проводимым исследованиям, предложена и теоретически исследована конструкция перспективного фронтального прокалывателя-щелереза по патенту РФ № 2769449 от 31.03.2022 г., техническими характеристиками которого, при применении в составе комбинированного агрегата с посевным комплексом, предусмотрено выполнение операции щелевания, что позволит решить задачу как отвода излишков влаги, так и создания более благоприятных условий для развития посевного материала, снизить период высева, а следовательно, добиться более полной реализации летних благоприятных условий региона для произрастания растений и увеличения их валового сбора.

Фронтальный прокальватель-щелерез конструктивно крепится к передней части рамы полурамного колесного энергетического средства несколькими способами (рисунок 1 и 2). Рассмотрим крепление этого сельскохозяйственного приспособления к раме колесного полурамного трактора на базе К-700 (К-701).

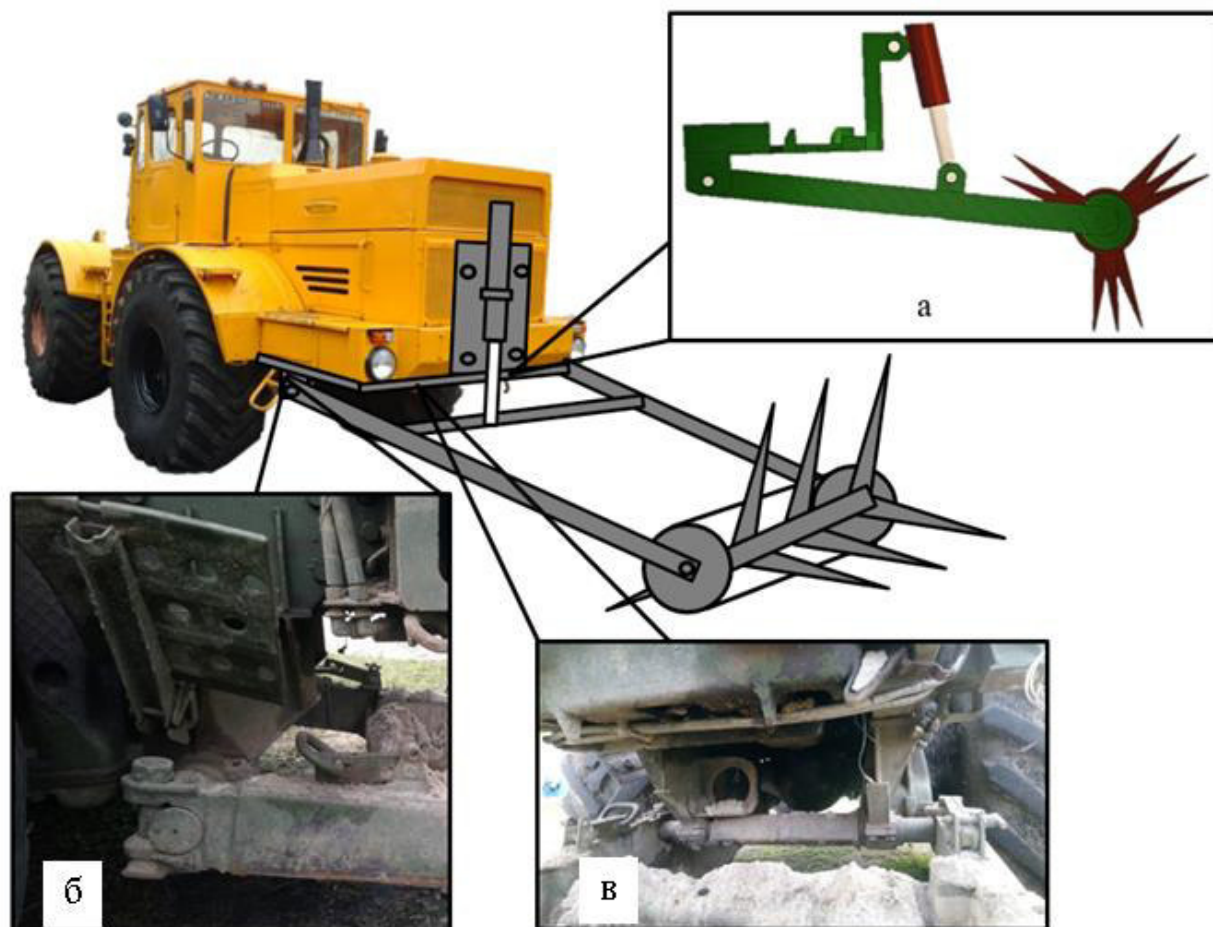


Рисунок 1 – Крепление фронтального прокальвателя-щелереза к колесному полурамному трактору К-700 (К-701) первым способом  
а) конструкция в сборе с фронтальным прокальвателем-щелерезом; б) крепление продольных тяг прокальвателя-щелереза на торсионном валу; в) крепление профиля с торсионным валом к передней полураме трактора.

По способу, показанному на рисунке 1 крепление конструкции прокальвателя-щелереза осуществляется с помощью болтовых соединений диаметром 0,12 см и балки из стального швеллера шириной 20-25 см., длиной 140-145 см, толщиной 1,5 см. прикрепленных к нижним балкам передней полурамы трактора на 6 крепёжных болтах. К швеллеру с двух сторон приварены две проушины, через которые проходит торсионный вал диаметром 12 см. и длиной 160 см. На это вал с двух сторон навешивается две продольные тяги прокальвателя-щелереза и крепятся, как показано на рисунке 1б. Установка гидравлического цилиндра осуществляется с помощью 4 болтовых соединений диаметром 0,12 см и пластины размером 40х60 см, толщиной 1,2 см, которая крепится спереди к раме трактора.

Второй способ установки представлен на рисунке 2,



Рисунок 2 – Крепление фронтального прокалывателя-щелереза к колесному полурамному трактору К-700 (К-701) вторым способом:

а) крепление прокалывателя-щелереза и гидравлического цилиндра к колесному энергетическому средству; б) крепление прокалывателя-щелереза к колесному трактору.

При реализации этого способа с двух сторон к передней полураме колесного полурамного трактора К-700 (К-701) прикручены резьбовым соединением (по 6 крепёжных болтов диаметром 0,12 см с каждой стороны) две пластины так, как показано на рисунке 2. С нижней части этих пластин с двух сторон вварены два стальных вала диаметром 12 см., длиной около 15 см., на которые, как и в первом способе, закреплены две продольные тяги фронтального прокалывателя-щелереза. Крепление гидравлического цилиндра осуществляется таким же образом, как и в способе 1.

В результате применения предлагаемой, несложной в производстве и эксплуатации, крепёжной конструкции для установки фронтального прокалывателя-щелереза, учитывающей конструктивные особенности энергетического средства, оптимизируются технологические возможности трактора для работы с фронтальным прокалывателем-щелерезом, что позволит проводить в условиях Амурской области одновременную операцию щелевания и посева, решить за-

дачу, как отвода излишков влаги, так и создания наиболее благоприятных условий для развития посевного материала, следовательно, уменьшить сроки технической спелости культур и повысить их валовый сбор [2,3].

### **Список использованных источников.**

1. Кузнецов, Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017. – С. 272.

2. Сурин, Р.О., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е. Перспективные конструктивные схемы сельскохозяйственных машин для проведения полевой обработки почвы // 65-я Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения ISSN 2411-1899 Теоретические и практические вопросы современной науки / Сборник научных работ 65-й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, июль 2020). -№ 7 (65). - Москва: ЕНО, 2020. – С.117-120 <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/2020/08/esa-july-2020-part2.pdf>

3. Сурин, Р.О., Бурмага А.В., Панова Е.В. Фронтальный прокалыватель-щелерез // АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ / Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 2 частях. Дальневосточный ГАУ, Благовещенск. – 2021. – С. 269-273

4. Сурин, Р.О., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Бурмага А.В., Самуйло В.В. Обоснование воздействия динамических параметров фронтального прокалывателя-щелереза на конструкцию трактора в движении / АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – № 3 (45). – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st\\_308.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_308.pdf)

### **METHODS OF FASTENING A PROMISING FRONT-END PIERCING-CUTTER TO A WHEELED SEMI-FRAME ENERGY VEHICLE**

**R.O. Surin, S.V. Shields, E.E. Kuznetsov, A.V. Burmaga**

*Far Eastern State Agrarian University,  
Blagoveshchensk, Russia*

The article discusses promising ways of installing a new agricultural tool- a frontal piercing-cutter to the front half-frame of a wheeled power vehicle based on a wheeled half-frame tractor «Kirovets» K-700 (K-701). The proposed fastening methods take into account the design features of the energy means and optimize the technological capabilities of the tractor to work with a front-end piercing-cutter.

**Keywords:** fastening, front-end puncture-cutter, knee power tool

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Д.А. Сытникова, Н.В. Ляшенко

*Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) им. М.И. Платова,  
г. Новочеркасск, Россия*

Техногенная нагрузка на атмосферный воздух урбанизированных территорий во многом обусловлена выбросами транспортных средств. Одним из путей решения данной проблемы является замена традиционных видов жидкого углеводородного топлива новыми видами. Наиболее перспективным подходом к решению задачи снижения выбросов вредных веществ в транспортном секторе является использование биотоплива.

**Ключевые слова:** вредные вещества, биотопливо, транспорт, энергия, двигатель, выбросы

Выбросы вредных веществ в атмосферу являются одной из главных экологических проблем современного мира. Такие выбросы происходят в основном из-за использования в качестве энергоресурса ископаемого топлива. В сфере транспорта основными источниками энергии остаются продукты переработки нефти, такие как бензин или дизель.

Вредные вещества, попадающие в атмосферу, негативно влияют на качество воздуха, природу (леса, водные ресурсы, животный мир) и здоровье человека. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), каждый год более 4 миллионов человек по всему миру умирают от проблем со здоровьем, вызванных загрязненным воздухом [1]. Именно поэтому наиболее важной проблемой в сфере транспорта является снижение выбросов вредных веществ. Для достижения этой цели необходимо разрабатывать и внедрять инновационные технологии и решения, которые позволят снизить уровень загрязнения окружающей среды, сохраняя при этом эффективность и мобильность транспортных средств.

Ряд технологических достижений, уже применяемых для решения этой проблемы, основаны на применении более эффективных двигателей, внедрения систем очистки выхлопных газов и рекуперации энергии торможения. Однако, как показывают отчеты ВОЗ, этого недостаточно [1]. На наш взгляд, для достижения большей эффективности, необходимо проводить дополнительные исследования в области использования альтернативных источников энергии.

На сегодняшний день результатами таких исследований являются несколько перспективных направлений, которые могут стать решением данной проблемы. Важно проанализировать их достоинства и недостатки по сравнению с уже применяемыми технологиями, и сделать вывод о том, какие из них могут быть эффективно применены на практике.

Существует множество технологий, применяемых в машиностроении для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду. Одной из самых распространенных является использование электродвигателей. На сегодняшний день многие мировые автопроизводители, такие как BMW, Audi, Mercedes-Benz, Porsche, Volkswagen, Toyota, KIA и другие, сосредотачивают свои усилия на производстве электрокаров. Об этом не однократно сообщали руководители и представители крупнейших автопроизводителей мира [2]. Это доказывает, что применение двигателей, основанных на преобразовании электрической энергии в механическую, не просто перспективное направление развития, а реально применяемая в наши дни технология.

Еще одним популярным подходом является использование гибридных двигателей – технологии, которая объединяет два или более типа двигателей для повышения эффективности и экологичности автомобиля. Обычно это комбинация двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электромотора. Электрический двигатель поддерживает работу ДВС, что позволяет уменьшить его нагрузку и снизить расход топлива. Электромотор использует батарею, которая заряжается энергией рекуперативного торможения и энергией движения автомобиля, что снижает эмиссию вредных веществ в окружающую среду. Несмотря на все достоинства, автомобили такого типа зачастую обходятся производителям дороже традиционных. Кроме того, для их зарядки требуются специальные зарядные станции, которые есть не везде и не всегда удобны. Также гибридные двигатели менее мощные, чем ДВС, что ограничивает их применение в некоторых случаях. По этим причинам они требуют дополнительных исследований и пока не получили широкого распространения.

Системы рекуперации энергии торможения, основанная на процессе использования выделяемой при торможении транспортного средства энергии для заряда батарей, позволяет снизить вредное воздействие на окружающую среду [3]. В электромобилях и гибридных автомобилях преобразование энергии торможения происходит благодаря использованию электромотора в качестве генератора, преобразуя кинетическую энергию движения в электрическую, которая аккумулируется в батареях автомобиля. Благодаря этому заряд сохраняется на длительный срок, что позволяет экономить топливо. Однако, недостатки этой технологии заключаются в том, что для ее реализации требуется дополнительное оборудование, такое как батареи или суперконденсаторы, что увеличивает стоимость транспортных средств и может оказывать негативное влияние на экологию из-за необходимости производства и утилизации этих устройств.

Важно отметить, что эти и многие другие технологии уже применяются в промышленности и на дорогах, однако все еще являются недостаточно эффективными и требуют дополнительных исследований и улучшений. В связи с этим исследования и разработки инновационных подходов к решению этой задачи остаются актуальными.

Перспективным направлением научных изысканий альтернативных источников энергии для снижения выбросов вредных веществ в окружающую среду, в первую очередь парниковых газов, можно считать использование солнечной энергии. К преимуществам использования солнечной энергии относятся низкие затраты на эксплуатацию и обслуживание, долговечность оборудования и возможность получения энергии в отдаленных и труднодоступных местах. Однако, основным недостатком солнечной энергии является нестабильность энергоснабжения, так как генерация энергии зависит от погодных условий и времени суток. Кроме того, солнечные батареи и панели достаточно дорогостоящие и могут не обеспечивать достаточную мощность для работы тяжелых грузовиков или других крупногабаритных транспортных средств.

Одной из последних инновационных разработок в области машиностроения направленных на снижение вредных выбросов в атмосферу и улучшение экологической ситуации в городах и на автодорогах, являются двигатели с минимальным количеством выбросов. Особенностью таких двигателей является использование более эффективных систем сжигания топлива, таких как система прямого впрыска топлива, которая позволяет лучше контролировать процесс подачи топлива и кислорода в цилиндры двигателя. Это позволяет снизить количество неполного сгорания топлива и тем самым уменьшить количество выбросов вредных веществ в атмосферу. Ещё одна особенность заключается в возможности использовать более экологически чистые виды топлива, такие как биотопливо и водород.

Биоэнергетика – ещё одно инновационное решение в области повышения экологичности автомобилестроения и других областей промышленности [4]. Биотопливо производится из растительных или животных материалов, таких как кукуруза, сахарный тростник, соя, древесина, отходы рыбной переработки и т.д. Некоторые исследования показали, что биоэнергетика может иметь более высокую "энергоэффективность" по сравнению с традиционными видами топлива, а также более низкий уровень выбросов вредных веществ. Одним из самых распространенных видов биотоплива является этанол, который можно использовать в качестве замены или дополнения к бензину. К примеру, присутствие в бензине всего 10% этанола позволяет уменьшить выхлоп аэрозольных частиц до 50%, а выбросы угарного газа на 30% [5]. Биодизель, который изготавливается из растительных масел, также в перспективе является альтернативой дизельного топлива. Присутствие 30% этого вида топлива в дизеле не требует дополнительных модификаций конструкции двигателя. При этом снижается эмиссия углеводородов и CO, а интенсивность образования оксидов азота не изменяется [5]. Стоимость производства такого сырья гораздо выше, чем тра-



диционного нефтяного топлива, но можно полагать, что объемы производства будут увеличиваться, что приведет к снижению цены, плавной перестройки промышленности и, как следствие, улучшению экологической ситуации в мире. Не стоит забывать, что производство биотоплива может иметь негативные экологические последствия, такие как увеличение потребления воды, истощение земельных ресурсов, а также угрозу для биоразнообразия. Именно поэтому данная технология нуждается в дополнительном изучении.

Таким образом, наиболее эффективным подходом к решению задачи снижения выбросов вредных веществ транспортными средствами может быть использование комплексной стратегии, которая будет включать в себя применение уже существующих технологий, а также интенсивную работу по разработке и внедрению инновационных решений, учитывающих как экологические, так и экономические аспекты.

### Список использованных источников

1. Загрязнение воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.who.int/ru/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_2](http://www.who.int/ru/health-topics/air-pollution#tab=tab_2).
2. Решетникова, М. Как крупнейшие автоконцерны переходят на выпуск электромобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [trends.rbc.ru/trends/industry/60a392c69a7947c6528c732b](http://trends.rbc.ru/trends/industry/60a392c69a7947c6528c732b).
3. Щемелев, А.М., Шибeko А.С. Экспериментальные исследования системы рекуперативного торможения // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2007. – № 1(14). – С. 67-75.
4. Солодова, Н.Л., Терентьева Н.А. Немного о биотопливах // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 348-357.
5. Москвин, П.А. Биотопливо для автомобилей и проблемы его применения // Научно-технические ведомости СПбПУ. – 2011. – № 2. – С. 269-274.

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ALTERNATIVE FUELS

**D.A. Sytnikova, N.V. Lyashenko**

*Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),  
Novocherkassk, Russia*

The technogenic load on the atmospheric air of urbanized areas is largely caused by vehicle emissions. One of the ways to solve this problem is to replace traditional liquid hydrocarbon fuels with new types. The most promising approach to solving the problem of reducing emissions of harmful substances in the transport sector is the use of biofuels.

**Ключевые слова:** harmful substances, biofuels, transportation, energy, engine, emissions



## НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД - ГАРАНТ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

А.К. Таюрская, Е.В. Маловецкая

*Иркутский государственный университет путей и сообщений,  
г. Иркутск, Россия*

В данной статье рассмотрена суть применения нейросетевого моделирования на железнодорожном транспорте. Представлены задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей. Рассмотрены зарубежные проекты, а также возможность их внедрения на сети железных дорог России. На примере программы SMRT-RAIL показана эффективность работы с искусственным интеллектом, позволяющая увеличить безопасность всей сети железных дорог, сократить время на обработку составов в следствии, что виден экономический эффект.

**Ключевые слова:** нейросетевое моделирование, процесс, грузовые перевозки, искусственный интеллект

В современном мире активно набирает популярность нейросетевое моделирование, то есть использование нейронных сетей для рашения различных видов задач. Рассматривая транспортную систему следует обратить внимание на построение работающего расписания, что является неотъемлемой частью регулирования потоков движения.

Для железнодорожного транспорта задача несколько усложняется, так как присутствует большое число изменяемых параметров, к таким параметрам системы относят: интервалы движения поездов, различное число путей, вид тяги и т.д. На сегодняшний день при переходе на цифровую экономику остро встает необходимость автоматического введения поездов по гибкому расписанию. Для решения проблем такого рода уже есть традиционные методы: последовательный, способ пониточной прокладки графика и с использованием жесткой нормативно-справочной информации. Данные методы основываются на малоэффективных алгоритмах, требующих крупных финансовых вложений, регулярного корректирования при изменении условий и прежде всего больших временных ресурсов.

На ряду с этим существующие нейросети способны к самообучению и анализирование проблемных ситуаций, что необходимо при своевременном формировании расписания. В настоящее время на железных дорогах России происходит процесс оптимизации производства. В следствии чего необходимо значительно увеличить пропускные способности без изменения инфраструктуры, минимизировать время корректировки графика движения поездов с учетом всех погрешностей в маршруте следования. Это значительно упростит работу

поездного диспетчера, а также позволит спрогнозировать развитие поездной ситуации в обстановки любой сложности.

Компания ОАО «РЖД» ежемесячно перевозит более семидесяти миллионов пассажиров и около полутора миллиардов тон грузов ежегодно. Чем больше поездов, тем труднее осуществлять и контролировать их движение. В следствии чего и составлять поездное расписание. Для высококачественного функционирования пассажирского железнодорожного транспорта, являющегося наиболее важным социально-экономическим фактором жизнедеятельности городов. Особенностью пассажирских поездов является их непостоянность в отличие от грузовых поездов, что представляет усложнение процесса построения графика движения особенно в летнее время. Для решения этой проблемы необходимо применение интеллектуальных моделей. Использование искусственных нейронных сетей (ИНС), обладающих свойством прогнозирования, что является первостепенным решением для расчёта прогноза распределения движения поездов.

Однако нейросетевое моделирование решает не только проблемы с составлением эффективного расписания движения поездов, но и устраняет различные проблемы, связанные с техническим состоянием устройств, происходит тщательный мониторинг в следствии чего выявляются скрытые неисправности, например, повышение температурных воздействий на рельсовую цепь. При переустройстве, обновлении или строительстве новых объектов необходим прогноз потребных размеров перевозки. Благодаря конкретизации прогноза появляется возможность сокращения затрат, повышается надежность технических средств, а вследствие чего увеличивается пропускная способность участков. В первую очередь стоит обратить внимание на то, что нейросетевые системы необходимо применять в совокупности с имитационными моделями. Исходя из вышеперечисленного можно классифицировать ИНС по областям их применения, таким как: автоматизированные устройства, прогнозирование эксплуатационных характеристик, системы поддержки принятия решений, контроль технического состояния и так далее. Многие задачи областей пересекаются между собой, это позволяет нам сделать вывод, что система нейросетей может быть построена похожим образом.

Говоря о теме нейросетевого подхода стоит обратить внимание на опыт других стран. Например, во Франции в период 2013 по 2018 год реализовывали проект по созданию одновременного использования единой платформы управления потоками информационных данных о грузовом движении, что позволило сформировать детализированный процесс получения данных. В следствии чего компании могли отслеживать движение своих поездов наличие, а также количество порожних и гружёных вагонов. Благодаря данному подходу значительно сократилось время работы с клиентом.

Еще одной эффективной разработкой можно считать проект SMRT-RAIL направленный на разработку гибкой системы на станциях стыкования с морскими судами. В данном случае ставится задача формирования подстраиваемой систем, позволяющей организовывать процесс обработки вагонов, распределе-

ние контейнеров и прочее. Данная разработка значительно сокращает время обработки составов, следовательно, является наиболее удобной и экономически выгодной.

Рассматривая SMRT-RAIL как программу, реализуемую на всей сети железных дорог России. Прежде всего рассматривая с точки зрения повышения безопасности перевозки. В этом в связи с обширными территориями страны, необходимо введение должности оператора. В случае если клиент по каким-либо причинам не может удостовериться самостоятельно через приложение, то оператор в любой момент времени сможет проконсультировать о состоянии и месте нахождения данных вагонов. При использовании программы на постоянном уровне можно рассмотреть этапы ее внедрения в грузовые перевозки между ближайшими странами, такими как Белоруссия, Казахстан, Китай.

Из всего вышесказанного следует вывод, что использование нейросетей это шаг к прогрессивному будущему с более быстрыми доставками грузов, с безопасной работой сотрудников, облегчением физического труда и более комфортной работы с клиентами. Все это влияет на уровень работы транспортной системы страны.

#### **Список использованных источников**

1. Аева, М.А. Система единого планирования для всех видов транспорта / М.А. Аева, Е.В. Маловецкая // Инфраструктура и эксплуатация наземного транспорта: материалы международной студенческой научно-практической конференции: в 2 частях, Нижний Новгород, 10 апреля 2019 года / Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Новгороде. Том Часть 1. – Нижний Новгород: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «21 век», 2019. – С. 11-16. – EDN QUOZQY.

2. Маловецкая, Е.В. Использование имитационного моделирования с целью подтверждения возможности освоения заданных объемов перевозки / Е. В. Маловецкая // Фёдор Петрович Кочнев - выдающийся организатор транспортного образования и науки в России: Труды международной научно-практической конференции, Москва, 22–23 апреля 2021 года / Отв. редактор А.Ф. Бородин, сост. Р.А. Ефимов. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 225-230. – EDN FWWBLD.

3. Маловецкая, Е.В. Планирование качественных показателей эксплуатационной работы железных дорог при переходе к полигонным технологиям / Е. В. Маловецкая // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : МАТЕРИАЛЫ I ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Самара, 23–24 апреля 2019 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 90-95. – EDN YFEVEN.

4. Тадеусевич, Р., Боровик Б., Гончаж Т., Леппер Б. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ. Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – Москва: Горячая линия Телеком 2011.

5. Федоров, Е.Е. Искусственные нейронные сети. Красноармейск: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016.

6. Ясницкий, Л.Н., Богданов К.В., Черепанов Ф.М. Технология нейросетевого моделирования и обзор работ Пермской научной школы искусственного интеллекта // Фундаментальные исследования. – 2013. – №1 (ч. 3). – С. 736-740.

7. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2010.

## **NEURAL NETWORK APPROACH - THE GUARANTOR OF TRANSPORTATION SAFETY**

**A.K. Tayurskaya, E.V. Malovetskaya**

*Irkutsk State University of Railways and Communications,  
Russia, Irkutsk*

This article discusses the essence of the application of neural network modeling in railway transport. The problems solved with the help of artificial neural networks are presented. Foreign projects are considered, as well as the possibility of their implementation on the Russian railway network. Using the example of the SMRT-RAIL program, the efficiency of working with artificial intelligence is shown, which makes it possible to increase the safety of the entire railway network, reduce the time for processing trains, as a result of which an economic effect is visible.

**Keywords:** neural network modeling, process, cargo transportation, artificial intelligence

**УДК 656**

## **РАЗВИТИЕ СЕТИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ АВТОБУСНОГО МАРШРУТА № 130 И ТРОЛЛЕЙБУСНОГО № 7 В Г. ПЕНЗЕ**

**М.Ю. Терентьев, А.П. Жук**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье произведен анализ проблем с пассажирским транспортом в данном районе г. Пенза. Рассмотрены вопросы аварийности происходящие с автобусами и троллейбусами в городе. Предложены мероприятия по использованию троллейбусов по новому маршруту, что позволит снизить напряженность в транспортной логистике.

**Ключевые слова:** автобус, троллейбус, маршрут, г. Спутник, с. Засечное, аварийность, пассажиропоток

В настоящее время самым динамическим развивающимся районом является г. Спутник его население составляет более 47000 человек и постоянно растет за 10 лет оно должно вырасти до 100000. Город застраивается в сторону с. Засечное с населением 22000 человек. Увеличение пассажира потока приводит к проблеме транспортной логистике и безопасности движения в данном районе. Перевозки пассажиров осуществляет маршрут 130 на автобусах большой вместимости и частично троллейбус 7.

Влияние эксплуатационных характеристик пассажирского транспорта (автобусы и троллейбусы) на участников движения УДС

| Участники<br>УДС       | Троллейбусы                                                                     |                                                                             | Автобусы                      |                              |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                        | Достоинства                                                                     | Недостатки                                                                  | Достоин-<br>ства              | Недостатки                   |
| 1                      | 2                                                                               | 3                                                                           | 4                             | 5                            |
| Пассажиры              | Отсутствует ви-<br>брация от электро-<br>двигателя                              |                                                                             |                               | Менее комфортная<br>поездка  |
|                        | более комфортная<br>езда                                                        |                                                                             |                               | Бывает неприят-<br>ный запах |
|                        | Отсутствует в са-<br>лоне запах горюче-<br>го                                   |                                                                             |                               |                              |
| Экология               | Тихий вид транс-<br>порта                                                       | Троллейбусный<br>маршрут сложнее<br>перенести                               | Работает<br>без прово-<br>дов | Шумит при раз-<br>гоне       |
|                        | Нет вредных вы-<br>бросов                                                       |                                                                             |                               | Вредные выбросы              |
|                        | Комфорт жителей<br>города                                                       |                                                                             |                               |                              |
| Пешеходы<br>и горожане | Стоимость проезда<br>дешевле                                                    | Сеть проводов тре-<br>бует высокооргани-<br>зованной службы<br>эксплуатации |                               | Стоимость проезда<br>дороже  |
|                        | Меньше негатив-<br>ное влияние на<br>экологию                                   |                                                                             |                               |                              |
|                        | Троллейбусную<br>линию легче пере-<br>делать в трамвай-<br>ную                  | Большое количе-<br>ство автобусов ге-<br>нерируют вредные<br>выбросы        |                               |                              |
|                        | Ощущение совре-<br>менного города за-<br>ботящегося об эко-<br>логии и комфорте |                                                                             |                               |                              |

| 1          | 2                                                                                                  | 3                                                                                   | 4 | 5                                                                       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------|
|            | Троллейбусный двигатель проще устроен и его легче ремонтировать.<br>Срок службы троллейбуса дольше |                                                                                     |   |                                                                         |
| Автомобили | Быстрый разгон чем у автобуса и меньшая задержка потока                                            | В случае отсутствия тока в контактной сети они могут тормозить в неожиданных местах |   | Худшие характеристики разгона что приводит к помехам потока автомобилей |

Выбор вида транспорта зависит от ряда факторов. В большинстве случаев решающим оказываются экономические показатели, получаемые путем сравнительного расчета различных вариантов, фактор благоустройства города, а также размеры ожидаемых пассажиропотоков. Существенное влияние на выбор вида транспорта оказывают местные условия: энергетические возможности, планировка города, профиль пути, качество дорожных покрытий и т. д.

Аварийность с участием пассажирского транспорта (автобусы и троллейбусы) г. Пензы, является одной из острейших социально-экономических проблем. Пассажирские маршруты с точки зрения организации безопасности движения являются одними из самых проблемных. Анализ статистических данных ГИБДД РФ по г. Пенза показывает, что 2022 г по вине водителей автобусов зарегистрировано 52 ДТП, в которых ранение получило 97 человек, погибших, не было. По вине водителей троллейбусов 28 ДТП, 37 человек ранено, погибших нет. По РФ произошло 5535 аварий с участием водителей автобусов и 319 аварий с участием водителей троллейбусов. Все это с учетом увеличения пассажира потока в новом микрорайоне Пензы г. Спутник требует пристального внимания к этой проблеме.



Рисунок 1 – Авария с участием троллейбуса

Одними из самых протяженных и загруженных маршрутов являются 130 автобусный маршрут и 7 троллейбусный маршрут.

Протяжённость маршрута № 130 Арбековская застава – с. Засечное составляет 26,7км количество остановок 43. В будние дни на маршрут выходит 17 автобусов большого класса, в выходные дни 11.

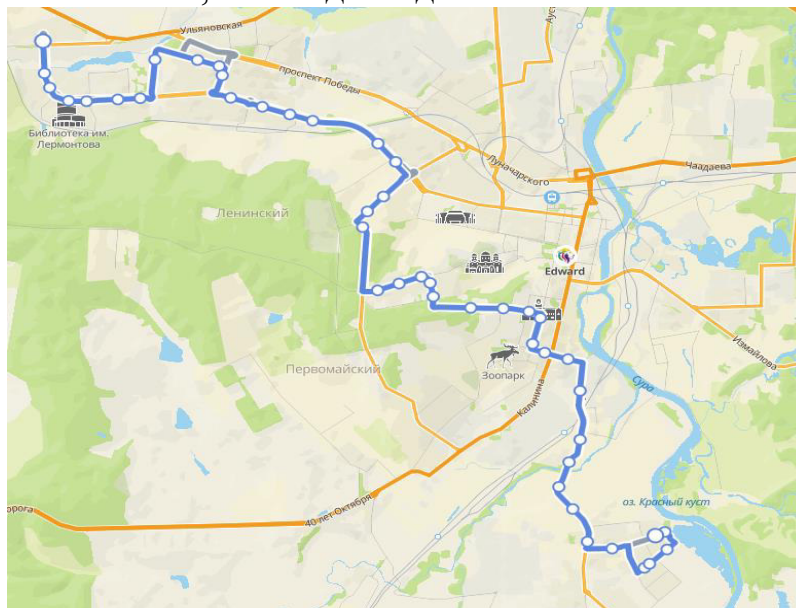


Рисунок 2 – Протяжённость маршрута 130  
Арбековская застава – с. Засечное

Протяженность троллейбусного маршрут № 7 составляет 19 км при 37 остановок

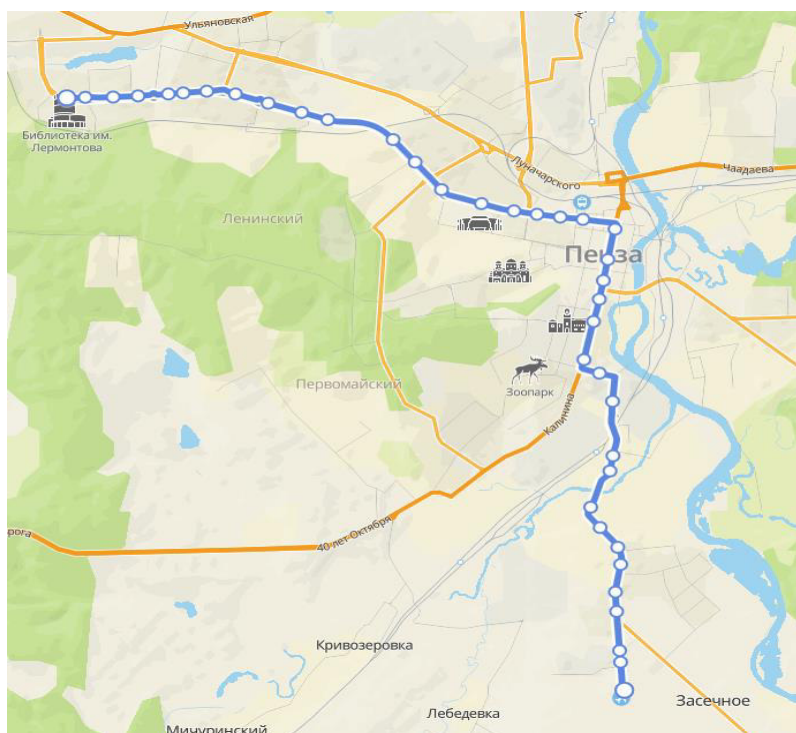


Рисунок 3 – Протяжённость маршрута № 7  
Аэропорт (конечная) - Запрудный



Учитывая все изложенные обстоятельства, предлагается новый троллейбусный маршрут. Который пройдет по территории «Города Спутника», это будет улица Терновского с заездом на Сухумскую дальше на улицу Радужную с поворотом на улицу Олимпийскую по кругу до улицы Алой, и с улицы Светлой опять на Радужную и на Терновского». Протяженность нового маршрута составит 7км с 12 остановками и он будет оснащен уфимскими троллейбусами модели УТТЗ-6241.01

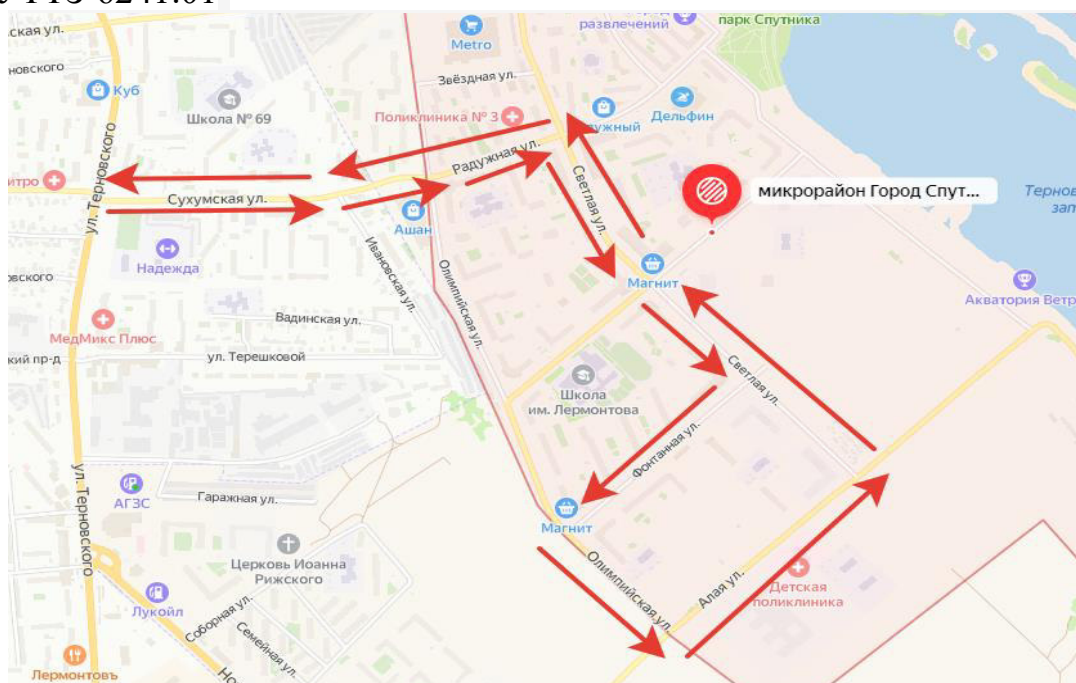


Рисунок 4 – Новый троллейбусный маршрут в г. Спутник

#### Вывод

Предложенный маршрут позволит обеспечить троллейбусным транспортом в шаговой доступности жителей г.Спутника и с. Засечное, в дополнении уже к существующему автобусному маршруту № 130.

#### Список использованных источников

1. интернет-ресурс E-mail: info@penzanews.ru
2. интернет-ресурс E-mail: pravobl@obl.penza.net
3. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры Пензенской агломерации. 2017 – 62 с.

### DEVELOPMENT OF THE PASSENGER TRANSPORT NETWORK ON THE EXAMPLE OF BUS ROUTE NO. 130 AND TROLLEYBUS ROUTE NO. 7 IN PENZA

M.Yu. Terentyev, A.P. Zhuk

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article analyzes the problems with passenger transport in this area of Penza. The issues of accidents occurring with buses and trolleybuses in the city are con-



sidered. Measures have been proposed for the use of trolleybuses along the new route, which will reduce tensions in transport logistics.

**Keywords:** bus, trolleybus, route, Sputnik, Serif village, accident rate, passenger traffic

УДК 621.302

## ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ С ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ ОТ ПОЖАРА

А.А. Тихомирова, С.В. Голобоков, И.К. Едиханов

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия,*

*Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева,  
г. Саранск, Россия*

В статье рассматриваются вопросы защиты от возгорания электронных модулей автомобилей, оснащенных химическими источниками тока. Для защиты от возгорания при аварийных режимах элементов питания предложено поместить модули или блоки питания в герметичный металлический корпус. На математической модели получены значения температуры для элементов различной емкости и предложен выбор оптимальных размеров оболочек.

**Ключевое слово.** Электронный модуль, спутниковая охранная система, элемент питания, возгорание аккумулятора, температура среды, оболочка

Современный уровень автотракторной техники отличается высокой оснащенностью электронными устройствами и системами. Для сохранения настроек, обеспечения энергонезависимой памяти и питания устройства при неработающем генераторе многие электронные модули оснащены блоками автономного питания с химическими источниками тока [1]. При работающем двигателе питание модулей выполняется от бортсети, и одновременно выполняется подзарядка аккумуляторов. При остановке двигателя питание модулей выполняется от встроенных аккумуляторов [2].

Для электропитания автономных устройств используются никель-марганцевые аккумуляторы с напряжением 1,2 В и емкостью до 5000 мАч. Для более мощных модулей применяют литий-ионные аккумуляторы с напряжени-

ем 3,7 В и емкостью до 10 тыс мАч. На выбор емкости аккумулятора также влияет время автономной работы или время в ждущем режиме. Для увеличения запаса энергии и времени работы применяется несколько аккумуляторов, включенных параллельно или последовательно.

Типичным представителем электронных модулей на автомобиле являются охранные системы. На автомобиле «Toyota Land Cruiser 150» Федеральной компанией «Цезарь Сателлит» была смонтирована спутниковая охранная система для автомобиля, марка оборудования «CSV» [3]. Работы по установке оборудования и подключение выполнил сервисный центр. Состав системы спутниковой сигнализации «Цезарь Сателлит»:

1. Системный модуль;
2. Блок связи с контроллером автомобиля;
3. Кнопка «Valet» с кабелем;
4. Спутниковая антенна высокочастотным с кабелем;
5. Шнур питания с встроенным гнездом предохранителя.

После того как водитель заглушит двигатель и покинет салон по команде с пульта или в автоматическом режиме система ставит автомобиль под охрану. Работает системный модуль, блок связи, датчики удара, движения, видеокамера, сирена, электронный замок. GPS навигация отслеживает перемещение автомобиля и передает координаты диспетчеру и владельцу [4].

Система охраны выполняет команды с пульта или работает по заданному алгоритму. Питание всех блоков при заглушенном двигателе выполняется от аккумулятора. При отключении автомобильного аккумулятора питание выполняется от химических источников тока, размещенных в блоке питания. Однако сами химические аккумуляторы обладают высокой плотностью энергии и при определенных условиях представляют собой серьезную опасность.

Известно множество случаев самопроизвольного воспламенения и взрыва аккумуляторов портативных электронных устройств [6]. Аналогичный случай произошел в г. Пензе. Диспетчер ЕССД ГУ МЧС РФ по Пензенской области зафиксировал сигнал о пожаре 2.09.2022. Пожарную службу вызывал водитель, чей автомобиль самопроизвольно загорелся во время движения. Водитель слышал хлопок под приборной панелью и увидел, как из вентиляционных каналов в зоне лобового стекла повалил густой дым. В пространстве под приборной панелью возник пожар. Следы пожара представлены на рис. 1 и 2.

В зоне возгорания на автомобиле Toyota Land Cruiser 150 находился системный блок спутниковой сигнализации. Корпус блока полностью расплавился, крышка была выброшена вниз, изоляция проводов возле блока обгорела и оплавилась. Фрагменты элемента питания были найдены в пространстве под приборной панелью в салоне автомобиля.



Рис. 1. Копоть на лобовом стекле



Рис. 2. Прогар панели щитка приборов

Пожарно-техническая экспертиза установила, что причиной пожара послужило воспламенение системного модуля спутниковой сигнализации «Цезарь Сателлит». Очаг пожара возник вследствие аварийного режима работы и возгорания гальванических элементов в блоке питания. Накануне сервисным центром была выполнена замена элементов питания в системном модуле.

В ходе исследований обнаружены следы токов короткого замыкания (КЗ) и термического воздействия на плате системного блока. Результат КЗ - разрушение контактов, отслоение дорожек, обгорание защитного лакового покрытия (Рис 3 и 4). На других устройствах приборной панели токов КЗ не было, провода и разъемы целые, корпус оплавился от внешнего нагрева.

Причинами взрыва и возгорания элементов питания могут быть:

1. Бракованные элементы.
2. Длительная перезарядка.
3. Короткое замыкание в цепях блока питания
4. Механические деформации и разгерметизация элементов питания.



Рис. 3. Системный модуль

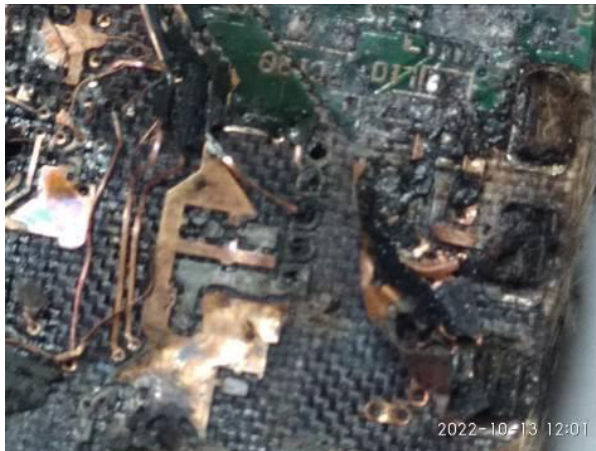


Рис. 4. Плата системного модуля

Вероятность выпуска бракованной партии гальванических элементов производителями достаточно мала, но все-таки существует. Обычно брак получается в результате нарушения технологии, поставки некачественных материалов, ошибок персонала и пр. В продажу могут поступать партии гальванических элементов с нарушением правил транспортировки и хранения.

На практике более вероятной причиной возгорания элементов питания является их перезарядка или перегрев [6]. В цепях блока питания возможно появление неисправности, отказ функции подзарядки элементов питания. Система не контролирует степень зарядки элементов. В результате на элементы питания постоянно подается напряжение и зарядный ток в элементах протекает все время, пока работает генератор автомобиля.

Через некоторое время в материалах электролита и покрытия электродов происходят необратимые изменения. В литературе описаны случаи, когда длительная перезарядка приводит к перегреву и внутренним деформациям элемента питания мобильных телефонов [5]. В итоге аккумуляторы загораются или даже взрываются. Для элементов питания, установленных в системном блоке охранной системы автомобиля, процессы протекают аналогично.

Протекание зарядного тока в течение длительного времени приводит к нагреву самих элементов питания и тепловому расширению электродов и электролита. При повышенной температуре окружающей среды вероятность нагрева элементов существенно повышается. При перегреве элементов возможны деформации электродов, нарушение герметичности и вытекание гелевого электролита. В результате происходит внутреннее короткое замыкание в гальваническом элементе или в отсеке между соседними элементами.

Почти вся энергия, запасенная в элементе, высвобождается в течение короткого времени. Это приводит к нагреву и вскипанию электролита, повышению давления, появлению газов и разрыву оболочки. Взрыв гальванического элемента сопровождается вспышкой, выбросом раскаленных частиц и акустическими эффектами [6]. Энергии, запасенной в элементе достаточно, чтобы в локальном объеме нагреть горючие вещества до температуры вспышки. Время аварийной работы элементов питания в режиме КЗ не превышает нескольких секунд.

Режим КЗ в элементе возможен при механических деформациях и контакте электродов. Механические деформации возможны при сильном нажатии на цилиндрическую поверхность элементов питания, например при аварии автомобиля или с помощью ручного инструмента. Элементы питания были установлены в отсеке системного модуля и закрыты крышкой. Системный модуль установлен под приборной панелью, в труднодоступном месте, элементы питания закрыты пластиковой крышкой.

Эффективным средством защиты от возгорания и распространения пламени являются экраны и огнестойкие перегородки [7]. Для защиты автомобиля от аварийных режимов работы модулей с автономным питанием предложена конструкция металлического корпуса, в котором располагается блок питания. Внешний вид корпуса представлен на рис. 5.

Системный модуль спутниковой сигнализации имеет габаритные размеры 60х80х20 мм и размещается внутри корпуса. При аварийном разрушении элемента питания наблюдается нагрев воздуха и выброс раскаленных частиц в окружающее пространство. В герметичном корпусе возникает ударная волна.



Рисунок 5 – Внешний вид огнезащитного корпуса

Повышенное давление может разрушить корпус и привести к разлету осколков под приборной панелью автомобиля. Механическая прочность корпуса должна выдерживать избыточное давление в 2-3 атм. Следовательно внутренний объем корпуса должен минимум в 3 раза превышать объем модуля, воздушная подушка приводит к демпфированию ударной волны.

Вторым ограничением по конструктивному исполнению корпуса будет максимальная температура в конце аварийного режима. Элементы питания в заряженном состоянии имеют запас энергии, которая выделяется при КЗ или аварийном разрушении элемента питания. В замкнутом объеме вся энергия уходит на нагрев окружающего пространства. Температура корпуса и внутренних частей повышается. Электронный модуль подключен проводами с ПВХ изоляцией. Допустимая температура изоляции проводов составляет 100 °С. Если максимальная температура превышает допустимую, начнется разрушение изоляции проводов что может привести к вторичным КЗ.

Для выбора геометрических размеров корпуса была создана математическая модель и проведены исследования аварийных режимов нагрева различных элементов питания. Герметичный корпус представляет собой замкнутую термодинамическую систему. Запас энергии определяется максимальной емкостью химического источника тока и степенью его зарядки.

Например для заряженного аккумулятора Li-ion 18650 емкостью 2000 мАч и напряжением 3,7 В, запас энергии можно рассчитать по формуле:

$$E = 3,6 * U * W = 3,6 * 3,7 * 2000 = 26640 \text{ Дж} = 26,6 \text{ кДж}$$

Для никель марганцевого аккумулятора марки GP Rechargeable Ni-Mh емкостью 2500 мА·ч и номинальным напряжением 1,2 В:

$$E = 3,6 * U * W = 3,6 * 1,2 * 2500 = 10800 \text{ Дж} = 10,8 \text{ кДж}$$

За пределы корпуса энергия не поступает, все выделившееся тепло идет на нагрев внутреннего пространства и частей корпуса. Уравнение теплового баланса включает теплоту на нагрев корпуса, воздуха и элементов питания.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Для определения температуры в корпусе после разрушения элементов питания решаем стационарную задачу, после продолжительного времени повышение температуры внутри корпуса составит:

$$\Delta t_1 = k * E / (C_1 * m_1 + C_2 * m_2 + k * C_3 * m_3)$$

Аналогично решает динамическую задачу - нагрев среды в конце взрыва без учета теплообмена с корпусом. Повышение температуры внутри корпуса:

$$\Delta t_2 = k * E / (C_2 * m_2 + k * C_3 * m_3)$$

Для исследования выбрано 5 вариантов корпусов. Результаты расчетов для двух никель-марганцевых аккумуляторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики среды внутри корпуса

| № | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>V</i> <sub>1</sub> | <i>dt</i> <sub>1</sub> | <i>t</i> <sub>1</sub> | <i>P</i> <sub>1</sub> | <i>dt</i> <sub>2</sub> | <i>t</i> <sub>2</sub> | <i>P</i> <sub>2</sub> |
|---|----------|----------|----------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | мм       | мм       | мм       | л                     | °С                     | °С                    | атм                   | °С                     | °С                    | атм                   |
| 1 | 200      | 200      | 60       | 2,4                   | 9                      | 36                    | 1,04                  | 186                    | 213                   | 1,62                  |
| 2 | 200      | 100      | 60       | 1,2                   | 16                     | 43                    | 1,07                  | 188                    | 215                   | 1,63                  |
| 3 | 100      | 100      | 60       | 0,6                   | 26                     | 53                    | 1,11                  | 189                    | 216                   | 1,63                  |
| 4 | 100      | 60       | 30       | 0,18                  | 46                     | 73                    | 1,20                  | 190                    | 217                   | 1,63                  |
| 5 | 60       | 60       | 30       | 0,108                 | 62                     | 89                    | 1,26                  | 190                    | 217                   | 1,64                  |

Анализ данных таблицы показывает, что в корпусе № 5 объемом 0,11 л установившаяся температура равна 89 °С. Температура ниже допустимого значения, безопасна, вероятность возгорания пластмассовых деталей, электропроводки и возникновения пожара ничтожно мала.

Внутри корпуса на короткое время появляется повышенная температура 217 °С, это приведет к оплавлению изоляции проводов, но ввиду малого времени нагрева возгорания не произойдет. Установившееся давление воздуха составит 1,26 атм, а ударная волна имеет пиковое давление 1,64 атм. Опасности механического разрушения корпуса нет.

Для электронных модулей с длительным временем автономной работы применяются литий-ионные аккумуляторы повышенной емкости. Результаты расчетов для двух аккумуляторов 2000 мАч представлены в таблице 2.



Таблица 2 – Параметры среды внутри корпуса после аварийного режима

| № | $a$ | $b$ | $c$ | $V_1$ | $dt_1$ | $t_1$ | $P_1$ | $dt_2$ | $t_2$ | $P_2$ |
|---|-----|-----|-----|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
|   | мм  | мм  | мм  | л     | °C     | °C    | атм   | °C     | °C    | атм   |
| 1 | 200 | 200 | 60  | 2,4   | 24     | 51    | 1,08  | 459    | 486   | 2,53  |
| 2 | 200 | 100 | 60  | 1,2   | 40     | 67    | 1,13  | 465    | 492   | 2,55  |
| 3 | 100 | 100 | 60  | 0,6   | 65     | 92    | 1,22  | 468    | 495   | 2,56  |
| 4 | 100 | 60  | 30  | 0,18  | 116    | 143   | 1,39  | 470    | 497   | 2,57  |
| 5 | 60  | 60  | 30  | 0,108 | 154    | 181   | 1,51  | 470    | 497   | 2,57  |

Анализ данных таблицы 2 показывает, что установившаяся температура менее 100 °C зафиксирована в корпусе № 3 объемом 0,6 л. Применение корпуса меньшего объема создает условия для возгорания и развития пожара.

Температура внутри корпуса на короткое время повышается почти до 500 °C, превышает температуру возгорания. Это приведет к плавлению пластмассовых деталей и изоляции, но из-за недостатка кислорода вероятность возгорания отсутствует. Установившееся давление воздуха составит 1,22 атм, а давление в ударной волне 2,56 атм. Опасности разрушения корпуса также нет.

На рис. 6 представлена зависимость установившейся температуры внутри корпуса от емкости для двух элементов в составе блока питания.

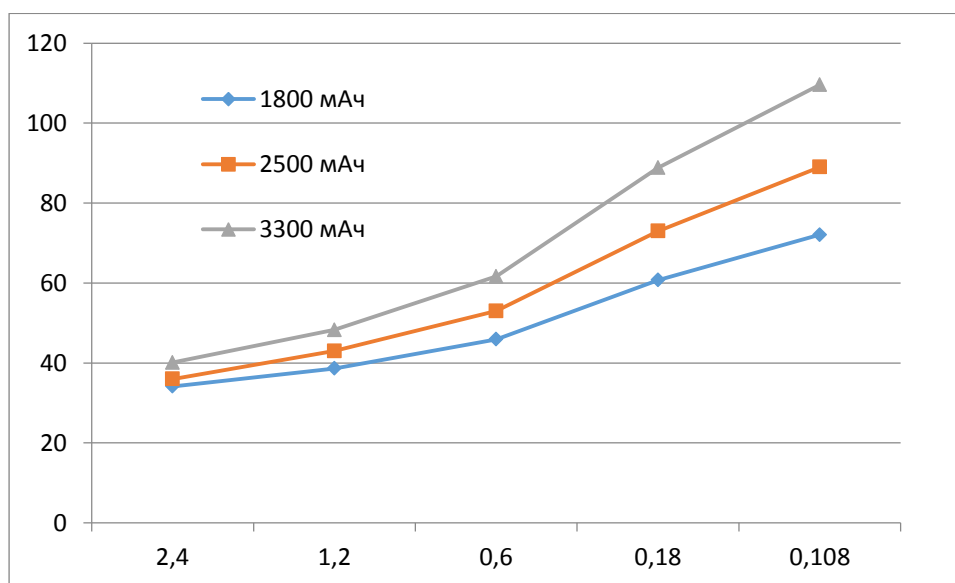


Рисунок 6 – Зависимость температуры внешних поверхностей от объема корпуса для разной емкости элемента питания

Для двух никель-марганцевых элементов питания установившаяся температура модуля в корпусе объемом 0,2 л не превышает 90 °C. Опасность возгорания блока питания и распространения пожара в автомобиле полностью исключается. Для литий-ионных аккумуляторов зависимости аналогичные, но минимальный объем корпуса составляет 0,6 л. Применение взрыво-защитной оболочки для электронных модулей и блоков питания позволит исключить появление пожара на автомобиле вследствие возгорания элементов питания.

## Выводы

1. Вероятность воспламенения элементов питания достаточно низкая, но ущерб в результате пожара в автомобиле может быть внушительным.
2. Для защиты электронных модулей с элементами питания от возгорания предложен герметичный металлический корпус.
3. Результаты расчетов на модели позволяют выбрать размеры герметичного корпуса для разных типов и количества элементов питания.
4. Температура внешних поверхностей корпуса не превышает  $100^{\circ}\text{C}$ , что исключает появление пожара в результате аварийного разрушения элементов.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 3940-2004 Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия. Изд. Росстандарт. М: 2004. – Текст непосредственный.
2. ТР ТС 018\2011 О безопасности колесных транспортных средств. Изд. Росстандарт. М: 2011. – Текст непосредственный.
3. Спутниковая сигнализация «Цезарь Сателлит». – URL: [www.cezar-satellite.ru/](http://www.cezar-satellite.ru/) (дата обращения 18.10.22.) – Текст электронный.
4. Спутниковая охранная система для автомобиля. – URL: [www.csat.ru/auto/](http://www.csat.ru/auto/) . (дата обращения 12.10.22.) – Текст электронный.
5. ГОСТ Р МЭК 60086-1-2019 Батареи первичные. Часть 1. Общие требования. Изд. Росстандарт. М: 2019. – Текст непосредственный.
6. Как уберечь себя от взрыва аккумулятора 18650. – URL: <https://vse-elektrichestvo.ru/bytovaya-texnika/akkumulyatory/10085.html> (дата обращения 04.06.2022) – Текст электронный.
7. ОБОЛОЧКИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЁННЫЕ СЕРИИ СМД МК 1.0 Exd. – URL: <https://smd-tlt.ru/83> (дата обращения 06.02.2023) – Текст электронный.

## FIRE PROTECTION OF ELECTRONIC MODULES FOR CARS WITH CHEMICAL BATTERIES

**A.A. Tikhomirova, S.V. Golobokov, I.K. Edikhanov**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

*Mordovian State University named after N.P.Ogarev,  
Saransk, Russia*

The article deals with the fire protection issues of electronic modules for cars equipped with chemical current sources. To protect against fire during emergency modes of batteries, it is proposed to place modules or power supplies in a sealed metal case. On the mathematical model, temperature values for elements of different capacities are obtained and the choice of optimal shell sizes is proposed.

**Keyword.** Electronic module, satellite security system, battery life, battery fire, ambient temperature, shell



## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

А.А. Тоноян, С.А. Бритов, Л.Е. Сабутина

*Сибирский Федеральный Университет, Институт нефти и газа,  
г. Красноярск, Россия*

В статье рассматриваются выключатели на основе элегаза, конструкция данных выключателей, область применения, а также принцип работы.

**Ключевые слова:** выключатель, элегаз, ток, напряжение

Выключатели предназначены для оперативной и аварийной коммутации в энергосистемах, т.е. выполнения операций включения и отключения отдельных цепей при ручном или автоматическом управлении. Во включенном состоянии выключатели должны беспрепятственно пропускать токи нагрузки. Характер режима работы этих аппаратов несколько необычен: нормальным для них считается как включенное состояние, когда они обтекаются током нагрузки, так и отключенное, при котором они обеспечивают необходимую электрическую изоляцию между разомкнутыми участками цепи. Коммутация цепи, осуществляемая при переключении выключателя из одного положения в другое, производится нерегулярно, время от времени, а выполнение им специфических требований по отключению возникающего в цепи короткого замыкания чрезвычайно редко.

Шестифтористая сера SF<sub>6</sub> (элегаз) относится к «электроотрицательным» газам, получившим такое название из-за способности их молекул захватывать свободные электроны, превращаясь в тяжелые и малоподвижные отрицательно заряженные ионы. Элегаз при нормальной температуре (20°C) и давлении 0,1 МПа представляет собой газ без цвета и запаха. Плотность его почти в 5 раз выше плотности воздуха, скорость звука в нем при температуре 30°C - 138,5 м/с (330 м/с в воздухе). Элегаз обладает низкой теплоемкостью в канале столба дуги и повышенной теплопроводностью горячих газов, окружающих столб дуги (2000 К). Это характеризует элегаз как среду, обладающую высокими теплопроводящими свойствами. Чистый элегаз негорюч, бесцветен, инертен, нагревостоек до 800°C. Также он не имеет запаха и совершенно не ядовит. В химическом отношении элегаз так же неактивен по отношению к другим веществам, как и азот.

Одним из немногочисленных недостатков элегаза является способность разлагать влагосодержащие синтетические изоляционные материалы при соприкосновении с ними. Поэтому рекомендуется применять в элегазовых конструкциях стойкие изоляционные материалы, например тефлон.

К недостаткам элегаза следует отнести высокую температуру сжижения. При давлении 1,5 МПа она составляет всего 6°С. Чтобы избежать сжижения элегаза, в выключателях с высоким давлением гасящей среды предусматривают автоматические нагреватели, поддерживающие постоянную температуру элегаза.

Кроме того, опыт и специальные исследования показали, что под влиянием электрической дуги или коронного разряда (теплоты) происходит разложение элегаза с образованием химически активных соединений. Газообразными продуктами разложения являются низшие фториды сред SF<sub>2</sub>, SF<sub>4</sub>.

Выключатели нагрузки элегазовые во многом напоминают конструкцию отделителей. Однако для успешного отключения тока в них предусматриваются устройства для вращения дуги в элегазе. В подвижный и неподвижный контакты встроены постоянные магниты из феррита, которые создают магнитные поля, направленные встречно. При размыкании контактов образуется дуга, ток которой взаимодействует с радиальным магнитным полем, в результате чего создается сила F, перемещающая дугу по кольцевым электродам. Вращение дуги в элегазе способствует быстрому гашению. Чем больше отключаемый ток, тем больше скорость перемещения дуги, это защищает контакты от обгорания. Контактная система описанной конструкции помещается внутри фарфорового корпуса, заполненного элегазом и герметически закрытого. Давление внутри камеры 0,3 МПа. Так как потеря элегаза недопустима, гасительная камера выключателя должна работать по замкнутому циклу. Подпитка при возможных утечках происходит из баллона со сжатым элегазом.

Элегазовые выключатели могут отключать не только ток нагрузки, но и ток КЗ. Такие выключатели имеют дугогасительные устройства с автопневматическим дутьем

По конструкции различают колонковые и баковые выключатели. Колонковые ни внешне, ни по размерам принципиально не отличаются от маломасляных, кроме того, что в современных элегазовых выключателях 220 кВ только один разрыв на фазу. Баковые элегазовые выключатели имеют гораздо меньшие габариты по сравнению с масляными, имеют один общий привод на три полюса, встроенные трансформаторы тока.

Элегазовые выключатели работают за счет изолированности фаз между собой посредством элегаза. Принцип работы механизма, следующий: при поступлении сигнала об отключении электрического оборудования, контакты каждой камеры размыкаются. Встроенные контакты создают электрическую дугу, которая размещается в газовой среде.

Эта среда разделяет газ на отдельные частицы и компоненты, а из-за высокого давления в резервуаре, сама среда снижается. Возможное применение дополнительных компрессоров, если система работает на низком давлении. Тогда компрессоры усиливают давление и образуют газовое дутье. Также используется шунтирование, применение которого необходимо для выравнивания тока.

Элегазовые выключатели выполняют свою функцию путем изолирования фаз газовой прослойкой. Получив сигнал на отключение электрооборудования, контакты размыкаются, образуется находящаяся в среде газа дуга. Электричество разлагает SF<sub>6</sub>, но дуга при этом слабеет за счет высокого уровня давления. Если же выключатель отрегулирован на малое давление, в действие вступают нагнетающие компрессоры. Также используют выравнивающие ток шунты.

Выключатели могут устанавливаться как внутри помещения, так и на открытых распределительных устройствах (ОРУ). Условия работы при этом значительно различаются, и это находит отражение в их конструктивных особенностях. Во время эксплуатации аппараты ОРУ подвергаются воздействию окружающей среды. Эти воздействия особенно вредно сказываются на состоянии изоляции аппаратов. Поэтому все аппараты ОРУ рассчитываются на воздействие гололеда, ветра и загрязнений.

Требования, предъявляемые к выключателям:

- надежность в работе и безопасность для окружающих;
- возможно малое время отключения;
- по возможности малые габариты и масса;
- простота монтажа;
- бесшумность работы;
- сравнительно невысокая стоимость.

Конструкторы выключателей стремятся к более полному соответствию характеристик выключателей выдвинутым выше требованиям. Требование надежности является одним из важнейших требований, поскольку от надежности выключателей зависит надежность работы энергосистемы, следовательно, и надежность электроснабжения потребителей. Срок службы выключателя составляет не менее 20 лет.

### **Список использованных источников**

1. Аметистов, Е.И. Основы современной энергетики под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – Москва: Издательство МЭИ, 2004. – 822 с.
2. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 605 с.
3. Усов, С.В. Электрическая часть станций / С.В.Усов [и др.]; – Москва: Энергия, 1977. – 420 с.

## **THE USE OF GAS-OPERATED SWITCHES IN PRODUCTION**

**A.A. Tonoyan, S.A. Britov, L.E. Sabutina**

*Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses switches based on elegaz, the design of these switches, the scope of application, as well as the principle of operation.

**Keywords:** switch, elegaz, current, voltage

## КОМПЛЕКС МЕР ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

**З.Х. Утарбаев, А.С. Ишмеева**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

Статья посвящена анализу мероприятий, направленных на обеспечение эффективной противопожарной профилактики. Приведены эмпирические методы сравнения, описания и интерпретации. В результате определено, что среди основных причин возникновения локальных пожаров на производственных объектах, ведущими являются технические (неисправность автоматических установок и систем, отсутствие запаса пенообразователя, недоукомплектованность противопожарных щитов), а также человеческий фактор – низкий уровень профессиональной подготовки работников к действиям в случае возникновения пожара и других чрезвычайных происшествий.

**Ключевые слова:** пожар, профилактика, безопасность, система, производство, материалы, распространение, локальный, мероприятия, требования

В поддержании системы пожарной безопасности на любом производственном предприятии ключевым элементом является профилактика пожаров, отвечающая законодательству, а именно, действию Федерального закона «О пожарной безопасности». В реализации противопожарной профилактики важно предотвращение возникновения пожароопасных факторов. Так, профилактика является же первой ступенью к обеспечению пожарной безопасности на предприятии. А сложность реализации превентивных мер связана с наличием разнообразных пожароопасных сред, устаревшего фонда технологического оборудования, с наличием пожароопасных веществ и материалов. Наиболее распространенными причинами пожаров являются нарушения правил пожарной безопасности в связи плохой подготовки рабочих, не соблюдения технологических процессов, эксплуатация оборудования с нарушениями и попытки сэкономить на средствах АППЗ.

В условиях любой производственной деятельности важно поддержание противопожарных режимов, которые регулируются федеральным законодательством и локальными нормативными документами, а именно, ФЗ «О пожарной безопасности», Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, а также документами РД 78.36.005-2005 «Рекомендации о порядке обследования объектов, принимаемых под охрану», РД 009-01-96. «Типовой регламент технического обслуживания систем пожарной сигнализации», РД 009-02-96 «Установка пожарной автоматики, техническое обслуживание и планово-

предупредительный ремонт», РД 78.145-93. «Системы и комплексы охранно-пожарной сигнализации. Перечисленные нормативные акты и документы также определяют нормы, требования, алгоритм, классификацию, цели и периодичность проведения противопожарных мероприятий. Существуют иные документы, определяющие правила противопожарной безопасности предприятия, например, правила производства и приемки работ, являющиеся внутренними документами, и так далее. Также основные моменты по пожарной безопасности изложены в строительных нормах и требования идущий к ним. Содержащиеся в данных документах положения состоят в обязательном проведении следующих мероприятий, например, локализация пожаров или установка на производственном объекте противопожарной системы для превентивных мер. Так, тушение пожаров на производственных объектах определяется системами и средствами противопожарной защиты (далее – АППЗ).

Функциональные подсистемы, из которых состоит противопожарная система абсолютно любого промышленного объекта, участка это противопожарная защита людей и имущества и противопожарная профилактика. Именно тщательный анализ источников воспламенения на производственном предприятии, а также анализа горючей среды является ключевой задачей, исполнение которой способствует формированию организационно-технических мероприятий, что влечет за собой исключение взаимодействия составляющих пожара [1].

В противопожарной профилактике также важно соблюсти и всецело обеспечить необходимые условия пожарной безопасности, посредством снабжения предприятия или отдельного производственного объекта надежной системой противопожарной защиты. Также, в реализации данных мероприятий и мер необходимо учитывать горючую среду и наличие источников начало возгорания [2]. В профилактике распространения пожара необходимо учитывать факторы, которые влияют на взрыво- и пожароопасность помещений и сооружений, а именно, площадь помещения или сооружения, где может интенсивно и продолжительно распространяться пожар. Так, учитывают, обычно, конструктивными и объемно-планировочные решения, ограничивающие пожароопасность строительных материалов, а также наличие систем оповещения и сигнализации, и наличие средств пожаротушения [3]. По соблюдению требований пожарного режима и пожарной безопасности на производственном объекте постоянно проводят соответствующие мероприятия по защите зданий, сооружений и людей.

Данные мероприятия и меры на промышленных объектах организованы в соответствии с требованиями, предъявляемые к объекту производства, и в соответствии с категорией пожарной опасности технологических процессов. Мероприятия заключаются в установке устройств противопожарных разрывов между отделения складов здания с горючими и легковоспламеняющимися материалами от основной его территории, устройство противопожарных преград и отсеков с негорючими конструкциями, а также заключаются в реализации соответствующей категории пожарной опасности объекта в зависимости от степени огнестойкости объекта [5].

Учитывают следующие условия на пожароопасных производствах: внутренний противопожарный водопровод; спринклерные и дренчерные установки; пожарная сигнализация; самозапирающиеся клапанные краны; противоразрывные мембраны, замена сгораемых перекрытий на несгораемые; электрооборудование устанавливается в пылевлагонепроницаемом исполнении; систематизация хранения горючих и взрывоопасных материалов; буферные склады для исключения накопления горючих материалов и ТКО на рабочих местах; отделение особо опасных технологических участков противопожарными стенами; содержание в чистоте и исправности путей эвакуации; строгий противопожарный режим.

Соблюдению и исполнению всех условий будет способствовать, в первую очередь, исправность технических средств ППЗ, где важно их пломбирование. Важна и налаженная система оповещения, которая должна включать исправную автоматическую защиту в здании или АПЗ, так как именно она способствует решению задач по идентификации и локализации источника пожара. Также, в любой системе оповещения важно исправное состояние управленческих сигналов. В местах постоянного или временного пребывания людей важно учитывать число оповещателей и указателей, их мощность и расстановку, так как это условие обеспечивает нормальную слышимость и видимость при пожаре [6].

Оповещение должно отличаться от сигналов устройств, предназначенных для других задач. Только при совмещенной радиотрансляции обеспечивается связь системы оповещения с общей сетью здания.

Системы пожарной сигнализации также относятся к элементам противопожарной профилактики, например, пожарные системы, которые реагируют на первые признаки начинающегося пожара, а именно, на дым, пламя или тепло. Существуют охранно-пожарные системы, которые совмещены с охранными и пожарными функциями, например, срабатывающие на вскрытие окон или дверей. В общей системе пожарной сигнализации ключевыми элементами являются приемно-контрольные приборы, пожарные извещатели, приборы управления, а также шлейфы пожарной сигнализации. Выделим и системы передачи извещений, оповещатели, пультовые устройства, ретрансляторы, пульта централизованного наблюдения и оконченные устройства и так далее [7].

В общей системе профилактики пожара или его предотвращения в результате строго соблюдения внутренних производственных инструкций, а также выполнения режимных мероприятий и мер, способствуют к полному предотвращению образования источников воспламенения и образования опасной горючей среды.

Перечисленные меры не могут существовать без реализации организационно-технических мероприятий, где соблюдаются задачи и имеется общее понимание по обеспечению пожарной безопасности. Все это невозможно без проведения подготовительных мероприятий.

## Список использованных источников

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
2. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
3. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.
4. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. 2020. – С. 242-244.
5. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.
6. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафигов А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.
7. Харисова, З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. – С. 305-308.
8. Семёнов, С.И., Аксенов С.Г. Анализ обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности // Студенческий форум. – 2021. – № 33 (169). – С. 51-54.
9. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## A SET OF MEASURES OF FIRE PREVENTION AT PRODUCTION FACILITIES

**Z.H. Utarbaev, A.S. Ishmееva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article is devoted to the analysis of measures aimed at ensuring effective fire prevention. Empirical methods of comparison, description and interpretation are given. As a result it has been determined that the leading reasons of occurrence of local fires on productive objects are technical ones (malfunctioning of automatic instal-

lations and systems, the lack of a foam former stock, understaffing of fire-prevention shields), and also the human factor - a low level of vocational training of workers to act in case of fire and other emergency incidents.

**Keywords:** fire, prevention, safety, system, production, materials, distribution, local, measures, requirements.

**УДК 681.78: 004.032.26**

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ЦЕЛЬ – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ ПРИБОР»**

**К. Хелвех**

*Пензенский филиал военной академии материально-технического обеспечения,  
г. Пенза, Россия*

В статье предложена математическая модель, позволяющая оценивать дальность идентификации целей интеллектуальной тепловизионной системой на основе свёрточных нейронных сетей.

**Ключевые слова:** свёрточные нейронные сети, фоново–целевая обстановка, вероятность и дальность идентификации

В настоящее время тепловизионные приборы активно используются на различных комплексах военного назначения. Тепловизионные приборы позволяют вести круглосуточное наблюдение независимо от уровня естественной освещенности, обладают большей устойчивостью к оптическим помехам (дымка, туман, дождь, снегопад, дым и др.), имеют более высокую обнаружительную способность замаскированных объектов, в том числе и находящихся за кустарником, высокой травой и пр. [1]. Стремительное развитие технологии последних лет значительно расширило номенклатуру предлагаемой элементной базы данного типа приборов и, как следствие, сделало возможным широкую вариативность предлагаемых разработчиками схемотехнических решений, в том числе и применение автоматизированных систем идентификации целей, поэтому актуальной является задача разработки модели функционирования системы «цель – интеллектуальный тепловизионный прибор». Данная модель должна позволять проводить не только исследование ее функционирования, а именно оценивать вероятности идентификации различных объектов, но и решать задачи, возникающие при проектировании интеллектуальных тепловизионных систем, их производстве и эксплуатации, например, оценить такие параметры системы, как, параметры объектива и приемника излучения, проводить их оптимизацию в зависимости от требуемой дальности и вероятности идентификации целей. При составлении математической модели будем исходить из



весьма общих предположений о характере функционирования системы. На вход системы могут поступать входные сигналы в виде тепловизионных изображений целей, а система способна выдавать выходные сигналы в виде вероятности идентификации цели.

В основу модели «цель – интеллектуальный тепловизионный прибор» положены аналитические зависимости, связывающие дальность идентификации цели с параметрами фоно-целевой обстановки, среды распространения, характеристиками собственно тепловизионного прибора. Отличие от существующих моделей будет заключаться в условиях восприятия информации, в настоящее время для этого используются критерии Джонсона [2]. Для описания условий восприятия информации нейронными сетями для 50 % и 100 % вероятности идентификации цели предлагается использовать зависимости (1) и (2) полученные на основе экспериментальных исследований влияния геометрических размеров цели и качества изображения тепловизионного прибора на вероятность идентификации цели предварительно обученной свёрточной нейронной сетью [3].

$$\text{PSNR}_{50}(S_{ц\%}) = \frac{1}{3,1 \cdot 10^{-2} + 11,3 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(S_{ц\%})} \quad (1);$$

$$\text{PSNR}_{100}(S_{ц\%}) = \frac{1}{2,6 \cdot 10^{-2} + 7,3 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(S_{ц\%})} \quad (2).$$

В полученных уравнениях используется значение  $S_{ц\%}$  - процент площади цели от всего изображения и критерий PSNR – пиковое отношение сигнала к шуму на изображении, как наиболее статистически значимые при определении вероятности идентификации цели нейронной сетью. Данные зависимости были получены для семи категорий однотипных целей с использованием специально разработанного программного обеспечения [4] диалоговое окно которого показано рисунке 1.

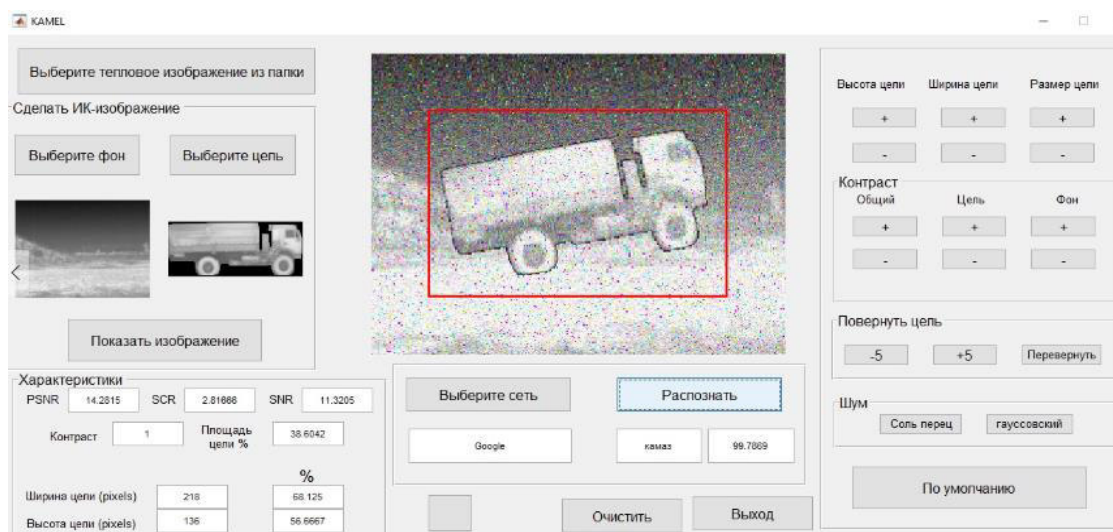


Рисунок 1 – Диалоговое окно программного обеспечения для оценки

влияния фоновой-целевой обстановки на вероятность идентификации цели

Программа позволяла моделировать различные условия функционирования тепловизионного прибора путем изменения геометрических размеров цели, контраста и яркости изображений цели и фона, а также внесение типовых шумов в изображение для имитации различной фоновой-целевой обстановки.

На рисунке 2 представлено схематичное изображение предлагаемой модели «цель–интеллектуальный тепловизионный прибор». Определение ходящих в неё величин подробно изложено в литературе [5]. Используя предлагаемую модель, можно вычислять вероятности 50 % и 100 % идентификации цели нейронными сетями в виде функции дальности до цели. Для определения вероятности решения задачи, поставленной перед интеллектуальным тепловизионным прибором, разность температур  $\Delta T$  между объектом и окружающим его фоном или между отдельными частями объекта следует привести ко входному зрачку прибора, умножив  $\Delta T$  на коэффициент пропускания  $\tau_c$  среды на трассе между объектом и инфракрасной системой (ИКС).

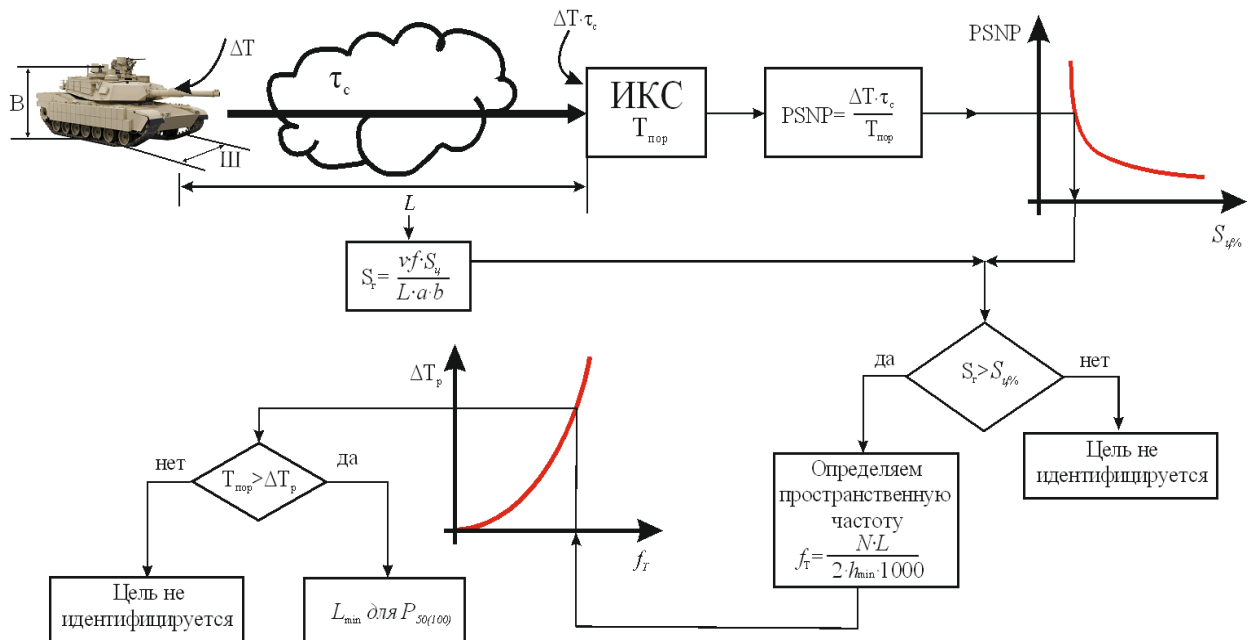


Рисунок 2 – Обобщенная схема модели «цель - интеллектуальный тепловизионный прибор»

Зная основные характеристики прибора вычисляется  $\Delta T_{пор}$  и определяйся отношения  $C/Ш$  для данных условий наблюдения, что позволяет определить  $S_{кр}$  для 50 % или 100 % идентификации цели нейронной сетью, затем определяется дальность 50 % или 100 % вероятности идентификации цели и соответственно пространственная частота по минимальному размеру. Экспериментально или расчетным путем определяется зависимость  $\Delta T_{раз} = \psi(f_T)$ . По графической зависимости  $MPRT = \psi(f_T)$  для  $f_{mp}$  определяется значение MPRT и сравнивается с тепловым контрастом цели, приведенным к входу, для заданного значения дальности.

сти. При совпадении данных величин выбранная дальность является искомой дальностью распознавания цели.

Таким образом, предложена математическая модель «цель – интеллектуальный тепловизионный прибор», основанная на методологическом подходе в основе, которого лежит понятие отношения сигнала к шуму (ОСШ), позволяющая оценивать вероятности идентификации различных объектов на различных дальностях в зависимости от различной фаново-целевой обстановки и основных параметров тепловизионных приборов.

### **Список использованных источников**

1. Малинина, В.В. Монография: том 1: Оптические и оптико-электронные приборы, системы прицеливания и наблюдения для сухопутных войск / В.В. Малинина. – Новосибирск: Наука, 2011 – с. 295.

2. Студитский, А.С. Исследование и разработка многофункционального оптико-электронного средства наблюдения и разведки. Диссертация к.т.н. – Москва: НПО «Спектр». 2015. –112 с.

3. Кобозев, А.А., Хелвех К. К вопросу о возможности применения свёрточных нейронных сетей в военных приборах. Сборник докладов 41 научно-техническая конференция Пензенского филиала военной академии МТО / А.А. Кобозев, К. Хелвех. – Пенза: филиал ВА МТО, 2021. – 475 с.

4. Программа для анализа факторов, влияющих на работу нейронной сети. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023613972.

5. Новиков, С.Н., Поликанин А.Н. Методика расчета дальности действия тепловизора на основе объединённых параметров температурной чувствительности и разрешения / С.Н. Новиков, А.Н. Поликанин. Труды учебных заведений связи Т5. №4. стр. 6-13.

### **MATHEMATICAL MODEL «TARGET- INTELLIGENT THERMAL IMAGING DIVICE»**

**K. Halveh**

*Penza branch of the Military Academy of Logistics,  
Penza, Russia*

The article proposes a mathematical model, that allows to estimate the range of identification of target by an intelligent thermal image system based on convolutional network.

**Keywords:** convolutional network, background-target environment, probability and range of recognition

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СЛОИСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ВНУТРЕННИМ ПРОТЕКТОРОМ

А.В. Хорин, О.Н. Логинов, В.М. Батрашов,  
А.А. Розерн, Л.А. Селиванова

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье проведено сравнение и анализ металла, который по ценовой категории находится в одном ряду с широко распространёнными коррозионностойкими нержавеющими сталями аустенитного класса, а по коррозионной стойкости сопоставим с палладием, никелем и хастеллоем.

**Ключевые слова:** коррозия, устойчивость металла к коррозии, радиационная коррозия, сталь, слои металла

Высокая коррозионная и радиационная активность жидких радиоактивных отходов (ЖРО), используемых при их переработке и кондиционировании, обуславливает быстрый выход из строя металлического оборудования, необходимость его замены. Это приводит к остановке производственных процессов, большим материальным затратам. Для увеличения сроков работы необходимо повышать коррозионную стойкость используемых конструкций (основного металла и сварных швов).

В рамках Единого отраслевого тематического плана ГК «Росатом» (ЕОТП-МТ-85) был создан композиционный материал, состоящий из последовательно расположенных тонколистовых слоёв железоуглеродистой стали с высокими и низкими электрохимическими потенциалами. Он получил название слоистых металлических материалов (СММ) с внутренним протектором (ВП) [1]. В рамках проекта «Создание и разработка нормативных требований к новым коррозионностойким многослойным металлическим материалам с внутренним протектором для объектов хранения РАО» для тестовых испытаний сваркой была произведена опытная партия СММ с одним и двумя ВП. Общая площадью листового составляла 210 м<sup>2</sup> при габаритных размерах до 6 метров в длину и до 2 метров в ширину со стопроцентной проверкой на сплошность по всему объёму заготовок.

В сравнении с высоколегированными нержавеющими сталями аустенитного класса, например 12Х18Н10Т и её аналогами, СММ с ВП обеспечивает уникальную коррозионную стойкость. Результаты испытаний, проведённые в специализированных лабораториях АО «НПО «ЦНИИТМАШ» (г. Москва), АО «Институт реакторных материалов» (г. Заречный, Свердловская область) сви-

детельствуют повышение коррозионной стойкости в 6 раз при наличии одного ВП, и 23 раза – двух [2].

Механическими испытаниями было установлено, что прочность сцепления слоев на срез составила от 320 до 410 МПа, временное сопротивление на разрыв основного слоя - от 520 до 710 МПа, ударная вязкость - от 590 до 740 кДж/м<sup>2</sup>, угол загиба при статическом нагружении - 140 градусов и выше.

Конечный бенефициар результатов проекта – Департамент по государственной политике в области радиоактивных отходов, отработавшего ядерного топлива и вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов ГК «Росатом». Совместно с АО «НПО «ЦНИИТМАШ» разработаны Технические Условия 24.33.30-001-09494191-2021 «Многослойные металлические материалы повышенной коррозионной стойкости с внутренним протектором для оборудования по сбору, переработке, хранению и кондиционированию низко- и среднеактивных ЖРО». Вводятся впервые. Дата введения 2022-01-01. Созданы также 5 нормативных документов (технологический процесс, операционные технологические карты и др.). Решением ГК «Росатом» уровень технологической готовности составляет TRL 6.

Установлена возможность применения дуговых методов сварки для получения металлоконструкций из СММ с ВП при условии, чтобы коррозионные свойства и механические свойства сварного шва соответствовали основному материалу. Определены основные требования к составу и физическим свойствам электродного материала, условиям формирования сварочной ванны и зон сплавления, выбору режимов сварки, созданию наполнительных и облицовочных швов [3].

Определено, что СММ с ВП может быть широко востребован в химической и нефтегазодобывающей промышленности для создания емкостных аппаратов теплообменных устройств, реакторов, регенераторов трубопроводов при работе в высокоагрессивных средах.

Создан материал, который по ценовой категории находится в одном ряду с широко распространёнными коррозионностойкими нержавеющей сталими аустенитного класса, а по коррозионной стойкости сопоставим с палладием, никелем и хастеллоем.

### **Список использованных источников**

1. Евразийский патент № 016878 ЕАПВ. Многослойный материал повышенной коррозионной стойкости (варианты) и способы его получения, С23F 13/06 В 32В 7/02 / Розен А.Е., Перелыгин Ю.П., Первухин Л.Б., Кирий Г.В., Розен А.А. и др. – Выдан 30.06.2012; приоритет от 26.09.2008.

2. Grachev, V. A. et al. Accelerated Corrosion Tests of a New Class of Multi-layer Metallic Materials with an Internal Protector //Russian Metallurgy (Metally). – 2019. – Т. 2019. – №. 3. – С. 247-256.

3. Розен, А.Е., Киреев С.Ю., Дуб А.В., Сафонов А.В., Макарова Е.А., Розен А.А., Исаков Е.Г., Корольков А.О. Особенности дуговой сварки слоистого

коррозионностойкого материала // Сборник Тольяттинского государственного университета «Вектор науки Тольяттинского государственного университета». – 2021. – № 4. – С. 57-68.

## **OPERATIONAL CHARACTERISTICS CORROSION-RESISTANT LAYERED METAL MATERIALS WITH INTERNAL TREAD**

**A.V. Khorin, O.N. Loginov, V.M. Batrashov, A.A. Rosern, L.A. Selivanova**

*Penza State University,  
Penza, Russia*

The article compares and analyzes the metal, which in terms of price category is on a par with widespread corrosion-resistant austenitic stainless steels, and in terms of corrosion resistance is comparable to palladium, nickel and hastelloy.

**Keywords:** corrosion, metal corrosion resistance, radiation corrosion, steel, metal layers

**УДК 621.983**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ РЕЛЬЕФНОЙ ФОРМОВКИ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ**

**И.К. Цепляев**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

Современная промышленность не может обойтись без металлических изделий, выполненных из цветных и черных металлов. Существует множество способов изготовления деталей из металлов, в том числе литье, механическая обработка и пр., одним из методов также является обработка давлением. Поэтому в данной работе проводится исследование одного из методов получения сложной по форме детали рельефной формовкой с помощью компьютерного моделирования. Проводится анализ интенсивностей напряжений и средних напряжений при рельефной формовке.

**Ключевые слова:** моделирование, интенсивность деформаций, формовка, ковочно-штамповочные процессы, напряжения, деформации, интенсивности напряжений

Вопросы, связанные с обработкой металлов давлением, и в настоящее время являются актуальными, что в первую очередь объясняется массовостью применения технологий штамповки иковки металлических изделий. Существует широкое разнообразие процессов, некоторые используются чаще (как, например, вытяжка, вырубка, гибка) некоторые реже (как, например, рельефная формовка). Формовкой получают совершенно разные детали, одной из которых может быть сложнопрофильное изделие, выполненное из листового материала.

Одним из вариантов исследования процессов ОМД является анализ напряженного и деформированного состояния, что необходимо в качестве одного из первых шагов при полноценном исследовании технологии. Так в программе QForm [1-7] были проведены моделирования и получены интенсивности деформаций в заготовке (рис. 1).

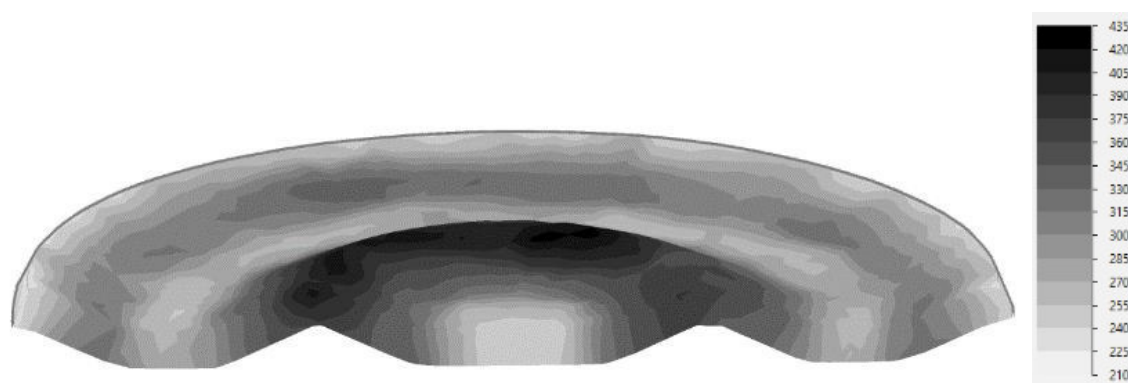


Рисунок 1 – Интенсивность напряжений

Анализ показал, что наибольшие напряжения присутствуют в зоне внутреннего изгиба материала и достигают 430 МПа, в целом же по всей заготовке напряжения изменяются от 200 МПа до пиковых 430 МПа. Также интерес представляет исследование средних напряжений (рис. 2).



Рисунок 2 – Средние напряжения

На краевых участках полуфабриката наблюдаются растягивающие напряжения, достигающие 200 МПа, в центральном изгибе присутствуют в основном сжимающие напряжения, достигающие более 1800 МПа. В данном слу-



чае можно судить о сложном напряженном состоянии при формовке. Далее проведено исследование полей вероятности образования дефектов (рис. 3).

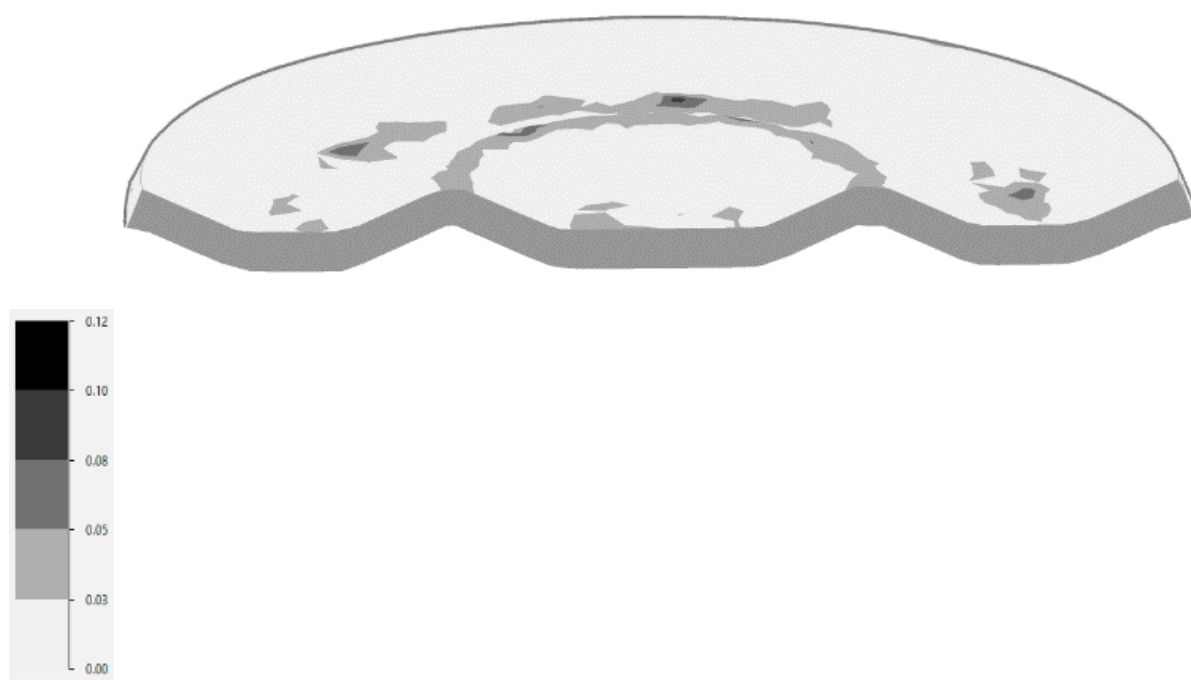


Рисунок 3 – Поля Гартфилд

Вероятность образования дефектов в настоящем случае очень низкая, так как поля Гартфилда достигают значения в 0,12, что свидетельствуют об очень низкой вероятности образования поверхностных дефектов.

### Список использованных источников

1. Гребенщиков, И.В. Повреждаемость при высадке фланцевой части осесимметричной детали // Инициативы молодых - науке и производству : Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 30 ноября 2022 года / Под научной редакцией А.В. Носова. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 138-140.
2. Пасынков, А.А., Яковлев Б.С. Горячий обжим крупногабаритных трубных заготовок / // Научные технологии в машиностроении. – 2021. – №12(126). – С. 7-11.
3. Ларин, С.Н., Яковлев С.С., Хрычев И.С. Получение изделий с наружными ребрами пластическим деформированием // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 534-537.
4. Логинов, Ю.Н., Студенок Г.И. Изучение трения при листовой прокатке платины и ее сплавов. Производство проката. – 2010. – № 7. – С. 14-16.
5. Ершов, А.А. Котов В.В. Логинов Ю.Н. Инновации в проектировании технологии прессования: применение пакета QFORMEXTRUSION. Материалы 1 межд. конф. Инновации в материаловедении и металлургии. Ч.2. Екатеринбург. УрФУ. – 2012. – С. 73-83.



6. Яковлев, С.С. Оценка повреждаемости материала при рифлении // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 12. – С. 571-573.

7. Логинов, Ю.Н., Котов В.В. Моделирование процесса прессования трубной заготовки из титанового сплава в программе QFORM 2D/3D. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2010. – №12. – С. 36-40.

## **STUDY OF THE OPERATION OF RELIEF FORMING BY MATHEMATICAL MODELING**

**I.K. Tseplyaev**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

Modern industry cannot do without metal products made of non-ferrous and ferrous metals. There are many ways to make parts from metals, including casting, machining, etc., one of the methods is also forming. Therefore, in this paper, we study one of the methods for obtaining a part with a complex shape by relief molding using computer simulation. The analysis of stress intensities and average stresses during relief molding is carried out.

**Key words:** modeling, strain intensity, molding, forging and stamping processes, stresses, strains, stress intensity

**УДК 621.983**

## **К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ РЕЛЬЕФНОЙ ФОРМОВКИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**И.К. Цепляев**

*Тульский государственный университет,  
г. Тула, Россия*

В работе проводится предварительный анализ процесса рельефной формовки с помощью компьютерно-математического моделирования. Осуществляется анализ силовых характеристик процесса, интенсивностей деформаций и формы получаемого изделия. Делаются выводы о том, возможно ли с помощью этого инструмента проводить анализируемую операцию. Делаются установки

на дальнейшие пути исследования получения сложнопрофильных изделий с помощью ковочно-штамповочных процессов обработки металлов давлением.

**Ключевые слова:** технологическая сила, интенсивность деформаций, рельефная формовка, ковочно-штамповочные процессы, исследование, математическое моделирование

Ковочно-штамповочные процессы, связанные с обработкой металлов, занимают свое место в производственных процессах, так как с помощью обработки давлением получается множество различных деталей, применяемых во многих отраслях промышленности. При этом получение деталей с помощью пластического формоизменения характеризуется высокой степенью автоматизации и производительности. При этом также получается высокое качество изделия и зачастую не требуется дополнительная последующая механическая обработка, так как в некоторых случаях получают конечную деталь или полуфабрикат.

Обработкой давлением можно получить самые разные по форме изделия, в том числе и со сложным профилем. Одной из таких деталей является полученная рельефной формовкой тело вращения со сложным профилем поперечного сечения.

В данном случае будет проведена оценка силовых характеристик, интенсивности деформаций, формы детали с применением современного метода исследования в программе QForm [1-7]. Было получено сложнопрофильное изделие, которое представлено на рисунке 1 в разрезе. Моделирование проводилось для стальной заготовки толщиной 2 мм и наружным диаметром 40 мм.



Рисунок 1 – Деталь в разрезе

Исследование показало, что получается в результате проведения операции требуемая форма изделия с необходимыми изгибами. Сила штамповки при этом составила не более 200 кН. Далее была проведена оценка интенсивностей деформаций (рис. 2).

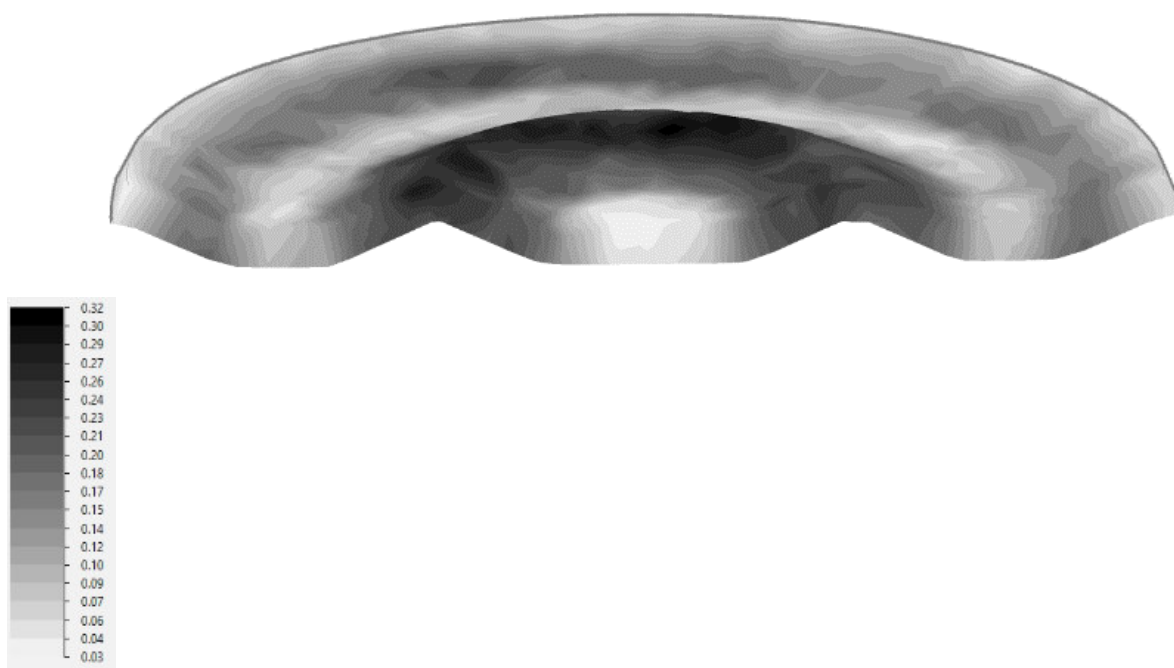


Рисунок 2 – Распределение интенсивностей деформаций

Максимальные деформации составляют 0,32 и соответствуют месту изгиба заготовки, в некоторых частях детали деформации близки к нулю. Таким образом было проведено моделирование рельефной формовки и были выявлены основные технологические режимы проведения операции. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение процесса более углубленно и при различных начальных условиях, в том числе при разных амплитудах рельефа, разных температурных условиях и режимов трения.

#### **Список использованных источников**

1. Гребенщиков, И.В. Повреждаемость при высадке фланцевой части осесимметричной детали // Инициативы молодых - науке и производству: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 30 ноября 2022 года / Под научной редакцией А.В. Носова. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 138-140.
2. Пасынков, А.А., Яковлев Б.С. Горячий обжим крупногабаритных трубных заготовок / // Наукоемкие технологии в машиностроении. – 2021. – №12(126). – С. 7-11.
3. Ларин, С.Н., Яковлев С.С., Хрычев И.С. Получение изделий с наружными ребрами пластическим деформированием // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 534-537.
4. Логинов, Ю.Н., Студенок Г.И. Изучение трения при листовой прокатке платины и ее сплавов. Производство проката. – 2010. – № 7. – С. 14-16.
5. Ершов, А.А. Котов В.В. Логинов Ю.Н. Инновации в проектировании технологии прессования: применение пакета QFORMEXTRUSION. Материалы

1 межд. конф. Инновации в материаловедении и металлургии. Ч.2. Екатеринбург. УрФУ. – 2012. – С. 73-83.

6. Яковлев, С.С. Оценка повреждаемости материала при рифлении // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 12. – С. 571-573.

7. Логинов, Ю.Н., Котов В.В. Моделирование процесса прессования трубной заготовки из титанового сплава в программе QFORM 2D/3D. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2010. – №12. – С. 36-40.

## **TO THE QUESTION OF THE STUDY OF RELIEF FORMING USING COMPUTER SIMULATION**

**I.K. Tseplyaev**

*Tula State University,  
Tula, Russia*

In this paper, a preliminary analysis of the relief molding process is carried out using computer-mathematical modeling. The analysis of the power characteristics of the process, the intensity of deformations and the shape of the resulting product is carried out. Conclusions are drawn about whether it is possible to carry out the analyzed operation with the help of this tool. Installations are being made on further ways of researching the production of complex-shaped products using forging and stamping processes for processing metals by pressure.

**Key words:** technological force, strain intensity, relief molding, forging and stamping processes, research, mathematical modeling

**УДК 343.98**

## **НАРУШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ВИДЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ**

**М.В. Цыпышева, А.С. Ишмеева**

*Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа, Россия*

В статье рассматриваются виды ответственности и наказания за нарушение пожарной безопасности. Так же рассмотрены основные требования к пожарной безопасности, такие как установка и регулярное обслуживание систем

пожаротушения, проверка электроприборов и проводки на правильность установки, а также соблюдение протоколов безопасности.

**Ключевые слова:** административная ответственность, уголовная ответственность, пожарная безопасность, нарушение пожарной безопасности, ответственность, статья, пожар, требования, персонал, обучения

Следует отметить, что пожарная безопасность является крайне важным аспектом для общественной безопасности и здоровья людей. Однако, нарушения пожарной безопасности все еще происходят, и в таких случаях наступает ответственность. Пожарные происшествия являются одними из наиболее опасных событий, которые могут произойти в любом общественном или частном здании. Они могут привести к жертвам, разрушению имущества и серьезным экологическим последствиям. Чтобы предотвратить такие происшествия, существуют строгие правила пожарной безопасности, которые должны соблюдаться в любом здании, где могут находиться люди.

Требования правил пожарной безопасности существуют по многим причинам. Во-первых, они помогают предотвратить пожарные происшествия. Например, правила, касающиеся установки и обслуживания систем пожаротушения, позволяют быстро потушить пожар до того, как он выйдет из-под контроля. Также правила, касающиеся хранения и использования легковоспламеняющихся веществ, могут помочь предотвратить возгорания. Во-вторых, требования для правил пожарной безопасности обеспечивают безопасность людей. Они помогают гарантировать, что люди будут знать, что делать в случае пожара, и что они будут в безопасности при эвакуации. Например, правила, касающиеся проведения регулярных пожарных учений, помогают людям знать, как правильно эвакуироваться, и что делать в случае пожара. В-третьих, требования для правил пожарной безопасности помогают снизить риски для окружающей среды. Некоторые материалы, используемые в зданиях, могут содержать вещества, которые при горении могут выделять токсичные газы. Правила, касающиеся выбора материалов и способов их обработки, могут помочь снизить риски для здоровья людей и окружающей среды.

Требования к правилам пожарной безопасности могут различаться в зависимости от страны, региона и отрасли. Однако, в целом, существует ряд общих требований, которые должны быть соблюдены для обеспечения безопасности в случае пожара. Некоторые из таких требований могут включать в себя:

1. Установка и регулярное техническое обслуживание систем пожаротушения, включая установку детекторов дыма, огнетушителей и систем автоматического пожаротушения.

2. Регулярная проверка электрооборудования и электропроводки на предмет корректной установки, безопасности и отсутствия повреждений.

3. Соблюдение правил пожарной безопасности в процессе хранения и использования легковоспламеняющихся веществ и материалов.

4. Обучение персонала, работающего на объекте, правилам пожарной безопасности и проведение регулярных тренировок по эвакуации и действиям в случае пожара.

5. Проведение регулярных проверок на предмет соблюдения требований пожарной безопасности и устранения выявленных нарушений.

6. Создание планов эвакуации и обеспечение их видимости и доступности для всех работников и посетителей.

7. Соблюдение всех требований законодательства и регуляций в области пожарной безопасности.

Это только некоторые из общих требований к правилам пожарной безопасности. Однако, конкретные требования могут различаться в зависимости от места и отрасли.

Нарушение правил пожарной безопасности может включать в себя множество действий или бездействий, которые чаще всего приводят к возникновению пожара или увеличению его масштабов. Например, это может быть использование открытого огня в неположенном месте, хранение горючих материалов в неположенном месте или способе, отсутствие необходимых систем пожарной безопасности, неправильная эксплуатация электроприборов, и т.д. Ответственность за нарушения правил пожарной безопасности наступает с момента, когда лицо становится способным осознавать последствия своих действий. В разных странах возраст, с которого лицо может нести ответственность, может отличаться. Например, в России с 16 лет граждане несут административную ответственность за нарушения правил пожарной безопасности, а с 18 лет - уголовную ответственность. Однако, если лицо младше указанного возраста, но его действия привели к тяжким последствиям, то ответственность может быть наложена на его родителей или законных представителей.

Виды ответственности могут быть разделены на две категории: уголовную и административную. Уголовная ответственность может быть наложена в случаях, когда происходят смерть или большие разрушения. Также уголовная ответственность может быть наложена в случае неправомерного использования средств пожаротушения, умышленного поджога и других аналогичных действий. В таких случаях могут быть назначены тюремное заключение сроком до 10 лет, денежные взыскания или другие наказания.

В таких случаях применяем постановления Статьи 219 УК РФ за нарушение правил пожарной безопасности в зависимости от тяжести последствий. Нарушение правил учета, хранения, перевозки и использования взрывчатых, легковоспламеняющихся веществ и пиротехнических изделий, а также незаконная пересылка этих веществ по почте или багажом, если эти деяния повлекли по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью или смерть человека, - наказываются принудительными работами на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового. Административная ответственность может быть наложена в случаях, когда нарушение пожарной безопасности не привело к потере жизни или имущества. Такие нарушения могут включать в себя несоблюдение правил пожарной безопасности, отсутствие необходимых средств защиты, и другие подобные действия. В таких случаях могут быть назначены штрафы, административное за-

держание, закрытие помещений, и другие санкции. В случае административной ответственности, наказание может быть менее серьезным, но все равно ощутимым. Например, штрафы могут варьироваться от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч рублей, а закрытие объекта на определенный период времени может привести к значительным убыткам для его владельца.

Ответственность за пренебрежение требованиями ППБ, согласно ст.20.4 КоАП РФ пункта 1, может иметь предупредительный формат или заключаться в штрафных санкциях, в размере:

1. для обычных граждан составляет от 5 до 15 тыс. рублей;
2. если ответственность возлагается на должностное лицо или индивидуального предпринимателя, то сумма составляет от 20 до 30 тыс. рублей;
3. сумма в размере от 40 до 60 тыс. рублей будет для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица;
4. от 300 до 400 тыс. рублей – для юридических лиц.

Дисциплинарное взыскание за нарушение требований пожарной безопасности может включать в себя различные меры, в зависимости от страны и законодательства. В общем случае, дисциплинарное взыскание может включать штрафные санкции, административное задержание, запрет на занимаемую должность и другие меры. В России, согласно статье 9.5 КоАП РФ, за нарушение требований пожарной безопасности могут быть наложены штрафы от 500 до 5000 рублей для граждан, от 10 000 до 50 000 рублей для должностных лиц, а также для юридических лиц - от 50 000 до 300 000 рублей. Кроме того, должностные лица могут быть дисквалифицированы от занимаемых должностей на срок до трех лет.

В заключение, следует подчеркнуть, что соблюдение правил пожарной безопасности является важным аспектом для общественной безопасности и здоровья людей. Нарушения могут привести к серьезным последствиям, как уголовным, так и административным. Поэтому, необходимо всегда соблюдать правила пожарной безопасности и принимать необходимые меры для предотвращения возможных нарушений.

### **Список использованных источников**

1. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Уткина З.Ю. Функции и роль систем пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 46-48
2. Аксенов, С.Г., Губайдуллина И.Н., Домрачева Д.Е. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 35-37.
3. Губайдуллина, И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. – 2018. – Т. 13. – № 103. – С. 188-192.
4. Курочкина, А.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 41-43.

5. Синагатуллин, Ф.К., Аксенов С.Г. К вопросу обеспечения первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // сб.: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020) // матер. II междун. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 242-244.

6. Фатихова, Э.И., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н., Синагатуллин Ф.К. К вопросу о пожарной опасности применения пиротехнических изделий // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4. – № 8.

7. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. – 2022. – № 8. – С. 221-225.

8. Харисова, З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. – 2022. – № 2. – С. 231-234.

## **FIRE SAFETY VIOLATIONS: TYPES OF LIABILITY**

**M.V. Tsypysheva, A.S. Ishmeeva**

*Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russia*

The article deals with the types of liability and penalties for violations of fire safety. The basic requirements for fire safety, such as installation and regular maintenance of fire-fighting systems, checking electrical appliances and wiring for proper installation, as well as compliance with safety protocols are also considered.

**Keywords:** administrative responsibility, criminal responsibility, fire safety, violation of fire safety, liability, article, fire, requirements, personnel, training

**УДК 004.932.72**

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ В ОБУЧАЮЩЕЙ БАЗЕ ДАННЫХ НА ВЕРОЯТНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Е.А. Чекмарев, А.А. Школьный, Д.С. Ерофеев**

*«Пензенский филиал военной академии  
материально-технического обеспечения»,  
г. Пенза, Россия*

В статье приведены результаты исследований по оценке влияния типа изображений в базе данных, использованных при обучении нейронной сети, на



вероятность распознавания тестовых изображений, не входящих в состав обучающей выборки.

**Ключевые слова:** база данных, нейронная сеть, типы изображений, вероятность распознавания

В настоящее время технологии искусственного интеллекта на основе нейронных сетей глубокого обучения активно внедряются в различных сферах деятельности, в т.ч. и в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации. Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, основанная на базовом элементе – «искусственном нейроне» (рисунок 1) построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма, а также её программное или аппаратное воплощение [1, с. 92].

Свёрточная нейронная сеть (СНС) - это специальная архитектура искусственной нейронной сети, направленная на распознавание образов, которая входит в состав технологии глубокого обучения и имеет однонаправленную структуру.

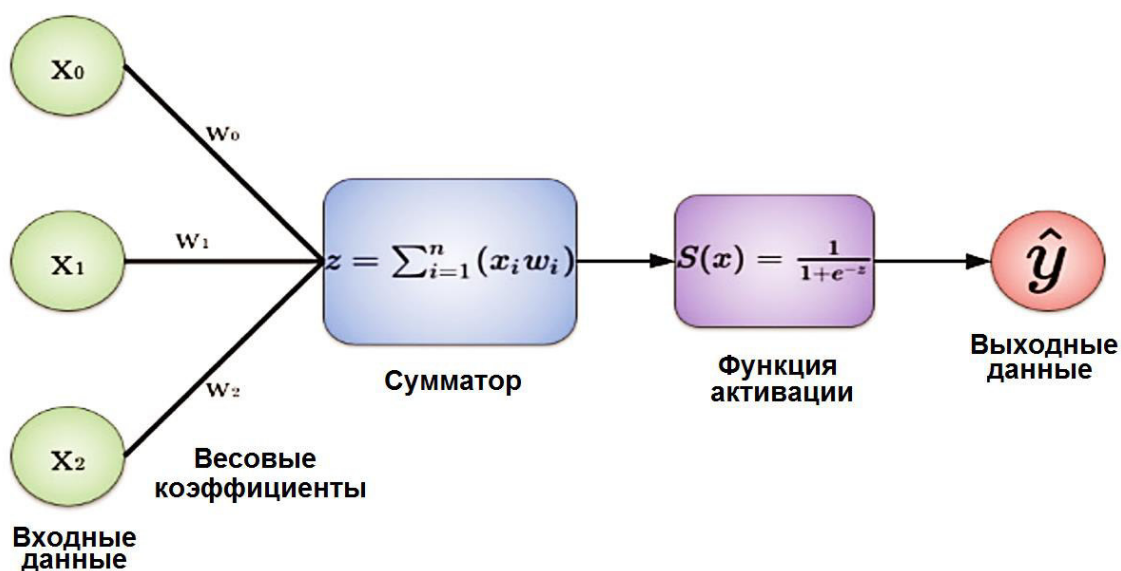


Рисунок 1 – Простая модель искусственного нейрона

Идея свёрточных нейронных сетей заключается в операции свертки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу установленного размера поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения. Пример архитектуры СНС AlexNet, представлен на рисунке 2.

В настоящее время в военных оптико-электронных приборах технологии глубокого машинного обучения также внедряются. Некоторые разработчики говорят о таких приборах, как о высокоинтеллектуальных приборах, которые могут совмещать функции круглосуточного прицела, метеостанции, дальномера, баллистического вычислителя с функциями распознавания, маркирования и сопровождения целей, видео и фотосъемки, навигатора, фонаря, целеуказателя.

Компанией Innovative Weapon Technology – IWT разработан интеллектуальный роботизированный малогабаритный тепловизионный прицельный комплекс LF640 Mk2 «MUTANT» (рисунок 3), который полностью автоматизирует всё: от подготовки до выстрела [2].

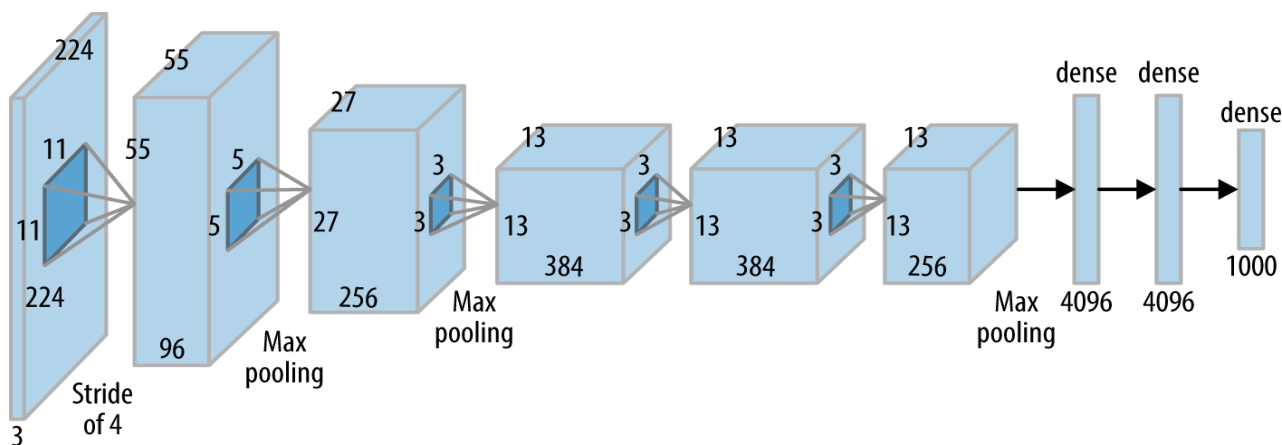


Рисунок 2 – Пример архитектуры сети AlexNet



Рисунок 3 – Интеллектуальный малогабаритный тепловизионный прицельный комплекс LF640 Mk2

Однако в большинстве приборов наблюдения и разведки, таких как: 1ПН140, 1ПН142, 1ПН143, 1ДЗ7 и др., функция автоматического распознавания отсутствует. Одна из проблем внедрения технологий глубокого машинного обучения в военные оптико-электронные приборы – отсутствие специализированных баз данных для обучения СНС. В открытом доступе, например на сайте VisualData, содержится более 100 тысяч баз данных, относящихся к более 1000 различных категорий, имеющих в себе примерно 10 тысяч изображений. Из них 8 тысяч для обучения и 2 тысячи для проверки. Для создания данных, которые в дальнейшем могут быть использованы для обучения СНС, с целью применения в военных приборах, потребуется большое количество изображений на 1 объект не менее 700 [3, с. 120-125].

С целью исследования влияния различных типов изображений, содержащихся в обучающей базе данных на вероятность распознавания тестовых изображений с различными геометрическими размерами цели, имитирующими раз-

личную дальность, была использована СНС AlexNet. Для обучения использовались три типа базы данных. Первая база данных содержала изображения с фоном, к которым была применена аугментация путём поворота на углы 5 и 10 градусов и зеркальное отображение. То же самое было и с изображением, которое было уменьшено на 20 % от исходного изображения. Таким образом из двух исходных изображений получали 8 изображений для обучения нейронной сети, представленных на рисунке 4. Вторая база данных содержала также восемь изображений, полученных ранее, но в ней фон был изменён на чёрный, а в третьей базе данных содержалось 8 изображений цели на чёрном фоне, в которых чёрный фон был обрезан по габаритам цели. Примеры изображений представлены на рисунке 5.

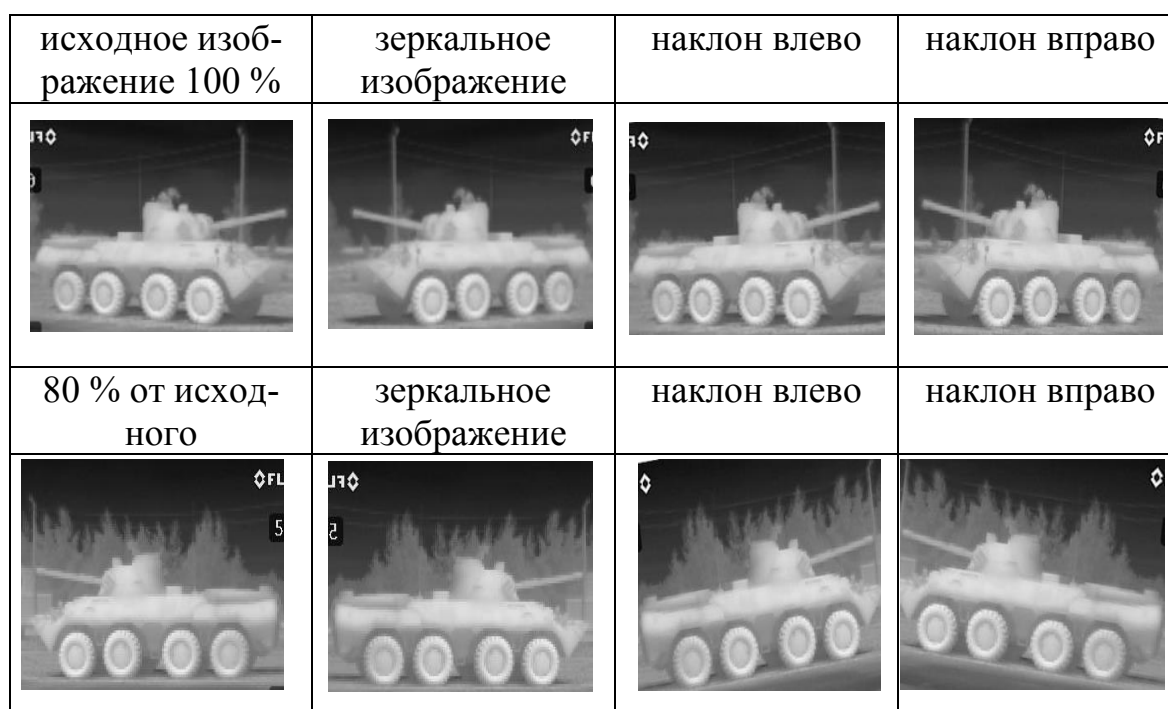


Рисунок 4 – Пример первой базы данных

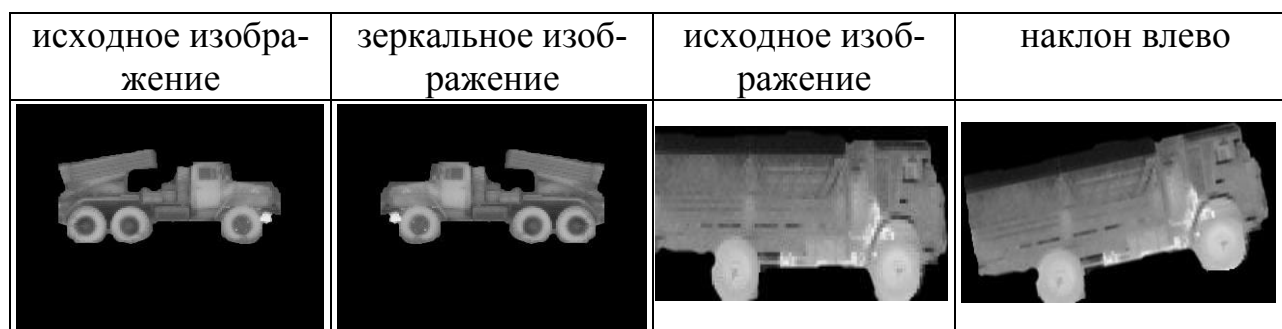


Рисунок 5 – Пример типов изображений во второй и третьей базе данных

Свёрточная нейронная сеть содержит большое число гиперпараметров, которые необходимо выбрать в процессе построения нейросети и от которых

будет значительно зависеть результат обучения [4, с. 35-60], например, количество слоёв как свёрточных, так и полносвязных, их размер, параметры фильтра свёрточных слоев и др. При обучении сети были подобраны следующие параметры: MaxEpoch, MiniBatchSize, InitialLearninRate, которые обеспечили наилучшие показатели обучения (рисунок 6).

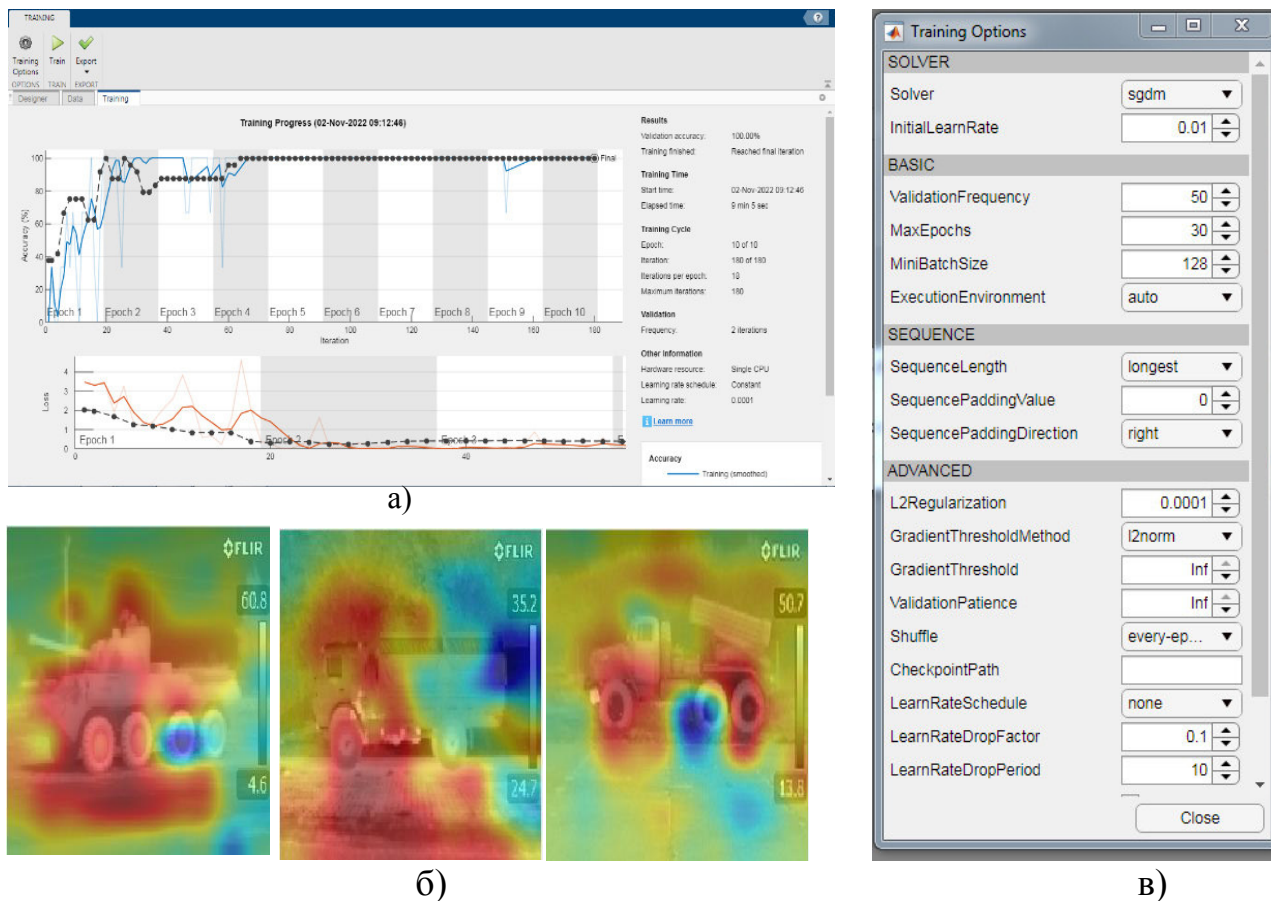


Рисунок 6 – Пример обучения и подбора параметров нейронной сети:

- а) вероятности распознавания и величина ошибки на разных этапах обучения сети;
- б) анализ изображения нейронной сетью и выделение наиболее значимых частей;
- в) вид меню настройки гиперпараметров при обучении нейронной сети.

После того, как сеть была обучена, проводилось тестирование сети на распознавание цели при помощи тестовых изображений. Тестовые изображения не входили в базы данных и были получены путём фотографирования цели тепловизионным прибором на определённом, заранее рассчитанном расстоянии, для получения изображения цели в нужном процентном соотношении относительно исходных габаритов. Пример тестовых изображений показан на рисунке 7.

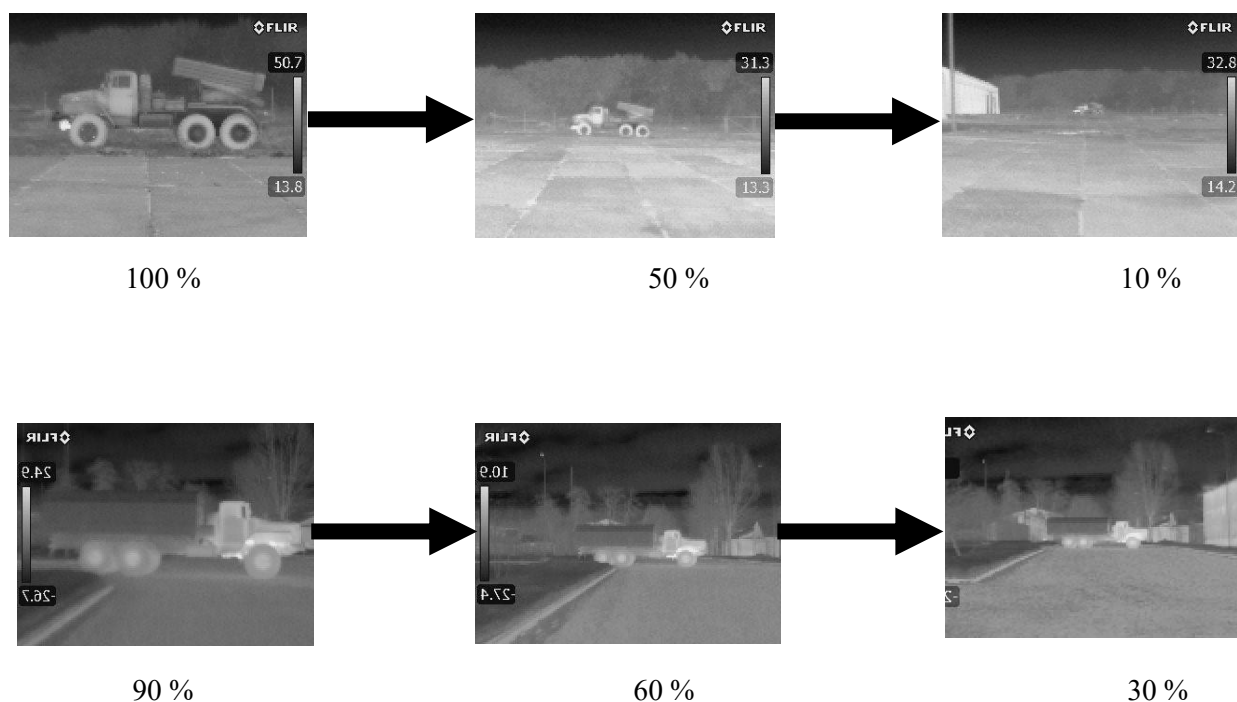


Рисунок 7 – Пример тестовых изображений

Сводные результаты распознавания СНС, обученной на различных типах изображений, представлены в таблице. Анализ результатов показывает, что распознавание различных видов техники имеет существенное расхождение. Так, например, для автомобиля УАЗ вероятность распознавания сети, обученной на первой базе данных для всех размеров тестовых изображений, составляет 100 %, а для цели «НОНА» вероятность распознавания существенно изменяется от 0,36 до 0,85. Наилучшие результаты показала база №1, средняя вероятность распознавания по всем видам техники составила 0,83, для базы данных №2 – 0,29, для базы данных №3 – 0,37. Для цели «УРАЛ» при размере изображения от 20 % до 100 % от исходного изображения вероятность распознавания находится в пределах от 0,9 до 0,99, а при размере изображения 10 % происходит резкое снижение вероятности до 0,63. При распознавании цели «КАМАЗ» резкое снижение происходит при размере изображения в 20 % от исходного с 0,96 до 0,66. Для цели «УАЗ» при размере изображения 30 % вероятность распознавания составляет 0,98, а при размере изображения в 20 % от исходного СНС перестаёт распознавать цель.

Таблица 1 – Вероятность распознавания нейронной сетью тестовых изображений

| Тип техники | Тип БД | Размер цели при обучении, пк |        | Размер тестовых изображений цели, пк:<br>высота (В) / ширина (Ш) |           |          |          |          |          |          |         |         |        |
|-------------|--------|------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|--------|
|             |        | Высота                       | Ширина | 95 / 251                                                         | 85 / 226  | 76 / 201 | 67 / 173 | 57 / 150 | 45 / 122 | 35 / 99  | 25 / 72 | 16 / 46 | 7 / 23 |
| «НОНА»      | 1      | 112                          | 287    | 1,00                                                             | 1,00      | 0,99     | 0,99     | 0,96     | 0,85     | 0,63     | 0,59    | 0,36    | -      |
|             | 2      |                              |        | 0,32                                                             | -         | 0,30     | 0,28     | 0,30     | -        | -        | -       | -       | -      |
|             | 3      |                              |        | 0,47                                                             | 0,48      | 0,49     | 0,53     | 0,52     | 0,43     | 0,48     | 0,47    | 0,44    | 0,55   |
| «КАМАЗ»     | В/Ш    | 100                          | 237    | 41 / 109                                                         | 36 / 98   | 31 / 87  | 28 / 76  | 24 / 65  | 18 / 54  | 15 / 43  | 9 / 31  | 5 / 19  | 3 / 11 |
|             | 1      |                              |        | 1                                                                | 1,00      | 1,00     | 1,00     | 1,00     | 0,99     | 0,99     | 0,96    | 0,66    | -      |
|             | 2      |                              |        | 0,32                                                             | 0,30      | 0,27     | 0,35     | 0,31     | 0,59     | 0,44     | 0,54    | 0,56    | 0,31   |
|             | 3      |                              |        | 0,81                                                             | 0,80      | 0,72     | 0,63     | 0,53     | 0,48     | 0,51     | 0,53    | 0,45    | 0,20   |
| «БМ-21»     | В/Ш    | 99                           | 230    | 106 / 244                                                        | 94 / 220  | 84 / 197 | 74 / 171 | 62 / 150 | 53 / 121 | 41 / 97  | 30 / 71 | 18 / 47 | 8 / 21 |
|             | 1      |                              |        | 0,89                                                             | 0,91      | 0,88     | 0,89     | 0,97     | 0,96     | 0,99     | 0,98    | 0,83    | -      |
|             | 2      |                              |        | -                                                                | -         | -        | -        | 0,46     | 0,38     | 0,70     | 0,85    | 0,85    | 0,54   |
|             | 3      |                              |        | 0,51                                                             | 0,52      | 0,50     | 0,53     | 0,48     | 0,42     | 0,39     | 0,42    | -       | -      |
| «УРАЛ»      | В/Ш    | 92                           | 285    | 118 / 272                                                        | 106 / 245 | 95 / 218 | 80 / 190 | 69 / 162 | 57 / 135 | 46 / 109 | 35 / 81 | 21 / 53 | 9 / 25 |
|             | 1      |                              |        | 0,93                                                             | 0,90      | 0,93     | 0,95     | 0,96     | 0,96     | 0,97     | 0,99    | 0,99    | 0,63   |
|             | 2      |                              |        | -                                                                | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       | -      |
|             | 3      |                              |        | 0,52                                                             | 0,53      | 0,51     | 0,52     | 0,54     | 0,56     | 0,47     | 0,44    | -       | -      |
| «УАЗ»       | В/Ш    | 128                          | 241    | 123 / 234                                                        | 109 / 210 | 97 / 186 | 84 / 162 | 72 / 139 | 59 / 115 | 47 / 91  | 35 / 68 | 23 / 45 | 8 / 21 |
|             | 1      |                              |        | 1,00                                                             | 1,00      | 1,00     | 0,99     | 1,00     | 1,00     | 0,99     | 0,98    | -       | -      |
|             | 2      |                              |        | 0,65                                                             | 0,62      | 0,68     | 0,72     | 0,58     | 0,63     | 0,71     | 0,66    | 0,38    | -      |
|             | 3      |                              |        | -                                                                | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       | -      |

Таким образом, проведённые исследования влияния типа изображений в обучающей базе данных на вероятность распознавания нейронной сетью изображений, не входящих в обучающие данные, показали, что без предварительной обработки изображений, поступающих на вход СНС, для её обучения лучше использовать изображения, параметры которых, такие как, яркость, контраст и т.п., будут схожими с параметрами изображений, которые будет наблюдать СНС в процессе своей работы. Кроме того, имеется «граница» на которой происходит резкое снижение вероятности распознавания, которая должна учитываться при разработке военных приборов у которых будет предусмотрена возможность автоматической идентификации целей.

## Список использованных источников

1. Рахметуллаев, М.А., Алтынбекова Л.Б. Искусственные нейронные сети в военной сфере // Молодой ученый. – 2020. – № 19(309). – С.92.
2. Интеллектуальный автоматизированный тепловизионный прицельный комплекс. [Электронный ресурс]: - 22.11.2022. - Режим доступа: URL: <http://inwetech.ru/mutant.html> (дата обращения: 22.11.2022).
3. Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Техническое зрение и распознавание образов». Том №2 с. 120-125.
4. Николаева, С.Г. Нейронные сети. Реализация в MATLAB. Учебное пособие по дисциплине «Интеллектуальные системы». – Казань: РИО КГЭУ. – 2015. – с. 35-60.

## ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF DISPLAY IN THE TRAINING DATABASE ON THE PROBABILITY OF IMAGE RECOGNITION BY A NEURAL NETWORK

**E.A. Chekmarev, A.A. Shkolnei, A.A. Erofeev**

*Penza branch of the Military Academy of Logistics,  
Penza, Russia*

The article presents the results of studies on assessing the influence of the type of images in the databases, used in the training of the neural network, on the probability of recognition of test images that are not part of the training sample.

**Keywords:** database, neural network, image types, recognition probability

**УДК 681.3**

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ РУБЕЖЕЙ ОХРАНЫ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ

**Е.А. Чекмарев, А.А. Кобозев, А.И. Звижинский**

*Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала  
армии А. В. Хрулёва, Пензенский филиал,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассмотрены некоторые вопросы совершенствования систем охраны и обороны военных объектов, включающие кроме огневых точек и ру-



бежей подразделений охраны, минно-взрывные заграждения, устанавливаемые как в не управляемом, так и в управляемом вариантах.

**Ключевые слова:** рубеж охраны, минно-взрывные заграждения, сейсмический пеленгатор

Современная международная обстановка характеризуется повышением вероятности возникновения вооружённых конфликтов в различных регионах мира, что подтверждается событиями на Украине. Важной задачей в вооружённом конфликте является охрана и оборона военных объектов, воздействие на которые ведёт к снижению боевых возможностей войск и к изменению хода боя. Объектами диверсии могут быть пункты управления, склады боеприпасов и ГСМ, мосты, путепроводы, пункты водоснабжения и др. Выделяемые для этих акций диверсионно-разведывательные группы (ДРГ), численностью от 5 до 50 человек могут быть вооружены стрелковым оружием, гранатометами, лёгкими миномётами, разведывательной аппаратурой для обнаружения инженерных заграждений и излучений технических средств охраны.

Основу невзрывных заграждений, устраиваемых для сдерживания диверсантов, составляют заборы из колючей проволоки, малозаметные препятствия. Основными недостатками, которых являются: значительные трудозатраты на их устройство, малое время задержки, что не обеспечивает своевременное прибытие сил обороны к месту проникновения противника.

Для охраны войсковых объектов устраиваются электризуемые заграждения типа ЭЗМ-М, ЭЗМ-СМ [1], основным недостатком которых является недостаточное время задержки подготовленной ДРГ. В систему охраны и обороны военных объектов, кроме огневых точек и рубежей подразделений охраны, так же входят минно-взрывные заграждения, устанавливаемые как в не управляемом, так и в управляемом вариантах.

Неуправляемые минно-взрывные заграждения (МВЗ) устраиваются из мин ПОМЗ-2М, ОЗМ-72, МОН-50. Основными недостатками таких заграждений являются: возможность поражения местных жителей (что ограничивает их применение в соответствии с Протоколом II Женевской «минной» конвенции 1995 года), ограниченный доступ к объекту своих войск. Наряду с техническими средствами охраны и невзрывными заграждениями, для охраны и обороны объектов в ходе вооружённого конфликта, применяются управляемые минно-взрывные заграждения. Комплекты ВКПМ-1, ВКПМ-2, с помощью которых создаются рубежи охраны, протяжённостью до 200 метров при дальности управления по проводам до 100 м. Пример установки комплекта ВКПМ-2 показан на рисунке 1 [2].

Недостатками комплектов являются высокая вероятность ложного срабатывания сигнальных мин, трудоёмкость прокладывания проводной линии и небольшая дальность управления. Увеличить дальность управления до 1 км и отказать от проводной линии можно при применении быстроразвёртываемого средства физической защиты БСФЗ-04.10 с управлением противопехотными минами по радиоканалу [3].



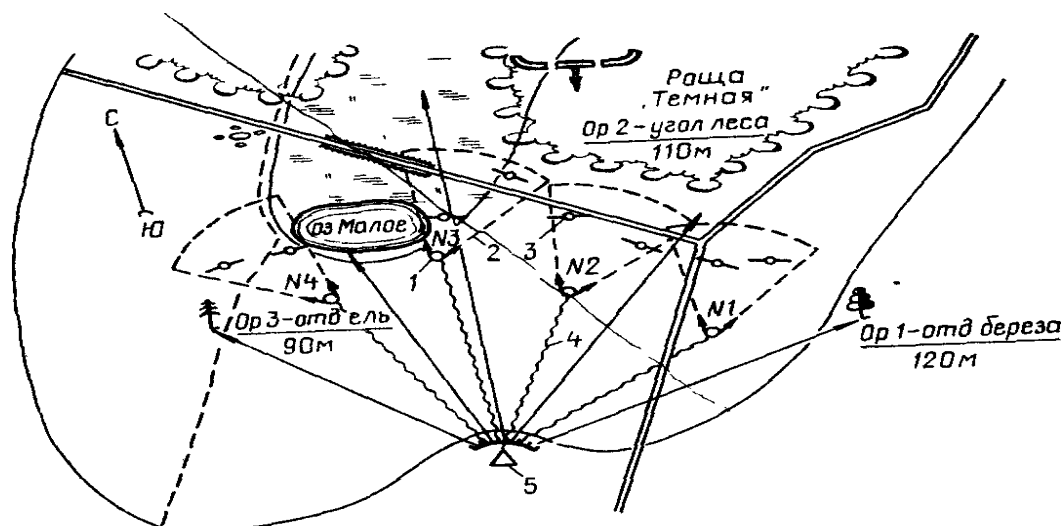


Рисунок 1 – Схема установки комплекта ВКПМ-2:

1 - мины МОН-50; 2 - граница зоны сплошного поражения; 3 - сигнальные мины; 4 - линии управления боеприпасами; 5 - пункт управления МВЗ

Комплект БСФЗ-04.10, включает командно-передающий прибор (КПП), шесть исполнительных приборов (ИП), каждый из которых подключается к сейсмическому средству обнаружения (ССО) и через колодку переходную с внешним устройством (боеприпасом). Один из шести управляемых участков противопехотного минного поля (УППМП) показан на рисунке 2.

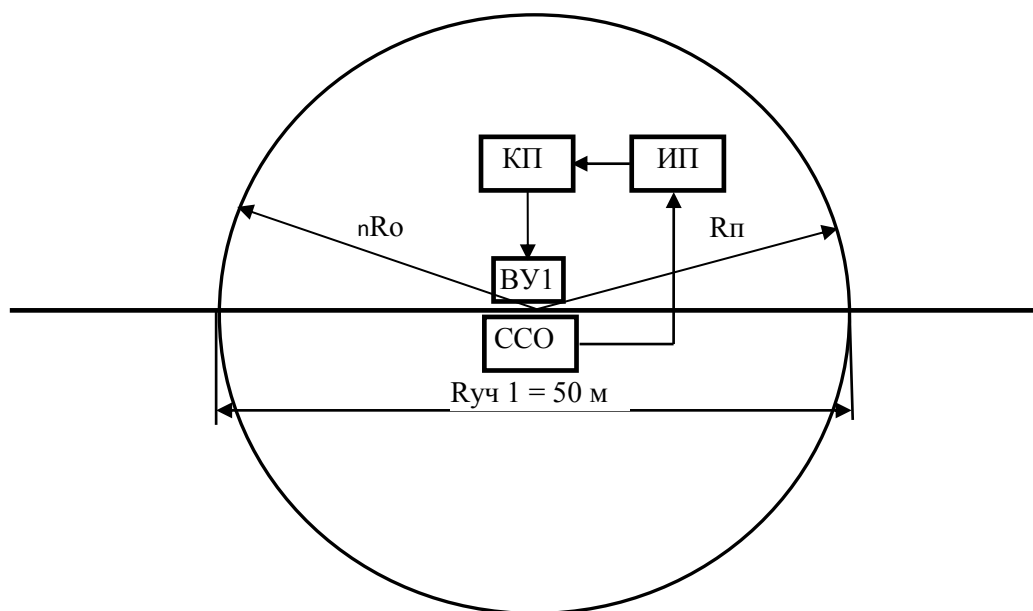


Рисунок 2 – Перекрытие участка УППМП с использованием одного ИП из комплекта БСФЗ-04.10

Таким образом, протяжённость рубежа охраны с избирательным приведением в действие одного из шести мин, после получения оператором сигнала

от ССО, составляет около 300 метров, при дальности действия радиоканала 1000 м. Однако, удаление рубежа охраны от объекта, например, в 10 раз, приводит к необходимости увеличения протяжённости рубежа также в 10 раз.

Недостатком данного комплекта применяемого для охраны и обороны военного объекта является: ограниченность протяженности каждого из шести участков охраны радиусом обнаружения ССО  $R_o = 50$  м и, согласованным с ним, радиусом поражения  $R_p$  внешнего устройства. Увеличение количества ИП в комплекте для создания управляемого рубежа охраны приведёт к его удорожанию и усложнит оператору избирательное управление боеприпасами.

Таким образом, необходимость увеличения протяжённости рубежа охраны без увеличения количества исполнительных приборов в комплекте является актуальной задачей.

Предлагается в качестве средства обнаружения использовать сейсмический пеленгатор, обладающий пассивным принципом действия, применение которого обеспечит обнаружение и сопровождение наземных мобильных объектов. К достоинствам сейсмопеленгатора также можно отнести возможность скрытной установки в грунт и устранение демаскирующих признаков на охраняемом участке. Предлагаемая схема представлена на рисунке 3.

Комплект управляемого рубежа охраны повышенной протяжённости с избирательным воздействием на нарушителя, будет работать следующим образом.

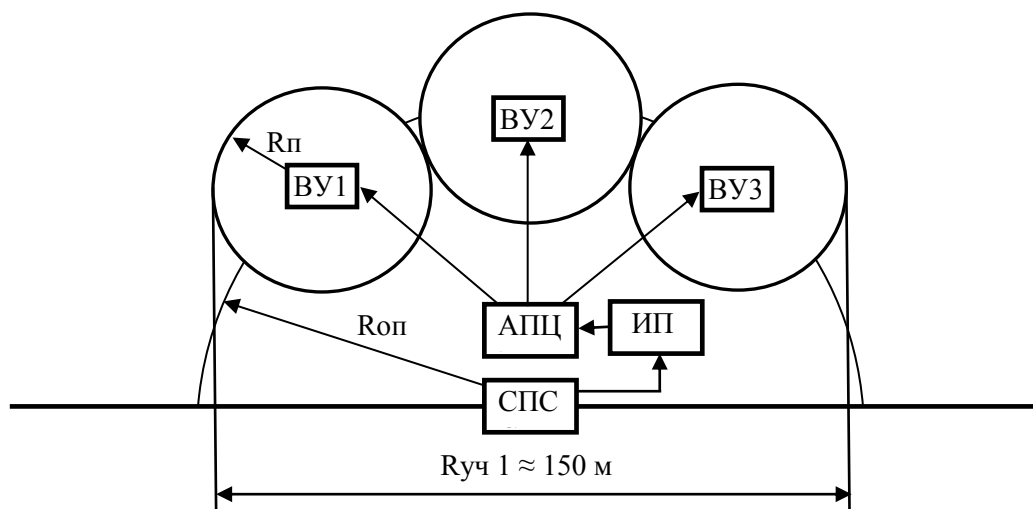


Рисунок 3 – Схема перекрытия участка с использованием сейсмического пеленгатора

Сейсмический пеленгатор, с разнесёнными сейсмическими датчиками, работающий на принципе вычисления пеленга по временным задержкам проходящих сигналов [4], обнаружив нарушителя и определив на него пеленг, выдаёт кодированный сигнал на исполнительный прибор, который по радиочастотному каналу передаётся на вход командно-передаточного прибора. Оператор, удостоверившись в отсутствии ложного срабатывания, с КПП выдаёт сигнал на ИП соответствующего участка, разрешающий приведение в действие внешнего устройства. По этому сигналу ИП, в соответствии с кодом пеленга,

полученным от сейсмического пеленгатора, выдаёт команду управления на адресный переключатель цепей, который коммутирует сигнал на срабатывание внешнего устройства, перекрывающего охраняемую зону в данном направлении. При радиусе обнаружения нарушителя и вычисления пеленга  $R_{оп} = 75$  м, три внешних устройства, управляемые через АПЦ от одного ИП, обеспечивают воздействие на нарушителей в зонах, протяжённостью до 150 м. А в составе одного комплекта радиолинии управления (РЛУ), позволит увеличить протяжённость рубежа охраны до 900 метров. Использование в комплекте управляемого рубежа охраны с повышенной протяжённостью ПИЦ с последовательным подключением цепей, даст возможность реализовать рубеж охраны и обороны с многократным поражением, к выходу которого будут подключены три внешних устройства (боеприпаса).

При повторном проходе нарушителя по сектору, где уже был подрыв боеприпаса, будет срабатывать второе, а затем и третье внешнее устройство (боеприпас).

Таким образом, использование функции сейсмической пеленгации для создания управляемых рубежей охраны и обороны позволит повысить их протяжённость, а также создаст возможность избирательного воздействия на нарушителя.

#### **Список использованных источников**

1. Комплект электризуемого заграждения модульного типа модернизированный ЭЗМ-М, ЭЗМ-СМ. Техническое описание, 2002. ИЖТШ.566155.00ТО
2. Возимые комплекты противопехотных мин ВКПМ-1 и ВКПМ-2. – Москва: Военное издательство, 1985. – 32 с.
3. Комплект быстроразвёртываемых технических средств физической защиты БСФЗ-04.10. Руководство по эксплуатации ДАКЖ.421425.004 РЭ.
4. Звижинский, А. И., Чекмарев Е. А., Каледа В. Н. Приборная реализация и применение микроэлектромеханических сенсоров / Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей XV Международной научно-практической конференции// МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – С. 21-25.

#### **IMPROVEMENT OF MANAGED LINES OF PROTECTION OF MILITARY FACILITIES USING SEISMIC DIRECTION FINDING**

**E. A. Chekmarev, A. A. Kobozev, A. I. Zvizhinsky**

*Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev,  
Penza branch,  
Penza, Russia*

The article deals with some issues of improving the security and defense systems of military facilities, including, in addition to firing points and boundaries of se-

curity units, mine-explosive barriers, Installable in both the unmanaged and managed variants.

**Keywords:** guard line, mine-explosive barriers, seismic direction finder

**УДК 629.314**

## **ПОДВЕСКА ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ТИПА ВАЗ**

**И.А. Шамрутов, А.П. Жук**

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия*

В статье рассматривается применение подвески повышенной устойчивости для легкового автомобиля. Произведен анализ используемых задних подвесок классических автомобилей типа ВАЗ и показаны их недостатки. На основании чего предложена конструкция независимой подвеска на косых рычагах. Разработана кинематическая схема и произведен расчёт параметров подвески, что позволило сделать вывод о её применение в спортивных автомобилях

**Ключевые слова:** подвески повышенной устойчивости, автомобиль, косые рычаги, кинематическая схема, стабилизатор

Одним из факторов позволяющих усовершенствовать конструкцию автомобиля являются подвески, которые обеспечивают устойчивость и безопасность при его эксплуатации.

Исходя из этого, для обеспечения эксплуатационных свойств, огромное влияние на них оказывает задняя подвеска автомобиля модели типа ВАЗ. Подвеска представляет из себя сложную конструкцию, состоящую из взаимно связанных рычагов соединенных между собой упругим торсионном. Продольные рычаги подвески имеют круглую форму и крепятся сваркой через усилители рычагов к U – образному соединителю, который образует заодно с соединителем единую балку. Данная конструкция крепится через кронштейны к кузову автомобиля болтами.

Существующие задние подвески автомобиля типа ВАЗ не обладают повышенной устойчивостью и имеют следующие недостатки:

- исходя из условий использования и характеристик спортивных автомобилей она не обеспечивает необходимые параметры, так как упругие характеристики подвески, влияющие на управляемость и устойчивость автомобиля, нельзя изменить в процессе эксплуатации;

- подвески данного типа не обеспечивают ни полный, ни задний привод автомобиля;

– при изменении положения одного из колёс это отражается на положении другого, что делает подвеску полузависимой и снижает устойчивость автомобиля;

– габаритные размеры не позволяют размещать в малом объёме;

– большая масса подвески приводит к увеличению массы автомобиля.

Применяя новую конструкцию задней подвески: подвеска на косых рычагах позволит в полной мере использовать данный автомобиль в спортивных соревнованиях. Направляющие элементы подвески независимы. Важная особенность задней подвески состоит в том, что можно применять стабилизаторы разного диаметра в зависимости от условий эксплуатации автомобиля.

Стабилизатор поперечной устойчивости применяется для уменьшения поперечного наклона подпружиненной части подвески. Стабилизатор обеспечивает повышение угловой жёсткости подвески, уменьшая при этом угол наклона подпружиненной части автомобиля при действии на неё центробежной силы.

Исходя из параметров спортивного автомобиля и мощности двигателя, кузов и шасси должны обеспечивать его аэродинамические характеристики, что позволит развивать большие скорости, при надёжном обеспечении безопасности движения. Отвечает данным критериям независимая подвеска на косых рычагах, которая позволяет получить следующие основные преимущества:

– габариты подвески имеют небольшие размеры и не требуют больших объёмов;

– выполненная из относительно легких и в тоже время прочных материалов имеет небольшую массу;

– отсутствие однозначной связи между положением колёс автомобиля.

Данные свойства важны для обеспечения хорошего сцепления колёс с дорогой, в особенности при движении по пересеченной местности. Необходимо при выборе конструкции подвески учесть то, что подвеска устанавливается на спортивный автомобиль повышенной устойчивости. В этом случае комфорт и плавность хода не играют большой роли при эксплуатации автомобиля. Но в тоже время характеристики устойчивости и управляемости остаются на высоком уровне.

Новая конструкция подвески меняет колею задних колёс автомобиля, конструкцию упругого элемента подвески, ход отбоя и сжатия колеса, по сравнению с ВАЗ-2110. При этом необходимо проведения расчетов кинематических параметров направляющего устройства задней подвески а, также, внести изменения в координаты характерных точек подвески: шарниров рычагов.

В целях обеспечения необходимой устойчивости в управляемости автомобиля, а в частности, устойчивого прямолинейного движения и уменьшения изнашивания шин, надо для задних подвесок определить установочные пара-

метры с допусками. Оптимальные значения этих параметров (развал и сходжение колёс, кинематические характеристики подвески) получают в процессе доводочных испытаний ходовых образцов нового автомобиля. Опыт, получаемый в процессе этих испытаний, используется в дальнейшем при проектировании новых автомобилей.

При расчёте кинематических характеристик необходимо задавать координаты базовых точек подвески относительно системы координат, связанной с компоновочной сеткой автомобиля. Для расчёта силовых характеристик подвески, кроме координат точек, необходимо задавать жёсткости пружин и нормальные нагрузки на колёсах в статическом положении. При этом должны учитываться и характеристики шин.

На рисунке. 1 показана кинематическая схема пружинной подвески на косых рычагах для левого и правого колёс автомобиля в статическом положении.

$M_{si}$ ,  $i = 1, 2$  – центр колеса

$E_{si}$  – центр пятна контакта колеса с дорогой

$[M_{si}E_{si}] = R_i$  – радиус колеса

$G_{oi}$   $G_{si}$ ;  $G_{vo}$   $G_{vs}$  – оси амортизатора и пружины соответственно

$W_i$  – центр шарнира крепления наружного рычага к поперечине кузова

$D_i$  – центр шарнира крепления внутреннего рычага к поперечине кузова

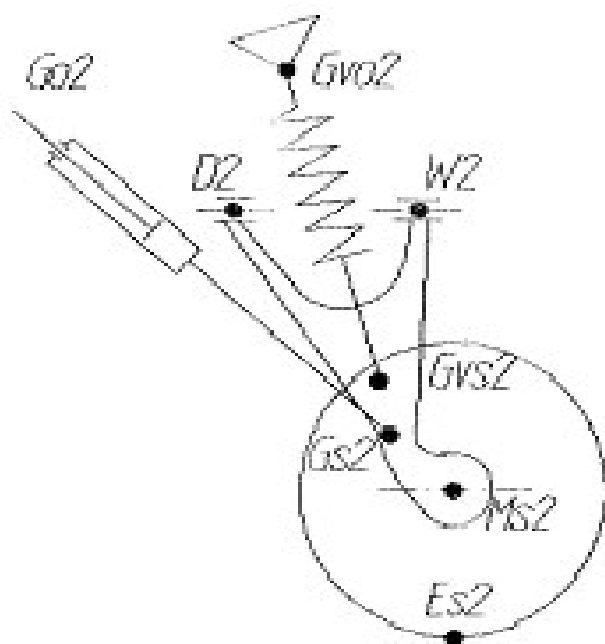


Рисунок 1 – Схема пружинной подвески на косых рычагах

Конструкция задней подвески со всеми элементами, автомобиля типа ВАЗ показана на рисунке 2.

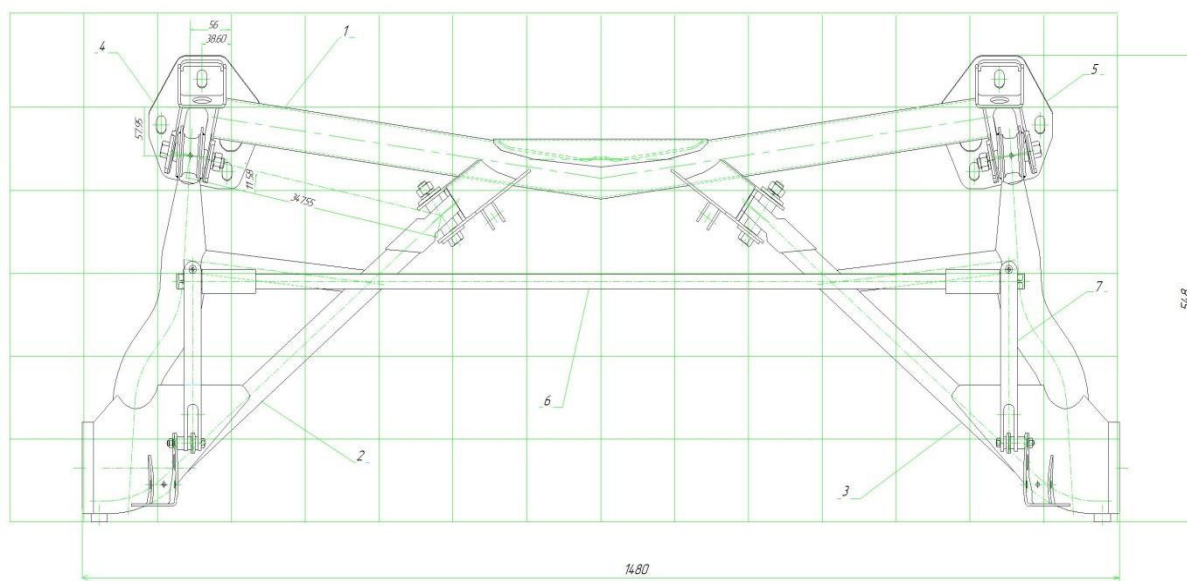


Рисунок 2 – задняя подвеска в сборе

Данные при расчете упругого элемента пружины, жесткость рычагов стабилизатора, жесткость торсиона на кручение, жесткость стабилизатора на кручение, силы на стойках привода стабилизатора и дополнительная угловая жесткость подвески сведены в таблицу 1

Таблица 1 – Результаты расчётов подвески

| №<br>п/п | Параметры подвески                         | Размер-<br>ность | Наклон вправо |              |
|----------|--------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|
|          |                                            |                  | полный<br>ход | ход $\pm 30$ |
| 1        | 2                                          | 3                | 4             | 5            |
| 1.       | Угол закрутки стабилизатора                | град             | 63,6          | 16,6         |
| 2.       | Момент закрутки стабилизатора              | Н м              | 368           | 93           |
| 3.       | Длина левого плеча стабилизатора           | мм               | 100,0         | 174,0        |
| 4.       | Длина правого плеча стабилизатора          | мм               | 154,6         | 173,5        |
| 5.       | Сила на левой стойке привода стабилизатора | Н                | 3680          | 534,5        |

| 1   | 2                                                      | 3     | 4    | 5     |
|-----|--------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| 6.  | Сила на правой стойке привода стабилизатора            | Н     | 2380 | 536   |
| 7.  | Передаточное число левой стойки привода стабилизатора  |       | 1,27 | 1,18  |
| 8.  | Передаточное число правой стойки привода стабилизатора |       | 1,18 | 1,17  |
| 9.  | Сила на левом колесе                                   | Н     | 2898 | 453   |
| 10. | Сила на правом колесе,                                 | Н     | 2017 | 458,1 |
| 11. | Дополнительная жесткость подвески                      | кг/см |      | 15,5  |

### Вывод

Разработана кинематическая схема. Получены числовые значения жесткости и демпфирования связи подрессоренных и непрессоренных масс обеспечивающих необходимую устойчивость в управляемости автомобиля.

### Список использованных источников

1. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст]: Техн. задание, эскизный проект и общая компоновка / В. Ф. Родионов, д-р техн. наук, Б. М. Фиттерман, канд. техн. наук. – Москва: Машиностроение, 1971. – 504 с.
2. Раймпель, И. «Шасси автомобиля: Конструкции подвесок» / Й. Раймпель; Перевод с нем. В. П. Агапова. - Москва: Машиностроение, 1989. – 326 с.
3. Раймпель, И. «Шасси автомобиля: Элементы подвески» / Пер. с нем. А.Л.Карпухина; Под ред. Г.Г.Гридасова. – Москва: Машиностроение, 1987. – 288 с.

### SUSPENSION OF INCREASED STABILITY FOR A PASSENGER CAR OF THE VAZ TYPE

I.A. Shamrutov, A.P. Zhuk

*Penza State University ,  
Penza, Russia*

The article discusses the use of high-stability suspension for a passenger car. The analysis of the used rear suspensions of classic cars of the VAZ type is made and their disadvantages are shown. On the basis of which the design of an independent suspension on oblique levers is proposed. A kinematic scheme was developed and the suspension parameters were calculated, which allowed us to conclude that it is used in sports cars.

**Keywords:** suspension of increased stability, car, oblique levers, kinematic scheme, stabilize



## МЕТОДИКА ПОДБОРА ВОДЯНОГО НАСОСА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

М.С. Шепель, А.П. Жук

*Пензенский государственный университет,  
г. Пенза*

Выбрана система охлаждения двигателя и обоснованы требования предъявляемые к ней. Показан принцип работы данной системы и представлены структурные схемы. Приведены параметры работы системы охлаждения и водяного насоса на основании, которых сделаны выводы.

**Ключевые слова:** водяной насос, система охлаждения, холодный контур, горячий контур, дизель-генератор, диаметр колеса

Система охлаждения предназначена для принудительного отвода тепла от деталей и узлов дизеля, подвергающихся высокому нагреву и поддержания оптимального температурного режима работы узлов и деталей двигателя.

К системе охлаждения предъявляются следующие требования:

- обеспечивать оптимальный отвод тепла от деталей и узлов на любом режиме работы двигателя;
- надежность в работе;
- простота в изготовлении и эксплуатации.

В дизель-генераторе используется двухконтурная, высокотемпературная система охлаждения закрытого типа. Применение высокотемпературной системы охлаждения позволит уменьшить размеры водомасляных охладителей, снизить мощность, затрачиваемую на привод вентиляторов тепловоза, а также, в результате повышения механического и индикаторного КПД, уменьшить эффективный расход топлива.

Циркуляция охлаждающей жидкости в системе осуществляется двумя одинаковыми по конструкции водяными насосами для горячего и холодного контуров представленные на рисунках 1 и 2.

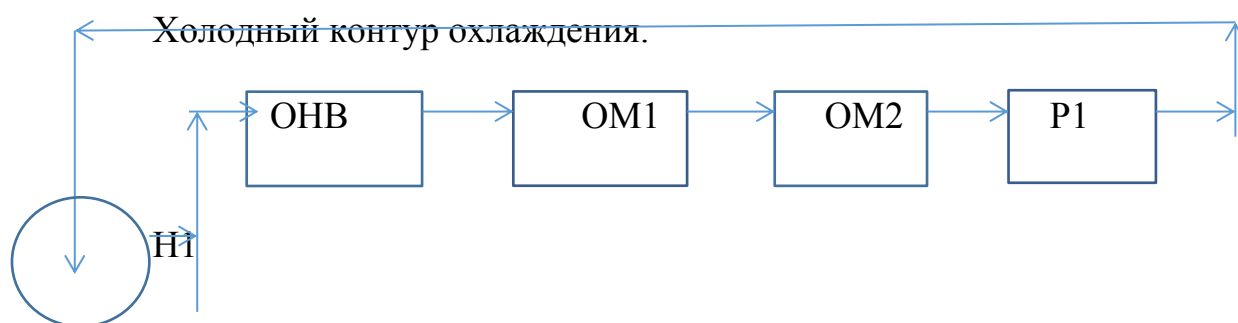


Рисунок 1 – Структурная сема холодного контура охлаждения

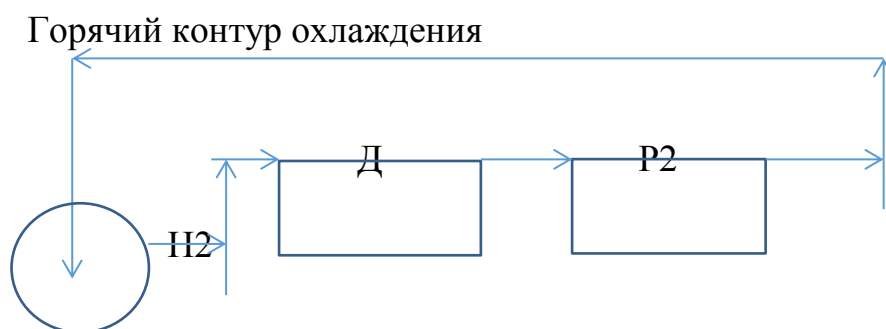


Рисунок 2 – Структурная сема горячего контура охлаждения

Н1 – насос водяной холодного контура

ОНВ – охладитель наддувочного воздуха

ОМ1, ОМ2 – охладители водомасляные

Р1 – радиаторные секции холодного контура

Н2 – насос водяной горячего контура

Д – дизель

Р2 – радиаторные секции тепловоза горячего контура.

Циркуляционный расход охлаждающей жидкости. Исходной величиной для расчета элементов системы охлаждения является количество теплоты, которое необходимо отвести от двигателя в охлаждающую жидкость. Величина циркуляционного расхода охлаждающей жидкости может быть определена по формуле:

$$G_B = \frac{Q_B}{C_B \cdot \gamma_B \cdot \Delta t_B}, \quad (1)$$

где  $Q_B$  – заданный теплоотвод в охлаждающую жидкость, ккал/час

Для горячего контура охлаждения эта величина равна теплоотводу в воду дизеля -  $Q_B = Q_{вд}$ . Для холодного контура она складывается из суммы теплоотводов в смазочное масло ( $Q_M$ ) и теплоотвода от наддувочного воздуха ( $Q_{н.в}$ ).

$C_B$  – теплоемкость охлаждающей жидкости. Для оценочного расчета принимается отдельно для горячего и холодного контура, кДж/(кг · К)

$\gamma$  – объемный вес охлаждающей жидкости при принятых температурах, кг/м<sup>3</sup>

Величины циркуляционного расхода охлаждающей жидкости в зависимости от перепада температур, определенные по формуле (1), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры системы охлаждения

| Контур системы охлаждения | Теплоотвод в охлаждающую жидкость, ккал/час | Расход охлаждающей жидкости в м <sup>3</sup> /час при заданном перепаде температур в °С |       |       |       |       |       |       |     |       |
|---------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
|                           |                                             | 8                                                                                       | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15  | 16    |
| Горячий                   | $95,5 \cdot 10^4$                           | 124                                                                                     | 110,4 | 99,4  | 90,3  | 82,8  |       |       |     |       |
| Холодный                  | $168 \cdot 10^4$                            |                                                                                         |       | 172,5 | 158,6 | 142,8 | 132,7 | 123,8 | 115 | 107,8 |

Для циркуляции охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизеля предполагается использовать одинаковые по конструкции насосы центробежного типа, обеспечивающие высокую подачу при малых габаритных размерах и массе, простые по конструкции при высокой износостойкости. Производительность центробежного насоса в значительной степени зависит от гидравлического сопротивления системы дизеля, его узлов, а также от потерь давления в радиаторных секциях.

Увеличив указанные расходы охлаждающей жидкости пропорционально теплоотводам по контурам для двигателя, получим требуемые величины производительности насосов:

- горячего контура –  $105...120 \text{ м}^3/\text{час}$ ;
- холодного контура –  $130...140 \text{ м}^3/\text{час}$ ,

которые обеспечат оптимальное тепловое состояние дизеля.

Насос воды, используемый для дизелей типа 8ЧН 26/26, имеет достаточно высокий КПД  $\approx 78\%$  при небольших габаритных размерах. Колесо в насосе закрытого типа с лопатками двоякой кривизны загнутыми назад. На протяжении длительной эксплуатации дизелей он зарекомендовал себя надежным в эксплуатации и простым в обслуживании. Исходя из этого, за прототип для разработки принимается рабочее колесо насоса данного дизеля, а его основные параметры пересчитываются на основе критериев подобия и пропорционально увеличиваются линейные размеры.

Зависимость производительности насоса от внешнего диаметра рабочего колеса определяется по формуле:

$$Q_2 = Q_1 \frac{D_2^2}{D_1^2}, \quad (2)$$

где  $Q_1$  – производительность существующего насоса (прототипа)  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$Q_2$  – производительность нового насоса  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$D_1$  – диаметр колеса прототипа м;

$D_2$  – диаметр нового насоса м.

По результатам компоновки привода насосов приняты обороты насоса холодного контура охлаждения –  $3217 \text{ мин}^{-1}$  и обороты насоса горячего контура охлаждения –  $2960 \text{ мин}^{-1}$ .

Предварительно определим параметры насоса холодного контура охлаждения, как наиболее нагруженного:

При увеличении внешнего диаметра рабочего колеса для обеспечения требуемой производительности для вновь проектируемого насоса с  $D_1=178 \text{ мм}$  до  $D_2=210 \text{ мм}$  при оборотах насоса  $n_2=3217 \text{ мин}^{-1}$

производительность увеличивается с  $Q_1=85,8 \text{ м}^3/\text{час}$  до  $Q_2=140,9 \text{ м}^3/\text{час}$

Для унификации насосов холодного и горячего контуров охлаждения насосы принимаются одинаковыми с внешним диаметром рабочего колеса  $D_2=210 \text{ мм}$

Углы входа и выхода охлаждающей жидкости из рабочего колеса насоса принимаются равными или близкими по значениям колесу, принятому за прототип. Для сохранения параметров входа в рабочее колесо количество

и толщина лопаток принимается шести, как у прототипа.

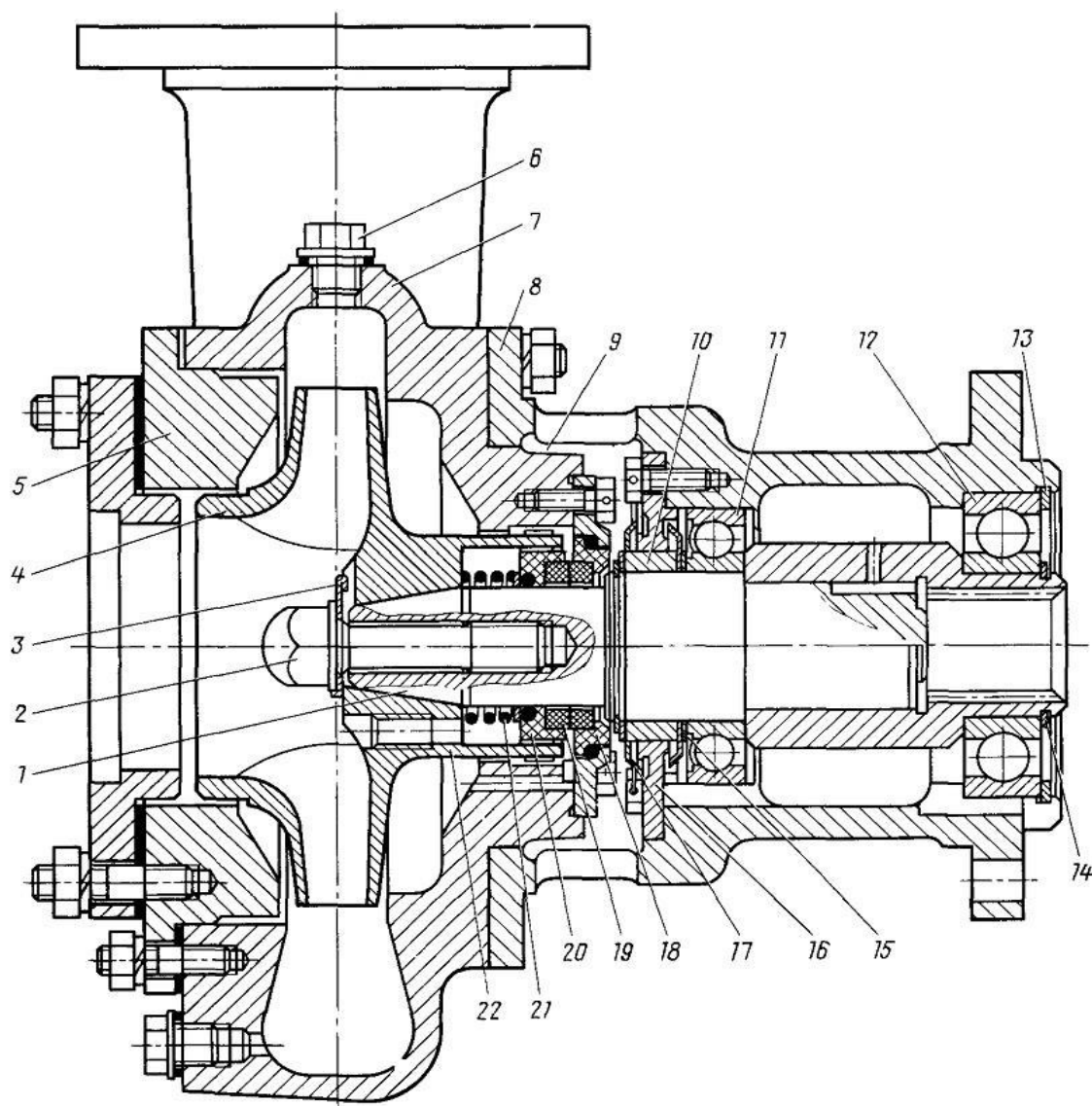


Рисунок 3 – Компоновка водяной насос

### Вывод

В результате проведенной работы установлено:

Диаметр рабочего колеса водяного насоса составляет  $\varnothing 210$  мм.

Производительность водяного насоса горячего контура  $Q=129,6$  м<sup>3</sup>/час.

Производительность водяного насоса холодного контура  $Q=140,9$  м<sup>3</sup>/час.

Что позволит уменьшить размеры водомасляных охладителей, снизить мощность, затрачиваемую на привод вентиляторов, повысить энергетические и экономические показатели дизель-генератора.

### Список использованных источников

1. Куликов, Ю.А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов. — Москва: Машиностроение, 1988. — 280 с.

2. Куликов, Ю.А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов [Текст] / Ю.А. Куликов. – Москва: Машиностроение.1988. – 280 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов: учебник для вузов : в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. 3-е изд., перераб. и испр. Кн 1, М. : Высшая школа, 2007. – 479 с.

## **METHOD OF SELECTION OF A WATER PUMP FOR A COOLING SYSTEM DIESEL GENERATOR**

**M.S. Shepel, A.P. Zhuk**

*Penza State University,  
Penza*

The engine cooling system is selected and the requirements for it are justified. The principle of operation of this system is shown and block diagrams are presented. The parameters of the cooling system and water pump operation are given on the basis of which conclusions are drawn.

**Keywords:** water pump, cooling system, cold circuit, hot circuit, diesel generator, wheel diameter

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ХАРАКТЕР ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ТЕЛ И УПРОЧНЯЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ПОВЕРХНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ</b>                      |    |
| Д.В. Авдеева, А.А. Михальчук, П.А. Гурин, Н.А. Миронычев.....                                                                           | 3  |
| <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ВООРУЖЕНИЯ</b>                                                           |    |
| П. Н. Агунькин, А.В. Маринин, Л.А. Маринина, И.С. Барашкин.....                                                                         | 10 |
| <b>ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЦЕНЗИИ МЧС ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>                                                                  |    |
| С.Г. Аксенов, А.С. Ишмеева, А.Р. Сырлыбаева.....                                                                                        | 14 |
| <b>ЦИФРОВОЙ ПРОФИЛЬ ПАССАЖИРА КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ МЕГАПОЛИСОВ</b> |    |
| С.А. Алексеев.....                                                                                                                      | 18 |
| <b>ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ АДДИТИВНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ</b>                  |    |
| М.С. Аносов, А.Г. Казаков, Е.С. Аносова, А.М. Михайлов.....                                                                             | 22 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ ЗВЕНЬЕВ И ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ</b>                               |    |
| О.С. Антипов, В.А. Шорин.....                                                                                                           | 26 |
| <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛА С УПРУГО ПОДАТЛИВЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ</b>                                            |    |
| В.Н. Багапов, Д.Е. Черногубов.....                                                                                                      | 30 |
| <b>ДОСТИЖЕНИЕ СВЕРХРЕЗУЛЬТАТОВ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ</b>                                                 |    |
| И.В. Балахонова.....                                                                                                                    | 35 |
| <b>АЭРОГЕЛЬ КАК ОДИН ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>                                                       |    |
| К.А. Барило.....                                                                                                                        | 41 |
| <b>ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА: ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ</b>                                                                        |    |
| К.А. Барило.....                                                                                                                        | 44 |
| <b>СОВРЕМЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ</b>                                                                                   |    |
| К.А. Барило, С.А. Голосовский.....                                                                                                      | 47 |
| <b>АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ МАШИН</b>                                                                        |    |
| А.А. Беззубов, А.В. Стригин, Н.Е. Курносов.....                                                                                         | 50 |

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ИЗДЕЛИЙ</b>                                                                                                                                             |     |
| А.В. Беломестнов, А.И. Зуев, А.А. Кузякин.....                                                                                                                                    | 54  |
| <b>ПРОИЗВОДСТВО БЕСШОВНЫХ И ШОВНЫХ ТРУБ<br/>ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ С ВНУТРЕННИМ<br/>ПРОТЕКТОРОМ ДЛЯ АТОМНОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ<br/>И НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>    |     |
| Д.Е. Бижанов, А.В. Хорин.....                                                                                                                                                     | 57  |
| <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО<br/>НАТЯЖЕНИЯ РАСПЛАВА КАРБИДА ВОЛЬФРАМА</b>                                                                                           |     |
| Д.А. Борисов, А.С. Бажутин, М.В. Глебов.....                                                                                                                                      | 62  |
| <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА</b>                                                                                                                               |     |
| Л.В. Василенков.....                                                                                                                                                              | 69  |
| <b>МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГУСЕНИЧНАЯ ПЛАТФОРМА:<br/>СУЩНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ</b>                                                                                              |     |
| М.С. Викторов, С.В. Суменков, А.С. Суменков.....                                                                                                                                  | 72  |
| <b>ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ</b>                                                                                                                                      |     |
| А.Е. Пономаренко, В.А. Вихорь, Р.И. Шалимов.....                                                                                                                                  | 76  |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ОТБОРТОВКИ С УТОНЕНИЕМ СТЕНКИ<br/>КОМПЬЮТЕРНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ</b>                                                                                                 |     |
| Г.А. Вобликов.....                                                                                                                                                                | 79  |
| <b>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТБОРТОВКИ<br/>С УТОНЕНИЕМ СТЕНКИ</b>                                                                                                               |     |
| Г.А. Вобликов.....                                                                                                                                                                | 82  |
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ<br/>ТРАНСПОРТА</b>                                                                                                                |     |
| Д.А. Войнова, А.А. Войнов.....                                                                                                                                                    | 85  |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ</b>                                                                                                                                          |     |
| А.А. Войнов, С.В. Ключков.....                                                                                                                                                    | 88  |
| <b>ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ</b>                                                                                                                                                    |     |
| А.А. Войнов, Д.В. Паршин.....                                                                                                                                                     | 93  |
| <b>КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА</b>                                                                                                                               |     |
| Д.А. Войнова, Я.М. Зиновьев, А.А. Войнов.....                                                                                                                                     | 97  |
| <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ЧАСТОТНОГО<br/>ИНТЕГРИРУЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С УЧЕТОМ<br/>РАЗБАЛАНСА МОСТОВОЙ СХЕМЫ ДЛЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ<br/>ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН</b> |     |
| В.С. Волков, М.С. Конкина.....                                                                                                                                                    | 99  |
| <b>КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА<br/>ВЫДАВЛИВАНИЯ</b>                                                                                                                         |     |
| К.А. Галицина.....                                                                                                                                                                | 103 |
| <b>ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ<br/>И ЧУГУНОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО<br/>ПРОИЗВОДСТВА</b>                                                                         |     |
| К.А. Галицина.....                                                                                                                                                                | 107 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ОБОСНОВАВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТВОРНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b>               |     |
| Ф.Н. Галлямов, Р.Ф. Гаскаров, М.М. Ямалетдинов.....                                                                | 109 |
| <b>АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЯ ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>                                                          |     |
| А.И. Гасанов.....                                                                                                  | 115 |
| <b>АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ОБРАТНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ</b>                                  |     |
| А.И. Гасанов.....                                                                                                  | 118 |
| <b>МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ДАТЧИКИ НА ИХ ОСНОВЕ</b>                                                     |     |
| С.А. Голосовский.....                                                                                              | 121 |
| <b>УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: СВОЙСТВА, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b>                                   |     |
| С.А. Голосовский.....                                                                                              | 124 |
| <b>МЕТОДИКА ВЫБОРА МОТОР-КОЛЕСА С КОМБИНИРОВАННОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ</b>                  |     |
| А.В. Гордюшкин, А.П. Жук.....                                                                                      | 127 |
| <b>К ВОПРОСУ О ШТАМПОВКЕ ЦЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ФЛАНЦЕМ</b>                                               |     |
| И.В. Гребенщиков.....                                                                                              | 132 |
| <b>ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ FF-ICE ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ</b>                                                 |     |
| Е.С. Грищенко, Ю.А. Чурбанова.....                                                                                 | 135 |
| <b>ВЫБОР ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РОБОТА</b>                                                    |     |
| И.И. Дик.....                                                                                                      | 139 |
| <b>ПОДБОР НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РОБОТА</b>                                                |     |
| И.И. Дик.....                                                                                                      | 144 |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРА-СЕПАРАТОРА «ТУРБО-СТРИМ» В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ</b>                  |     |
| С.Г. Драгомиро, С.В. Голобоко, Н.А. Чарвадарян.....                                                                | 148 |
| <b>МАЛОРАЗМЕРНЫЙ ДВУХЦИЛИНДРОВЫЙ ОППОЗИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ДВУМЯ КОЛЕНЧАТЫМИ ВАЛАМИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ МАЛОГО КЛАССА</b> |     |
| О.В. Журавлев, А.П. Жук.....                                                                                       | 156 |
| <b>РАСЧЕТ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА</b>                                                                                    |     |
| В.А. Журавлева.....                                                                                                | 161 |
| <b>ВЫБОР РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ 08Х13 ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВС</b>         |     |
| А.В. Завитков, И.В. Завитков, И.С. Печников, А.С. Локтев.....                                                      | 166 |



|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОСИСТЕМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ<br/>ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ</b>                                                                             |     |
| А.С. Ковалев, А.И. Звижинский.....                                                                                                                       | 170 |
| <b>СМЕННОЕ СНЕГОПЛАВИЛЬНОЕ И ФИЛЬТРУЮЩЕЕ<br/>ОБОРУДОВАНИЕ</b>                                                                                            |     |
| Д.С. Игнашкин, В.В. Салмин.....                                                                                                                          | 174 |
| <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ<br/>МНОГООПЕРАЦИОННОГО СТАНКА С ЧПУ</b>                                                                            |     |
| Ю.В. Истомина, Н.А. Гусев.....                                                                                                                           | 177 |
| <b>К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ<br/>ПРИ ПОЖАРАХ</b>                                                                                          |     |
| А.С. Ишмеева, А.Э. Галин.....                                                                                                                            | 181 |
| <b>ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ В ПОМЕЩЕНИИ</b>                                                                                                      |     |
| А.С. Ишмеева, А.Н. Сергеева.....                                                                                                                         | 186 |
| <b>ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧС<br/>В ЗДАНИИ КОТЕЛЬНОЙ</b>                                                                                   |     |
| А.С. Ишмеева, М.Е. Ванюшова.....                                                                                                                         | 189 |
| <b>АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ</b>                                                                                                            |     |
| А.С. Ишмеева, Д.М. Ибрагимова.....                                                                                                                       | 193 |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО<br/>ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ</b>                                                                    |     |
| А.С. Ишмеева, В.В. Минасян.....                                                                                                                          | 197 |
| <b>СИСТЕМА УПРАВЛЯЕМОГО ТУРБОНАДДУВА<br/>ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ</b>                                                                                    |     |
| А.А. Каргин, А.П. Жук.....                                                                                                                               | 201 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ<br/>ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ</b>                                                                                    |     |
| Л.В. Каркач.....                                                                                                                                         | 205 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛИ<br/>С ОТОГНУТЫМ КРАЕВЫМ УЧАСТКОМ</b>                                                                        |     |
| Л.В. Каркач.....                                                                                                                                         | 208 |
| <b>РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЧЕТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ<br/>ДЕФЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ<br/>ПОЛИМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ<br/>МАТЕРИАЛОВ</b> |     |
| Е.Д. Карташова.....                                                                                                                                      | 211 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ КОВОЧНО-ШТАМПОВОЧНОЙ ОПЕРАЦИИ<br/>КОМПЬЮТЕРНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ</b>                                                                        |     |
| Д.И. Кондаков.....                                                                                                                                       | 214 |
| <b>НАПРЯЖЕННОЕ И ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ<br/>ПРИ ПРОШИВКЕ МЕТАЛЛА</b>                                                                                  |     |
| Д.И. Кондаков.....                                                                                                                                       | 217 |
| <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ<br/>ОПЕРАЦИИ ПРОШИВКИ</b>                                                                                      |     |
| Д.И. Кондаков.....                                                                                                                                       | 220 |

|                                                                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ<br/>МОЩНОСТЬЮ 360 КВТ С ОРЕБРЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ<br/>ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ</b>                                                    |     |
| А.В. Король, А. П. Жук.....                                                                                                                                           | 223 |
| <b>АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОМПОНОВОК ТОКАРНЫХ СТАНКОВ</b>                                                                                                                   |     |
| Д.В. Кочетков, П.Г. Павловский, А.В. Небылица, В.Г. Кандобаров.....                                                                                                   | 228 |
| <b>ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ: ВИДЫ, АНАЛИЗ, ПОСЛЕДСТВИЯ</b>                                                                                                                   |     |
| Ю.А. Кравченко.....                                                                                                                                                   | 232 |
| <b>РОЛЬ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРОВОЙ<br/>ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ</b>                                                                                                |     |
| Ю.А. Кравченко.....                                                                                                                                                   | 235 |
| <b>ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ<br/>ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ</b>                                                                                         |     |
| Ю.А. Кравченко.....                                                                                                                                                   | 238 |
| <b>СИСТЕМЫ АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ<br/>АВТОМОБИЛЯ</b>                                                                                                        |     |
| В.О. Крылова, И.В. Федосов, А. А. Войнов.....                                                                                                                         | 241 |
| <b>НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ<br/>И ПРОГНОЗНАЯ АНАЛИТИКА ДЛЯ ТРАНСПОРТА<br/>И ЛОГИСТИКИ</b>                                                             |     |
| А.Н. Кузьмина.....                                                                                                                                                    | 245 |
| <b>ОБОСНОВАНИЕ МАРОЧНОГО СОСТАВА ГРУЗОВЫХ<br/>АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО<br/>ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА<br/>ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ</b> |     |
| А.В. Кучер, Д.В. Беляков, А.В. Михайлов, Е.Е. Кузнецов.....                                                                                                           | 251 |
| <b>КЛИМАТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА В ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ<br/>ПРОБЛЕМЫ И ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ</b>                                                                                           |     |
| К.В. Лебединский, А.О. Зорков.....                                                                                                                                    | 255 |
| <b>МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ</b>                                                                                                                      |     |
| А.Е. Левченко.....                                                                                                                                                    | 260 |
| <b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ<br/>ДИАГНОСТИКИ ПРИВОДОВ</b>                                                                                           |     |
| А.Е. Левченко.....                                                                                                                                                    | 265 |
| <b>СПОСОБЫ ВНУТРЕННЕЙ ВИБРОЗАЩИТЫ ИЗДЕЛИЙ<br/>ПРИБОРОСТРОЕНИЯ</b>                                                                                                     |     |
| М.А. Литвинов, А.Н. Литвинов.....                                                                                                                                     | 270 |
| <b>О ВЫБОРЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ<br/>ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ</b>                                                                                   |     |
| М.А. Литвинов, А.Н. Литвинов.....                                                                                                                                     | 275 |
| <b>СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ УСЛОВИЙ ТРУДА<br/>НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ</b>                                                                                |     |
| Н.В. Ляшенко, В.А. Лепихова.....                                                                                                                                      | 279 |

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ФОТОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА<br/>УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ СИСТЕМ<br/>СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ</b>                        |     |
| А.В. Маринин, Л.А. Маринина, И.С. Барашкин, М.Ю. Сохарев.....                                                                             | 283 |
| <b>ГИБРИДНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ<br/>УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА</b>                                                                  |     |
| А.В. Маринин, Л.А. Маринина, И.С. Барашкин, М.Ю. Сохарев.....                                                                             | 290 |
| <b>УЛУЧШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА<br/>УСТАНОВКОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ КУЗОВА</b>                                           |     |
| Н.Д. Мартынов, А.А. Войнов.....                                                                                                           | 295 |
| <b>ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ<br/>НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ<br/>РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ</b>                            |     |
| Р.Т. Матиев В.Б. Теунаев.....                                                                                                             | 298 |
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ<br/>БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ</b>                                               |     |
| Е.Д. Машарипов.....                                                                                                                       | 310 |
| <b>ВНЕДРЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ<br/>АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ<br/>ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПО УЛИЦЕ ОКРУЖНОЙ ГОРОДА<br/>ПЕНЗЫ</b> |     |
| Е.В. Медведева, А.П. Жук.....                                                                                                             | 315 |
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ</b>                                                                                          |     |
| С.И. Мехтиева, М.А. Миниахметов, Д.М. Ильясов.....                                                                                        | 320 |
| <b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО<br/>УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br/>БИБЛИОТЕКИ SimMechanics ПАКЕТА Simulink</b>  |     |
| Р.Р. Мельзитдинов, Ж.А. Молдогалыева, А.Ю. Муйземнек.....                                                                                 | 323 |
| <b>К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ РУКОВОДИТЕЛЯ<br/>ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>                                                    |     |
| И.И. Мулюков, А.С. Ишмеева.....                                                                                                           | 326 |
| <b>ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ<br/>ПРОЕКТИРУЕМЫХ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ</b>                                           |     |
| И.И. Мулюков, А.С. Ишмеева.....                                                                                                           | 330 |
| <b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ<br/>БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕЗДА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ<br/>ПЕРЕЕЗДОВ</b>                                    |     |
| Ю.Ю. Накашидзе, Д.С. Богомолов.....                                                                                                       | 335 |
| <b>ПРОБЛЕМА ЗАТОРОВ НА УЛИЦАХ Г. ПЕНЗА</b>                                                                                                |     |
| Ю.Ю. Накашидзе, Н.Д. Шамин, К.А. Смирнов.....                                                                                             | 339 |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ<br/>ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ С ПОМОЩЬЮ<br/>ИНФОРМАЦИОННО-ПАТЕНТНОГО ПОИСКА</b>                          |     |
| Ю.Ю. Накашидзе, В.А. Борисова, С.С. Леонов.....                                                                                           | 343 |

|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ<br/>МИКРОРАЙОНА ГОРОД СПУТНИК СЕЛА ЗАСЕЧНОЕ<br/>ПЕНЗЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ</b>  |     |
| Ю.Ю. Накашидзе, В.Э. Чилингарян.....                                                                                               | 346 |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ<br/>НА ОПАСНЫХ УЧАСТКАХ ДОРОГИ</b>                                                    |     |
| Ю.Ю. Накашидзе, П.Е. Гаев.....                                                                                                     | 350 |
| <b>ВОПРОСЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВАГОНОПОТОКОВ</b>                                                                                       |     |
| В.И. Неуструева.....                                                                                                               | 354 |
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВАРОЧНЫХ<br/>РАБОТАХ</b>                                                                      |     |
| К.О. Отев, Н.А. Решетников, Д.А. Ятин.....                                                                                         | 361 |
| <b>ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И ЧЕРТЕЖА<br/>ПРУЖИНЫ В КОМПАС</b>                                                                 |     |
| М.С. Пилюпенко.....                                                                                                                | 364 |
| <b>ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В КУРСЕ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ<br/>И МАШИН</b>                                                                   |     |
| М.Д. Поздняков, В.А. Шорин.....                                                                                                    | 368 |
| <b>РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА<br/>В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СФЕРЫ ЛОГИСТИКИ</b>                                                      |     |
| С.А. Пославский, А.А. Боярченко.....                                                                                               | 373 |
| <b>СИСТЕМА SCADA В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ</b>                                                                                    |     |
| П.М. Раздымаха, В.И. Шаферов, А.В. Куйдин.....                                                                                     | 377 |
| <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ<br/>КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕГИРУЮЩЕЙ ПРИМЕСИ</b>                                                       |     |
| Е.А. Рыблова В.С. Волков.....                                                                                                      | 380 |
| <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ<br/>ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ, НА ПРИМЕРЕ МАГАЗИНОВ<br/>«КАРАВАН»</b>                 |     |
| В.В. Салмин, В.А. Борисова.....                                                                                                    | 385 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ<br/>ПИТАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ<br/>ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ</b>   |     |
| М.А. Селезнев, А.П. Жук.....                                                                                                       | 390 |
| <b>ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ<br/>ПОКРЫТИЙ КОБАЛЬТ-КАРБИД ВОЛЬФРАМА</b>                                            |     |
| С.Р. Синенкова, С.Ю. Киреев, Г.В. Козлов, Л.В. Наумов, М.В. Глебов.....                                                            | 394 |
| <b>ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ШЕПИНГА<br/>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ SimMechanics<br/>ПАКЕТА Simulink</b>                      |     |
| С.Р. Синенкова, А.О. Корнетова, А.Ю. Муйземнек.....                                                                                | 397 |
| <b>СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ФРОНТАЛЬНОГО<br/>ПРОКАЛЫВАТЕЛЯ-ЩЕЛЕРЕЗА НА КОЛЕСНОЕ ПОЛУРАМНОЕ<br/>ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО</b> |     |
| Р.О. Сурин, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, А.В. Бурмага.....                                                                           | 400 |

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА</b>                                                        |     |
| Д.А. Сытникова, Н.В. Ляшенко.....                                                                                           | 404 |
| <b>НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД - ГАРАНТ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК</b>                                                                  |     |
| А.К. Таюрская, Е.В. Маловецкая.....                                                                                         | 408 |
| <b>РАЗВИТИЕ СЕТИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ АВТОБУСНОГО МАРШРУТА № 130 И ТРОЛЛЕЙБУСНОГО № 7 В Г. ПЕНЗЕ</b>         |     |
| М.Ю. Терентьев, А.П.Жук.....                                                                                                | 411 |
| <b>ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ С ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ ОТ ПОЖАРА</b>                                    |     |
| А.А. Тихомирова, С.В. Голобоков, И.К. Едиханов.....                                                                         | 416 |
| <b>ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ</b>                                                                   |     |
| А.А. Тоноян, С.А. Бритов, Л.Е. Сабутина.....                                                                                | 424 |
| <b>КОМПЛЕКС МЕР ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ</b>                                               |     |
| З.Х. Утарбаев, А.С. Ишмеева.....                                                                                            | 427 |
| <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ЦЕЛЬ – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ ПРИБОР»</b>                                                |     |
| К. Хелвех.....                                                                                                              | 431 |
| <b>ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СЛОИСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ВНУТРЕННИМ ПРОТЕКТОРОМ</b>        |     |
| А.В. Хорин, О.Н. Логинов, В.М. Батрашов, А.А. Розерн, Л.А. Селиванова.....                                                  | 435 |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ РЕЛЬЕФНОЙ ФОРМОВКИ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ</b>                                               |     |
| И.К. Цепляев.....                                                                                                           | 437 |
| <b>К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ РЕЛЬЕФНОЙ ФОРМОВКИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ</b>                                   |     |
| И.К. Цепляев.....                                                                                                           | 440 |
| <b>НАРУШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ВИДЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ</b>                                                                |     |
| М.В. Цыпышева, А.С. Ишмеева.....                                                                                            | 443 |
| <b>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ В ОБУЧАЮЩЕЙ БАЗЕ ДАННЫХ НА ВЕРОЯТНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ</b> |     |
| Е.А. Чекмарев, А.А. Школьный, Д.С. Ерофеев.....                                                                             | 447 |
| <b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ РУБЕЖЕЙ ОХРАНЫ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ</b>               |     |
| Е.А. Чекмарев, А.А. Кобозев, А.И. Звижинский.....                                                                           | 454 |

**ПОДВЕСКА ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
ДЛЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ТИПА ВАЗ**

И.А. Шамрутов, А.П. Жук..... 459

**МЕТОДИКА ПОДБОРА ВОДЯНОГО НАСОСА ДЛЯ СИСТЕМЫ  
ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА**

М.С. Шепель, А.П. Жук..... 464

Научное издание

# **ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ**

Статьи публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск –  
начальник Межотраслевого научно-информационного центра  
**Е.А. Галиуллина**  
Компьютерная верстка **Масловой Т.В.**

Дата подписания к публикации 13.04.2023

Учетно-издательские листы 22,59

Межотраслевой научно-информационный центр Пензенского государственного аграрного университета. 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30,

<https://mnic.pgau.ru>; [mnic@pgau.ru](mailto:mnic@pgau.ru);

телефоны редакции: тел.-факс. (841-2) 62-90-60, +7 967 442-60-42

ISBN 978-5-00196-147-5



9 785001 961475 >