

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Политехнический институт

Факультет машиностроения и транспорта

Кафедра «Транспортные машины»

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ
АВТОТРАНСПОРТНОГО
КОМПЛЕКСА**

**XII Международная
научно-практическая конференция**

Сборник статей

28-29 ноября 2018 г.

Пенза

УДК 656.13
ББК 39.38
П 27

Под общей редакцией доктора технических наук, профессора, академика Российской академии транспорта, заведующего кафедрой «Транспортные машины» Пензенского государственного университета
В.В. Салмина.

Перспективные направления развития автотранспортного
П 27 комплекса: сборник статей XII Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – 100 с.

В сборнике трудов опубликованы статьи, направленные на исследование и решение актуальных проблем автотранспортного комплекса, включая вопросы организации перевозочного процесса грузов и пассажиров, безопасности дорожного движения и экологии транспорта, создания и совершенствования конструкции автомобилей их агрегатов и систем, разработке новых схем эксплуатации транспорта, как на механической так и электрической тяги, совершенствование технологии ремонта и восстановления деталей, применяемых на транспортных средствах, а также изучения опыта развития машиностроения Китая и сравнение его темпами развития машиностроения в России.

The collection of works published articles aimed at the study and solution of topical problems of the motor transport complex, including the organization of the transportation process of goods and passengers, road safety and ecology of transport, the creation and improvement of the design of cars of their units and systems, the development of new schemes of operation of transport, both mechanical and electric traction, improvement of technology of repair and restoration of parts used in vehicles, and also studying of experience of development of machine building of China and compare it with the rate of engineering development in Russia.

РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ О ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

**А.Э. Аухадеев, Д.И. Тухбатуллина, П.В. Егорова,
Р.А. Рашитова, У.В. Староверова**

*ФГБОУ ВО «Казанский Государственный
Энергетический Университет»,
г. Казань, Россия*

В статье сформулирована научная концепция о формировании процесса электрической тяги городского транспорта, основанная на методологических положениях теории построения движения и синергетической парадигмы.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, электрическая тяга, теория построения движения, синергетическая методология.

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой в современных крупных городах наблюдается тенденция перехода общественного транспорта на «зеленую» электрическую тягу. Все больше зарубежных и отечественных автопроизводителей выпускают подвижной состав (ПС) на базе тягового электропривода. Развитие теоретических представлений об особенностях формирования режимов работы тягового электрооборудования (ТЭО), входящего в состав электропривода ПС, об их структурно-функциональных взаимодействиях с другими технологическими и производственными процессами, характеризующими реализацию электрической тяги (ЭТ) может способствовать решению актуальной проблемы повышения эффективности использования энергоресурсов в системе городского транспорта (ГТ).

Авторами разработана основанная на системно-синергетической методологии научная концепция построения движения ПС, позволяющая представить ЭТ как открытый сложноорганизованный процесс, топологической основой многоуровневой конфигурации которого является работа ТЭО [1, 2].

В соответствии с предлагаемой научной концепции технологический процесс ЭТ, основной задачей которого является целенаправленное механическое движение ПС, реализуемое ТЭО в составе тягового электропривода, в общем случае может быть представлен совокупностью иерархически выстроенных подпроцессов. Для описания этих подпроцессов использовалась теория «построения движения», предложенная в первой половине XX в. биомехаником Н.А. Бернштейном [3] и нашедшая широкое применение в мехатронике [4]. Согласно этой теории реализация управляемо-

го движения объектов и систем разной природы осуществляется посредством его «построения». При этом построение движения происходит в общем случае по 5 уровням («А», «В», «С», «D», «Е»), которые называются «уровни построения движения» [3]. Теория построения движения определяет механизмы контроля и управления движением, которые формируются особым образом по уровням и имеют сложную структуру.

В ходе теоретического исследования сформулирована система построения процесса ЭТ, учитывающая следующие особенности его построения: *многоуровневость процесса; иерархичность, параллельность и взаимосвязь уровней; обмен энергетическими, материальными и информационными ресурсами*. Данная теоретическая система графически представлена на рис. 1.

Многоуровневость процесса ЭТ, определяется наличием в его структуре нескольких подпроцессов, каждый из которых решает конкретную специфическую задачу, отличающуюся от других, но в совокупности с другими направленную на решение основной задачи процесса. Такой подпроцесс или группа подпроцессов может формировать один из уровней системы. В структуре процесса ЭТ выделим 5 уровней:

1. Уровень энергетического обеспечения (Y_1). По аналогии с уровнем Y_A построения движения Y_1 является определяющим для всего процесса ЭТ. На данном уровне не происходит формирование ЭТ как таковой, а обеспечивается функциональная готовность процесса к деятельности путем обеспечения стабильного и надежного энергообеспечения перевозочного процесса.

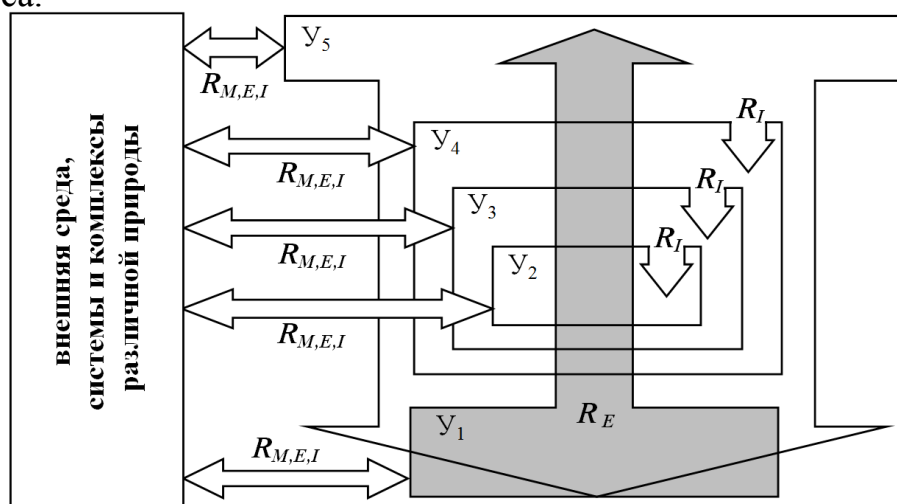


Рисунок 1 – Система построения процесса электрической тяги:

$Y_1 - Y_5$ – уровни построения процесса ЭТ; $R_{M,E,I}$ – поток соответственно материальных, энергетических и информационных ресурсов

2. Уровень реализации работы тягового электрооборудования (Y_2). По аналогии с уровнем Y_B , на данном уровне рассматривается подпроцесс, реализуемый в системе ограниченной собственными координата-

ми объекта (в данном случае в системе ПС), без учета действия внешних сил, изменяющих импульс (количество движения) объекта (но при условии взаимодействия с внешней средой – нагревание и остывание ТЭО, электромагнитные взаимодействия, изменение влажности и т.д.). Подпроцесс данного уровня характеризуется определенными алгоритмами работы ТЭО и системой косвенного управления, которые определяются паспортными характеристиками входящих в них элементов, формируются на этапе проектирования ПС и однозначно определяют реализуемые режимы работы.

3. Уровень управляемого движения ПС ($У_3$). На данном уровне, по аналогии с уровнем $У_С$, формируется подпроцесс взаимодействия ПС с окружающим пространством и его элементами. Так при взаимодействии колес с элементами пути возникает внешняя по отношению к ПС касательная сила тяги F_k , приводящая к движению, а электрические и электромеханические характеристики ТЭО формируют тяговую характеристику ПС. Создаваемая F_k является управляемой, что позволяет реализовать управляемое движение ПС. Различные параметры окружающего пространства, выражающиеся в физических характеристиках плана и профиля пути, климатических и погодных условий, напряжения на токоприемнике и др., определяют различные реализации электрической тяги.

4. Уровень реализации технологического процесса ГТ ($У_4$). На данном уровне, по аналогии с уровнем $У_D$, формируется подпроцесс взаимодействия ПС с окружающим пространством и его элементами с учетом их конкретных свойств и характеристик, например, реализация требуемой ходовой скорости на перегоне с учетом графика движения, обеспечение ограничения скорости на отдельных участках и др. Движение уже не просто «управляемое», а «целенаправленное», т.е. направленное на достижение конкретной цели – обеспечение перевозки пассажиров по маршрутной сети в соответствии с технологией перевозочного процесса ГТ и требованиями к качеству поездной работы. На данном уровне электрическая тяга зависит от уровня профессиональной квалификации водителя ПС.

5. Уровень реализации производственного процесса ГТ ($У_5$). Данный уровень системы построения электрической тяги является абстрактным и соответствует уровню $У_E$ в теории построения движения. Его абстрактность связана с формированием «идеализированного» процесса электрической тяги, который стремятся реализовать нижестоящие уровни. Условно, на этом уровне «выстраивается программа», по которой должен реализовываться процесс ЭТ, в соответствии с прогнозируемым «идеализированным» процессом, которая непрерывно управляет этим процессом и предопределяет его (например, прогнозируемые уровень потребления энергоресурсов, пассажиропоток и др.). Данный подпроцесс выстраивается с учетом стратегии производственного процесса транспортного производства ГТ.

Иерархичность процесса ЭТ, определяется тем, что подпроцессы нижних уровней входят в состав подпроцессов более высоких уровней (см. рис. 1). Процессы более высоких уровней «подчиняют» себе подпроцессы

более низких – задают параметры и условия их реализации R_I . Чем выше уровень системы, тем более сложную задачу реализации тяги он решает.

Так подпроцесс управляемого движения ПС (Y_3) включает в свой состав подпроцесс реализации работы ТЭО (Y_2) и при этом входит в состав подпроцесса (Y_4), определяемого технологией перевозочного процесса. При этом все эти подпроцессы включают в себя подпроцесс приема, преобразования и распределения энергии, потребляемой ПС (подпроцесса энергообеспечения - Y_1), не формирующего движение, но являющегося обеспечивающим для всего процесса ЭТ, а также подчиняются подпроцессу реализации стратегии производственного процесса транспортного производства (Y_5). Данный подпроцесс является высшим в представленной иерархической системе, т.к. определяет требования и условия для реализации всех предыдущих подпроцессов.

Параллельность подпроцессов, происходящих на каждом уровне, обусловлена механизмом реализации электрической тяги и вертикальной иерархией уровней системы. Уровни более высокого порядка формируют свои подпроцессы не по окончании подпроцесса нижнего уровня системы, а в момент его реализации при непрерывном взаимодействии, что и определяет *взаимосвязь подпроцессов*. При этом реализацию своей специфической задачи вышестоящий уровень выстраивает на основе задачи нижестоящего уровня, полностью определяя условия и параметры ее реализации (рисунок 1).

Так управляемое движение ПС (Y_3) на элементарном участке пути (с определенными параметрами) выстраивается на основе уровня реализации работы ТЭО ПС (Y_2), который формирует алгоритмы и режимы работы тягового электропривода ЭПС для конкретных условий (план и профиль заданного участка, климатические и погодные условия и др.) в которых выстраивается подпроцесс Y_3 . При выполнении технологии перевозки ПС (Y_4) движение по маршрутной сети при соблюдении ходовой скорости и межпоездного интервала в условиях сложной дорожной обстановки реализуется на основе подпроцесса уровня управляемого движения ПС (Y_3) на элементарном участке, формирующегося с учетом условий перевозки.

Обмен энергетическими, материальными и информационными ресурсами между уровнями и внешней средой является одним из основных условий реализации процесса ЭТ в открытой сложноорганизованной системе ГТ [2]. Данное условие строго реализуется только в общем случае, а в реальных условиях очевидны лишь некоторые взаимодействия. Условно схема обмена энергетическими R_E , материальными R_M , информационными R_I ресурсами представлена на рисунке 1.

Таким образом, авторами сформулирована научная концепция, представляющая технологический процесс ЭТ, совокупностью иерархически выстроенных подпроцессов, каждый из которых, находясь в иерархическом подчинении подпроцесса вышестоящего уровня и формируя условия реализации подпроцесса нижестоящего, решает отдельную специфическую подзадачу построения движения ПС. Представленная теоретическая си-

стема позволит развить общую теорию тягового электрооборудования ГТ путем совершенствования методологических основ принципов формирования режимов работы ТЭО при реализации технологии ЭТ в производственно-технической системе ГТ. Выявленные структурно-функциональные связи подпроцесса реализации работы ТЭО, характеризующие архитектуру взаимодействий с другими техническими, технологическими и производственными процессами, обеспечивающими реализацию ЭТ, позволят определить рациональные режимы и способы управления тяговым электроприводом ПС, что будет способствовать решению актуальной научной проблемы повышения эффективности использования энергоресурсов в системе городского транспорта.

Список использованных источников

1. Рылов, Ю.А. Специфика электрической тяги городского транспорта / Ю.А. Рылов, А.Э. Аухадеев, В.В. Гришина, А.Р. Салихова, Р.А. Рашитова // Вестник современных исследований. – 2017. – № 11-1 (14). – С. 250-253.
2. Киснеева, Л.Н. Синергетические свойства сложной технической системы городского электрического транспорта / Л.Н. Киснеева, А.Э. Аухадеев, А.Р. Салихова, Р.А. Рашитова // Современные научные исследования и разработки. – 2017. – № 8 (16). – С. 253-257.
3. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. – М.: Медгиз, 1947. – 234 с.
4. Платонов, А.К. О построении движений в баллистике и мехатронике / А.К. Платонов // Прикладная механика и управление движением. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2010. – С. 127–222.
5. Сопов, В.И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе / В.И. Сопов, Н.И. Щуров. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 728 с.

DEVELOPMENT OF A URBAN TRANSPORT ELECTRIC TRACTION CONSTRUCTION SCIENTIFIC CONCEPT

**A.E. Auhadeev, D.I. Tukhbatullina, P.V. Egorova,
R.A. Rashitova, U.V. Staroverova**

*FSBEI HE «Kazan State Power Engineering University»,
Kazan, Russia*

The article articulates the scientific concept of the formation of the process of electric traction of urban transport, based on the methodological principles of the theory of building movement and the synergistic paradigm.

Keywords: urban public transport, electric traction, the theory of building movement, synergistic methodology.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

А.В. Белецкий, Т.В. Шурухина

*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
Сочинский институт,
г. Сочи, Россия*

В статье на примере построенной сети грузовых перевозок решена задача коммивояжёра по вывозу твёрдых бытовых отходов на участке улично-дорожной сети г. Краснодара. Внедрение полученных результатов позволит снизить пробег подвижного состава на маршрутах вывоза твёрдых бытовых отходов на 4%, достичь снижения себестоимости транспортной работы предприятия на 8 млн. руб. в год.

Ключевые слова: эффективность грузовых перевозок, математическое моделирование, задача коммивояжёра, несимметричная матрица расстояний.

Население Краснодара стремительно растёт – с 2014 по 2017 гг. население выросло с 805,7 до 881,5 тыс. чел., или на 9,4%. В связи с ростом городского населения все большее значение приобретает проблема вывоза твердых бытовых отходов (ТБО). В г. Краснодаре сбор, транспортировку и размещение ТБО и крупногабаритного мусора осуществляет АО «Мусороуборочная компания». Автопарк компании насчитывает более 350 единиц спецтехники. Весь подвижной состав приспособлен для работы с евроконтейнерами.

Решение задачи минимизации пробега для маршрутов сбора твёрдых бытовых отходов является, с одной стороны, важнейшим ресурсом уменьшения транспортной напряжённости, так как в настоящее время сбор ТБО производят более 250 автомобилей ежедневно, забирая мусор с более чем 15000 пунктов сбора, а с другой – средством повышения экономической эффективности предприятия в целом. Уменьшение пробега автомобилей в процессе сбора ТБО позволит снизить транспортную и экологическую нагрузку в городе, повысить эффективность работы автотранспортного предприятия. Математическая задача поиска оптимального маршрута подробно приведена в [2], [4].

Для оптимизации процесса перевозок ТБО выбран участок западного жилого массива г. Краснодар, расположенный в пределах улиц Красных Партизан и Северной, улиц 2-я линия и Тургенева. Рассматриваемый участок состоит из 65 кварталов и содержит 55 пунктов сбора ТБО. Общее ко-

В данном случае разделение возможно по улицам, параллельным улицам Тургенева и улице 2-я Линия с целью минимизации пробега (участки близки к квадратной форме, разделены на равные части с количеством контейнеров, близких к 40). Пункты сбора имеют сплошную нумерацию и отмечены кругом, внутри которого указано количество контейнеров на пункте. Для дальнейшего исследования был выбран маршрут №1 на участке западного жилого массива, ограниченный улицами 2-я Линия и Каляева, ул. Красных Партизан и ул. Северная. Протяжённость улично-дорожной сети составила 8,7 км. На маршруте находятся пункты сбора твёрдых бытовых отходов № 6, 7, 8, 16, 17, 18, 19, 28, 29, 36, 37, 38, 39, 48, 49.

9

возможная размерность, необходимая для загрузки одного мусоровоза (таблица 1).

Первоначально для решения задачи предполагалось использовать Microsoft Excel, в частности, надстройку «Поиск решения» [3]. Однако при попытке получить решение Microsoft Excel возвращает сообщение «Слишком много переменных». Был проведён вычислительный эксперимент, в процессе которого происходило постепенное сокращение размерности матрицы расстояний и дополнительных переменных. В результате установлено, что максимально возможный размер матрицы расстояний в задаче составляет только 10x10, что недостаточно для оптимизации одного маршрута.

Для дальнейшего решения задачи по построенной матрице расстояний применено свободно распространяемое ПО на условиях лицензии GNU - TSP Solver and Generator (TSPSG) [5], реализующее метод ветвей и границ.

Таблица 1 – Матрица расстояний между пунктами ТБО, км

№ пункта	6	7	8	16	17	18	19	28	29	36	37	38	39	48	49
6		0,165	0,354	0,678	0,337	0,458	0,632	0,713	0,71	1,208	1,319	0,773	0,935	1,059	0,794
7	0,491		0,189	0,792	0,619	0,741	0,382	0,563	0,544	1,302	1,42	0,909	0,723	1,183	0,899
8	0,661	0,38		1,07	0,894	1,024	0,691	0,681	0,517	1,43	1,535	1,375	1,193	1,311	1,022
16	0,784	0,545	0,642		0,162	0,293	0,458	0,616	0,627	0,988	1,144	0,643	0,806	0,916	0,668
17	1,11	0,897	0,451	0,672		0,12	0,293	0,451	0,458	1,164	1,322	1,162	0,621	1,086	0,795
18	0,985	0,775	0,358	0,582	0,397		0,165	0,326	0,339	1,034	1,192	0,846	0,501	0,951	0,684
19	1,319	1,099	0,673	0,886	0,728	0,847		0,495	0,33	1,195	1,357	1,192	0,5	1,122	0,849
28	0,836	0,61	0,698	0,362	0,225	0,35	0,511		0,682	0,721	0,88	0,352	0,519	0,618	0,34
29	0,996	0,766	0,507	0,565	0,387	0,515	0,337	0,164	00	0,861	1,023	0,526	0,351	0,793	0,524
36	0,822	0,9	0,983	0,37	0,542	0,671	0,838	0,66	0,671		0,148	0,328	0,482	0,593	0,328
37	1,336	0,786	0,86	0,919	0,402	0,525	0,684	0,514	0,528	0,568		0,177	0,337	0,476	0,191
38	1,506	0,959	0,684	0,742	0,567	0,687	0,517	0,346	0,343	0,704	0,86		0,159	0,634	0,344
39	1,678	1,468	1,221	1,246	1,064	1,187	1,018	0,835	0,85	0,896	1,01	0,847		0,771	0,679
48	0,907	1,06	1,253	0,461	0,636	0,753	0,915	0,734	0,741	0,076	0,231	0,408	0,571		0,413
49	1,154	1,325	1,525	0,734	0,883	1,01	1,183	1,03	1,041	0,35	0,516	0,686	0,86	0,277	

Результат расчетов в ПО TSP Solver and Generator (оптимальный маршрут объезда пунктов сбора ТБО) выглядит следующим образом:

6 -> 16 -> 17 -> 18 -> 19 -> 29 -> 28 -> 38 -> 39 -> 49 -> 48 -> 36 -> 37 -> 7 -> 8

Минимальный пробег мусоровозов составил 4,95 км при протяжённости уличной сети 8,6 км. Соответственно аналогичным образом могут быть получены решения для маршрутов №2...4.

Для определения экономической эффективности совершенствования перевозок необходимо рассчитать изменение себестоимости перевозок до решения после решения задачи оптимизации.

Поскольку количество обслуживаемых мусорных контейнеров не изменилось, время в наряде существенно не изменится. Изменяются эксплуатационные затраты на пробег мусоровозов. Постоянные расходы при этом также не изменятся. При уменьшении дневного пробега на 3,75 км годовой пробег уменьшится на 1163,5 км. В таблице 2 приведены показатели изменения потребностей в основных материальных ресурсах на работу мусоровоза КО-456-20 на шасси КамАЗ-43253-3010(R4), рассчитанные по [1].

Таблица 2 – Потребности в основных материальных ресурсах

Показатели	Ед.	Мусоровоз КО-456-20	
		До оптимизации	После оптимизации
Общий пробег автомобиля	тыс. км	38,781	37,617
Время в наряде	час	6,5	6,5
Среднесуточный пробег на 1 машину	км	125	121,25
Общая наработка	час	2172	2172
Общие затраты по топливу	руб.	627885,8	616588,25
Затраты на моторное масло	руб.	5 972,31	5793,14
Затраты на трансмиссионное масло	руб.	2815,52	2731,05
Затраты на консистентные смазки	руб.	16306,1	15816,93
Затраты на обтирочные материалы	руб.	593,35	575,5
Отчисления на восстановление и ремонт шин	руб.	42721,43	41439,8
Сумма затрат:			
на запчасти	руб.	56310,38	54621,06
на материалы	руб.	22454,34	21780,71
Всего	руб.	78764,72	76401,78
Всего затрат на материальные ресурсы, тыс. руб.		775,06	759,347

Затраты на материальные ресурсы снизились на 15,7 тыс. рублей в год. При решении транспортной задачи на всех маршрутах предприятия (250 машин) прогноз снижения себестоимости работы от уменьшения пробега составит около 8 млн. рублей в год. Таким образом, применение ПО для оптимизации маршрутной сети грузовых автомобилей позволяет существенно снизить годовые затраты в процессе вывоза твёрдых бытовых отходов.

Список использованных источников

1. Бачурин, А.А. Планирование и прогнозирование деятельности авто-транспортных организаций / А.А. Бачурин. – М.: Академия, 2011. – 272 с.
2. Бережная, Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы, 2006. – 432 с.
3. Сингаевская, Г.И. Функции в Microsoft Excel 2010. – М.:Диалектика, Вильямс, 2011 – 1094 с.

4. Попов, А.М. Экономико-математические методы и модели. Учебник / А.М. Попов, В.Н. Сотников. – М.: Юрайт, 2014. – 480 с.

5. TSPSG TSP Solver and Generator [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://tspsg.info/> (дата обращения 10.11.2018).

IMPROVING THE ROAD GOODS TRANSPORT ENTERPRISES EFFICIENCY BY THE ROUTE NETWORK OPTIMIZATION

A. V. Beletsky, T. V. Shurukhina

*FSAEI HE PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA,
Sochi Institute,
Sochi, Russia*

The article on the example of the freight traffic constructed network solved the problem of the traveling salesman for the removal of solid waste on the site of the road network of Krasnodar. The introduction of the received results will allow to reduce the mileage of rolling stock on routes of export of solid household waste by 4%, to achieve cost reduction of the transport work of the company is 8 million rubles per year.

Keywords: freight transportation efficiency, mathematical modeling, traveling salesman problem, asymmetric distance matrix.

УДК 330.45

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В Г. КРАСНОДАРЕ С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

А.В. Белецкий, И.А. Батенева

*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
Сочинский институт,
г. Сочи, Россия*

В статье на примере построенной сети пригородных перевозок решена транспортная задача с применением разработанного программного обеспечения. Внедрение полученных результатов позволит снизить пробег подвижного состава на пригородных перевозках на 8%, достичь годового экономического эффекта 14,1 млн. руб.

Ключевые слова: эффективность пассажирских перевозок, математическое моделирование, линейное программирование, пригородная маршрутная сеть.

В настоящее время около 80% жителей пригородных поселков г. Краснодара работает в краевом центре, при этом примерно половина работающего населения, учащихся и студентов добирается до него общественным транспортом. В условиях сильной загруженности транспортных магистралей оптимизация подвижного состава пригородных маршрутов позволит снизить интенсивность движения транспорта, повысить эффективность пассажирских перевозок.

Оптимизация маршрутной сети – сложная математическая задача, сводящаяся, как правило, к задаче линейного программирования [4]. Для решения задачи линейного программирования часто применяют надстройку «Поиск решения» в Microsoft Excel. Также возможна разработка программного обеспечения по известным алгоритмам.

Исходными данными для проведения расчётов являются:

- расстояние между населёнными пунктами и автостанциями;
- максимальная пропускная способность каждой автостанции (пассажиров/час);
- план перевозки пассажиров из каждого населённого пункта.

Задача оптимизации транспортных процессов состоит в следующем: определить оптимальное количество пассажиров, прибывающих на каждую автостанцию и составить маршруты движения подвижного состава из населённых пунктов таким образом, чтобы пробег автобусов был минимальным. Минимизация пробега автобусов при сохранении плана перевозок позволит минимизировать затраты на пассажирские перевозки.

Задача транспортного обслуживания формулируется следующим образом: ежедневно в час-пик рабочих дней необходимо вывезти заданное количество пассажиров. Наиболее популярными конечными остановками городских и пригородных маршрутов в г. Краснодаре, принимающими пассажиров, являются 7 основных пунктов (таблица 1).

Таблица 1 – Конечные пункты городских и пригородных автобусов г. Краснодара

Название остановочного конечного пункта	Номер маршрута
ЦКР (центральный колхозный рынок)	29,36, 46, 96,105а, 110а, 111а, 122а, 131а, 133а, 134а, 182а, 186б, 173, 420
Бальнеолечебница	2, 13, 14, 40, 55, 130а, 138а, 140а, 155а, 160а, 163а, 166а, 174а, 414
ТЭЦ	60, 102а, 129а, 141а, 151а, 161а, 171а, 176а, 179а, 181а, 189а, 401
Ул. Гаврилова	12, 115а, 123а, 146а, 154а, 170а
ТЦ «Красная площадь»	1, 15, 17, 31, 56, 62, 75, 415
Парк «Городской сад»	124а, 126а, 127а
Автостанция Краснодар-2	Все маршруты с номерами 100-128

Участок сети пригородного сообщения показан на рисунке 1. Для каждого населённого пункта известна величина постоянного пассажиропотока. Пассажиропотоки из данных населенных пунктов находятся в транспортной корреспонденции со следующими пунктами: «ЦКР»- центральный колхозный рынок, «Бальнеолечебница», «ТЭЦ», «ул. Гаврилова».

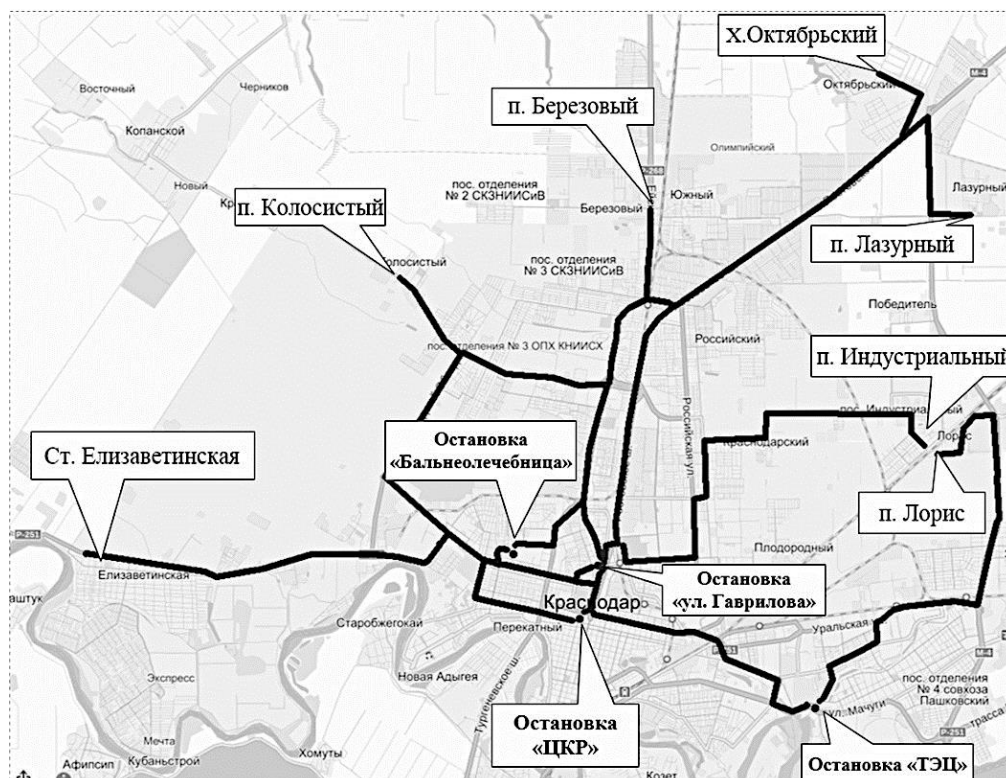


Рисунок 1 – Участок маршрутной сети пригородного сообщения в г. Краснодаре

Количество отправок из населенного пункта - трудовых корреспонденций определялись согласно «Руководству по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» по формуле:

$$A_i = \frac{M \cdot a \cdot k_T(a) \cdot Z_i}{\sum Z_i} \quad (1)$$

где A_i – число отправок из района i трудовых корреспонденций;

M – численность населенного пункта, тысяч жителей;

a – уровень автомобилизации, число автомобилей на тысячу человек;

Z_i – численность занятого населения в районе i , тыс. чел.;

$k_T(a)$ – коэффициент пропорциональности для трудовых корреспонденций, определяемый по графику зависимости коэффициента пропорциональности $k_T(a)$ от уровня автомобилизации.

Пропускная способность остановочных пунктов рассчитана согласно приказу Министерства транспорта РФ от 16 декабря 2015 г. № 366 «Об

утверждении Порядка определения пропускной способности остановочного пункта и времени перерывов технологического характера в осуществлении отправления транспортных средств из остановочного пункта».

Т.к. число пассажиров, отправляющихся в Краснодар, равно числу прибывших, задача является закрытой ($\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$) [4]. Суть задачи: выполнить план перевозок при ограничениях a_i , b_i при минимуме пробега с пассажирами.

Поставленная задача линейного программирования решалась двумя путями: с помощью табличного процессора Microsoft Excel 2010 с надстройкой «Поиск решения» и с помощью программного обеспечения, разработанного самостоятельно в RAD-среде Lazarus.

В процессе поиска решения рассматривались транспортные сети размерностью от 5x4 до 22x7. Из-за вычислительных ограничений Excel, описанных, например, в [2] и [5], было разработано собственное программное обеспечение в среде Lazarus, минимальное значение грузооборота определялось методом потенциалов.

За счет решения транспортной задачи и предполагаемого переноса конечных станций четырёх маршрутов пробег автобусов на рассмотренном участке сети пригородных маршрутов уменьшился с 3,57 млн. км до 3,29 млн. км - на 283,7 тыс. км, или 8% в год.

В таблице 2 представлено сравнение показателей перевозок существующего и оптимального варианта участка пригородной маршрутной сети.

Таблица 2 – Сравнение прогнозируемых показателей перевозок существующего и оптимального варианта маршрутной сети

Показатели перевозок	Существующий вариант	Оптимальный вариант
Расчетное число автобусов, шт.	57	52
Общая наработка, час	152 590	140 799
Общий пробег, млн. км	3,574	3, 288
Всего эксплуатационных затрат, тыс. руб.	52 968,336	48 898,438
Эксплуатационных затрат на 1 автобус, тыс. руб.	929,269	940,355
Нормативная численность работников, чел.	140	131
Прогноз расходов по оплате труда на АТП, тыс. руб.	66 960,608	62 576,457
Общие затраты $S_{\text{общ}}$, млн. руб.	179, 04	166,064
Себестоимость 1 часа по АТП, руб.	1173,34	1179,44
Себестоимость 1 километра пробега $S_{\text{км}}$, руб.	50,1	50,5
Себестоимость 1 пассажиро-километра $S_{\text{пкм}}$	1,22	1,23

При плановой себестоимости 1,57 руб./п.км доходы от перевозок составят: $D=3,288\,442 \cdot (1,57-1,23)=1,118$ млн. руб.

Годовой экономический эффект от пассажирских перевозок при внедрении результатов решения транспортной задачи составит 14,1 млн. рублей.

Таким образом, решение задач линейного программирования в процессе планирования пригородного сообщения является эффективным инструментом снижения себестоимости перевозочного процесса.

Список использованных источников

1. Бачурин, А.А. Планирование и прогнозирование деятельности авто-транспортных организаций / Бачурин. – М.: Академия, 2011. – 272 с.
2. Барышев, А.В., Федотова Е.Л. К вопросу использования надстройки Excel «поиск решения» в задачах линейного программирования / А.В., Барышев, Е.Л. Федотова // Интернет-журнал «Науковедение», т.7, – №3 (2015). – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/54TVN315.pdf> (дата обращения 14.10.2018).
3. Гармаш, А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, В.В. Федосеев. – М.:Юрайт, 2014. – 328 с.
4. Попов, А.М. Экономико-математические методы и модели. Учебник./А.М. Попов, В. Н. Сотников. – М.: Юрайт, 2014. – 480 с.
5. Фурина, К.О. О решении задач большой размерности в пакете Mathcad на примере транспортной задачи / К.О. Фурина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1 (ч.1).

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PASSENGER TRANSPORTATION IN KRASNODAR CITY BY ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELS

A.V. Beletsky, I.A. Bateneva

*FSAEI HE PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA,
Sochi Institute,
Sochi, Russia*

In the article on the example of suburban transportation's constructed network of the transport problem with the use of the developed software is solved. The implementation of the results will reduce the mileage of rolling stock in suburban transportation by 8%, achieve an annual economic effect of 14.1 million rubles.

Keywords: efficiency of passenger transportation, mathematical modeling, linear programming, suburban route network.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА МНОГОПОЛОСНЫХ УЧАСТКАХ УЛИЦ И ДОРОГ

В.А. Белецкий, Л.С. Заровная

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Россия*

В статье предложен комплекс мероприятий по повышению безопасности движения на пешеходных переходах на многополосных участках улиц и дорог, включающий сужение проезжей части, огороженное барьерным ограждением, с выделением островка безопасности, установку датчиков присутствия пешеходов на переходах и дополнительных светофоров с сигнализацией наличия пешеходов на пешеходных переходах.

Ключевые слова: безопасность пешеходов, островок безопасности, датчик присутствия, дополнительный светофор.

По статистике ГИБДД в 2017 г. России произошло 169 тысяч дорожно-транспортных происшествий [1], что эквивалентно годовому экономическому ущербу около 300 миллиардов рублей в год при оценке среднего ущерба от одного ДТП в 1,77 млн. рублей. Четверть всех аварий происходит на пешеходных переходах, что наносит ущерб бюджету страны в размере около 75 миллиардов рублей в год. Ежегодно на пешеходных переходах погибает более 1 тыс. пешеходов [1]. Вследствие этого актуальной проблемой является разработка мероприятий по внедрению технических средств организации дорожного движения, позволяющих снизить аварийность на пешеходных переходах.

Технические средства организации дорожного движения для снижения аварийности на пешеходных переходах постоянно совершенствуются, в частности, применяется цветная разметка на пешеходном переходе с заполнением красным или жёлтым цветом с целью привлечения внимания водителей, шумовые полосы перед пешеходным переходом, нанесённые из термопластика поперек проезжей части с переменным шагом, участки из противоскользящей мастики красного цвета с целью сокращения тормозного пути перед пешеходным переходом, знаки 5.19.1, 5.19.2 на щитах жёлтого или жёлто-зелёного цвета с применением флуоресцентной плёнки. Следствием совершенствования технических средств организации дорожного движения на пешеходных переходах явилось сокращение числа дорожно-транспортных происшествий, однако приведённые выше мероприятия слабо отразились на количестве дорожно-транспортных происшествий на пешеходных переходах на участках улиц и дорог с несколькими полосами для движения.

В таблице 1 представлены данные, отражающие динамику смертности пешеходов на пешеходных переходах в 2015...2018 гг.

Таблица 1 – Динамика смертности пешеходов на пешеходных переходах по вине водителей в 2015...2017 и за 10 мес. 2016 гг.

Год \ № полосы	1	2	3	4	всего
2015	682	392	119	23	1226
2016	564	337	97	16	1019
2017	580	389	80	22	1071
2018 (10 мес.)	415	221	71	14	721

Как показал анализ многочисленных видеоматериалов в сети Интернет, в том числе официальных источников ГИБДД, дорожно-транспортные происшествия на многополосных дорогах, в основном, происходят по следующей схеме:

- водитель в одном из рядов притормаживает для пропуска пешеходов, которые начинают переходить дорогу;
- водитель, движущийся в одном из других рядов того же направления не видит переходящих дорогу пешеходов, не может правильно оценить опасность и не принимает достаточных мер для полной остановки автомобиля;
- пешеходы не видят приближающегося по другой полосе автомобиля, или видят его слишком поздно.

На рисунке 1 показана зависимость вероятности смерти пешехода от скорости автомобиля при дорожно-транспортном происшествии [3], показывающая, что при скорости столкновения с пешеходом свыше 50 км/ч шанс выжить составляет всего 16%, а при скорости свыше 60 км/ч практически отсутствует.



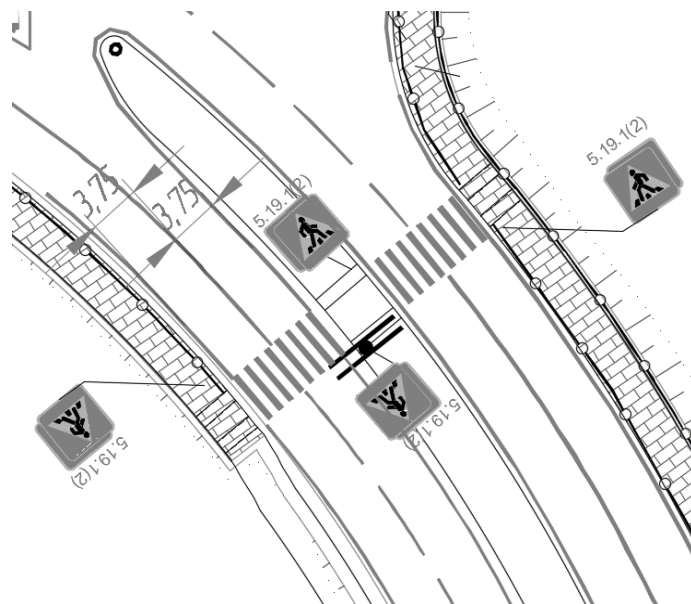
Рисунок 1 – Зависимость вероятности смерти пешехода от скорости движения автомобиля при дорожно-транспортном происшествии

При снижении скорости с 50 км/ч до 35 км/ч шансы пешехода на выживание увеличиваются более, чем в 4 раза. Следовательно, необходима разработка мер, позволяющих с одной стороны, снизить скорость движения автомобиля, а с другой стороны, информировать водителей о присутствии пешеходов на пешеходном переходе. В [5], [6] содержатся технические решения, касающиеся сужения проезжей части, что позволяет частично решить проблему аварийности на пешеходных переходах, однако при этом недостаточно используются возможности современных технических средств организации дорожного движения, позволяющие привлечь внимание водителей к пешеходному переходу. Сужение проезжей части приводит к уменьшению скорости движения автомобилей, что показано в [3].

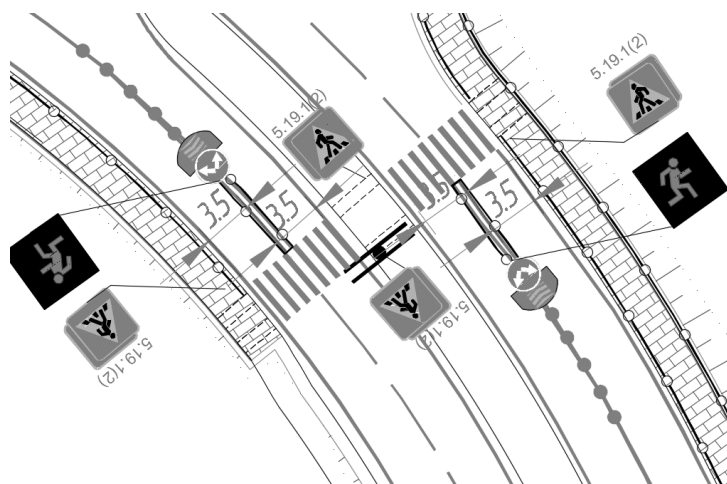
Рефлективное снижение скорости при сужении дороги описано в учебном пособии [4] и широко используется при проектировании технических средств успокоения движения за рубежом. Однако данные решения, как показывает приведённый анализ, не защищают пешеходов, находящихся на середине проезжей части между полосами движения.

Согласно СП42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП34.13330.2012 «Автомобильные дороги» ширина полосы движения составляет от 3,75 до 3,0 м. Существует объективная возможность сужения полос движения на пешеходных переходах через многополосные участки улично-дорожной сети.

На рисунке 2 представлена существующая и предлагаемая схемы организации дорожного движения в с. Эсто-Садок Адлерского района г. Сочи на примыкании ул. Берёзовая к ул. Эстонской.



а)



б)

Рисунок 2 – Схема существующей (а) и предлагаемой (б) организации дорожного движения на пешеходном переходе

Особенностями предлагаемой схемы организации движения является:

- сужение смежных полос движения с помощью выполнения отгона длиной 25 м, обозначенного делиниаторами;
- устройство островка между полосами движения с помощью бортового камня высотой 15 см;
- огораживание островка барьерным ограждением 11ДО (кроме места перехода);
- установка водоналивного буфера со знаком 4.2.3;
- установка перед пешеходным переходом светофора с анимацией движения пешехода, включающегося от датчика присутствия пешехода на островке.

На основании графика зависимости скорости движения автомобилей от ширины проезжей части, приведённого в Методических рекомендациях по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения, можно предположить, что сужение полосы движения до 3,5 м позволит снизить скорость движения на 15-20 км/ч, что позволит существенно снизить тяжесть последствий при наезде на пешехода. Дополнительное привлечение внимания водителя позволит снизить время реакции на 0,6 с [4], что скажется на уменьшении тормозного пути перед препятствием. Предложение мероприятия позволят повысить радиус обнаружения пешехода, создать меры для снижения скорости движения автомобиля.

Особенностью предлагаемой схемы организации движения является применение системы оповещения водителя о пешеходе, переходящем дорогу. Система конструктивно состоит из солнечных панелей, МРРТ-контроллера, датчика движения, аккумуляторной батареи, светофора на

сверхярких светодиодах оранжевого свечения с анимацией и является автономной. Днем питание производится от солнечной батареи, осуществляется зарядка аккумулятора с помощью МРРТ-контроллера, в тёмное время суток питание производится от аккумулятора. Когда на островке безопасности присутствует пешеход, система автоматически оповестит водителя следующим образом. Инфракрасный датчик движения, питающийся от контроллера Atmega 328, вырабатывает сигнал обнаружения, вследствие чего включается анимированная фигура пешехода, переходящего проезжую часть на пешеходном светофоре индивидуальной конструкции. Задержка выключения осуществляется программно и составляет 15 с, что достаточно для перехода одной полосы движения. Принципиальная электрическая схема системы приведена на рисунке 2.4. В системе применен МРРТ-контроллер EPSolar LS0512EU, инфракрасный датчик движения 1A50359 (2 шт.), высоконадёжная солнечная панель с напряжением 48 В Panasonic, аккумуляторная батарея Delta HRL.

Происшествие удастся предотвратить в том случае, когда остановочный путь автомобиля S_o , меньше расстояния видимости пешехода S_e [2]:

$$S_o = (t_p + t_{np} + 0,5t_y) \cdot v_a / 3,6 + v_a^2 / (26j),$$

где t_p – время реакции водителя, с;

t_{np} – время срабатывания тормозного привода, с;

t_y – время нарастания замедления, с;

v_a – скорость автомобиля, км/ч;

j – замедление автомобиля, м/с².

Значения переменных принимаем по [2].

Остановочный путь автомобиля S_o для разных скоростей:

Для 100 км/ч $S_o = (0,6 + 0,15 + 0,5 \cdot 0,25) \cdot 100 - 20 / 3,6 \cdot (100 - 20)^2 / (26 \cdot 7,5) = 52,7$ м;

Для 80 км/ч $S_o = (0,6 + 0,15 + 0,5 \cdot 0,25) \cdot 80 - 20 / 3,6 \cdot (80 - 20)^2 / (26 \cdot 7,5) = 33$ м;

Для 60 км/ч $S_o = (0,6 + 0,15 + 0,5 \cdot 0,25) \cdot 60 - 20 / 3,6 \cdot (60 - 20)^2 / (26 \cdot 7,5) = 18$ м.

Учитывая то, что светофор будет замечен на расстоянии более 60 метров, тормозного пути для остановки должно хватить для предотвращения наезда на пешехода. Таким образом, внедрение предложенных мероприятий позволит снизить начальную скорость автомобиля на 20 км/ч, повысить скорость реакции водителя и снизить общее время торможения.

Для определения себестоимости внедрения разработанной системы применялся метод калькулирования по статьям затрат. Себестоимость внедрения одного устройства составила 190,26 тыс. руб. При предполагаемом сокращении количества дорожно-транспортных происшествий на

многополосных дорогах в 2 раза экономический эффект от внедрения составит 25,9 млрд. руб. с учётом внедрения на всех нерегулируемых пешеходных переходах с многополосным движением автомобилей.

Список использованных источников

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения. Статистика. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Госавтоинспекции. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 12.11.2018).
2. Коршаков, И.К. Автомобиль и пешеход: анализ механизма наезда / И.К. Коршаков. – М.: Транспорт, 1988. – 142 с.
3. ОДМ 218.2.020-2012 Рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Информавтодор, 2012. – 144 с.
4. Романов, А.Н. Автотранспортная психология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.Н. Романов. – М.: Академия, 2002. – 224 с.
5. Сводный стандарт благоустройства улиц Москвы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/mystreetitogi2016/page260125.html> (дата обращения 14.11.2018).
6. Чикалина, С.Л. К вопросу о безопасности пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах / С.Л. Чикалина // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – №11(58). – С. 156-158.

INCREASE PEDESTRIAN SAFETY ON MULTILANE CARRIAGEWAYS

V.A. Beletsky, L.S. Zarovnaya

*FSBEI HE «Kuban State Technological University»,
Krasnodar, Russia*

The article proposes a set of measures to improve traffic safety at pedestrian crossings on multilane sections of streets and roads, including narrowing of the roadway, enclosed by a barrier fence, highlighting a safety island, installing pedestrian presence sensors at the crossings and additional traffic lights with pedestrian signaling at pedestrian crossings.

Keywords: pedestrian safety, traffic island, presence detector, additional pedestrian crossing lights.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА Г. СОЧИ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В.А. Белецкий

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Россия*

В статье предложены мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на участке улично-дорожной сети г. Сочи. Предложено развитие горизонтальных транспортных связей за счет строительства участка улично-дорожной сети от пер. Васильковый до ул. Черновицкая, позволяющего снизить интенсивность движения по ул. Мира, и как следствие, аварийность перекрестка ул. Мира – ул. Урожайная.

Ключевые слова: организация движения, интенсивность движения, развитие транспортных связей, экономическая эффективность.

Объектом исследования является безопасность движения транспорта на примыкании автомобильной дороги регионального значения «с. Весёлое – Н. Шиловка» (ул. Мира) к федеральной автодороге А-147 «Джубга – Сочи – граница с респ. Абхазия» (ул. Урожайная) в Адлерском районе г. Сочи.

Дорожная ситуация на улице Мира в с. Весёлом Адлерского района г. Сочи характеризуется высокой аварийностью, обусловленной большой интенсивностью движения частного транспорта при неудовлетворительных дорожных условиях: малые радиусы кривых в плане, необеспеченная видимость на поворотах и примыканиях, большое количество примыканий и въездов во дворы, открытые водоотводные канавы вдоль дороги. Существующие объекты притяжения в с. Весёлое, с. Н. Шиловка связаны с Адлерским районом единственной вертикальной транспортной связью – автомобильной дорогой с. Весёлое – Н. Шиловка (ул. Мира). Вследствие этого в утренние и вечерние часы в районе примыкания ул. Мира к ул. Урожайной в с. Весёлое образуется транспортный затор длиной до трёх километров. Ширина проезжей части по ул. Мира составляет 7 м., в некоторых местах 6 м. Состояние дорожного покрытия ул. Мира – удовлетворительное, капитальный ремонт произведён осенью 2013 г. Примыкание ул. Мира к ул. Урожайной выполнено в виде Т-образного перекрестка под углом 90°, частично канализованного для выполнения левых поворотов с ул. Мира и с ул. Урожайной. Перекресток содержит 9 конфликтных точек – 6 точек отклонения и слияния и три точки пересечения.

Несмотря на высокую интенсивность движения на перекрёстке, изменить конфигурацию перекрёстка невозможно из-за того, что со всех сторон перекресток окружён частными домовладениями. Таким образом, разгрузить перекрёсток можно только за счёт снижения интенсивности движения транспорта.

Исследование интенсивности движения и состава транспортного потока проводилось в течение четырёх рабочих дней (8 замеров по 60 минут) по прямому и обратному направлениям движения транспортных средств на участке Н. Шиловка, с. Весёлое – ул. Урожайная в районе перекрёстка ул. Мира с ул. Ереванской. Интенсивность движения в приведенных единицах для каждого наблюдения определялась по формуле [3]: $N_{\text{прив}} = \sum N_i k_i$,

где N_i – интенсивность движения автомобилей i -го вида в физических единицах; k_i – коэффициент приведения к условному легковому автомобилю транспортного средства i -го вида. Далее вычислялось среднее значение интенсивности в приведенных единицах по формуле [3]:

$$N_{\text{прив. ср.}} = \sum N_{\text{прив}} / n_{\text{замеров}}, \text{ где } n - \text{количество замеров.}$$

Наибольшая интенсивность движения по дням недели отмечалась во вторник в вечерний час-пик (таблица 1). Опасность каждой конфликтной точки определяется по формуле [1]:

$$q_i = K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7} / K_r, \quad (1)$$

где K_i – относительная аварийность (опасность) конфликтной точки, ДТП на 10 млн. автомобилей; M_i , N_i – интенсивности пересекающихся в конфликтной точке потоков, авт./сут; K_r – коэффициент годовой неравномерности движения, $K_r=0,075$; $25 / K_r=333$.

Таблица 1 – Расчет пиковой интенсивности движения с 18.00 до 19.00

Типы транспортных средств	Коэф-т привед.	Приведенное кол-во (Веселое-Н.Шиловка)	Приведенное кол-во (Н.Шиловка- Веселое)	Приведенное кол-во, ед/ч.
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0	552	378	930
Грузовые автомобили грузоподъемностью, до 2 т:	1,3	16	8	24
свыше 2 до 6	1,4	0	0	0
от 6 до 8	1,6	1	2	3
от 8 до 14	1,8	10	10	20
свыше 14	2,0	0	0	0
Автобусы малой вместимости	1,4	34	50	84
Автобусы средней вместимости	2,5	0	0	0
Автобусы большой вместимости	3,0	0	0	0
ИТОГО:		612	448	1061

Общая опасность узла определяется по формуле[1]:

$$G = \sum_{i=1}^n q_i , \quad (2)$$

где n – число конфликтных точек узла дорог.

Для оценки общей опасности данного узла УДС необходимо рассчитать опасность каждой конфликтной точки. Исходные данные и результаты расчёта приведены в таблице 2. В столбце «Конфликтные точки» приняты обозначения: Р – точки пересечения потоков, О – точки отклонения потоков, С – точки слияния потоков. Общая опасность узла определится как сумма опасности каждой конфликтной точки: $G = 58,13$ ДТП/год. Уровень обеспечения безопасности движения на пересечениях оценивают показателем аварийности [1]:

$$K_a = \frac{G \cdot K_r \cdot 10^7}{25 \cdot (M_{\Sigma} + N_{\Sigma})} , \quad (3)$$

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта опасности конфликтных точек

Конфликтные точки	K_i	M_i , авт./сут.	N_i , авт./сут.	q_i
P_1	0,0018	6711	4026	1,619
P_2	0,006	6711	3158	4,234
P_3	0,012	4026	3158	5,081
O_1	0,001	12158	3158	1,279
O_2	0,02	7316	4026	19,616
O_3	0,006	10868	4158	9,029
C_1	0,0017	9000	4026	2,051
C_2	0,0012	4158	3158	0,525
C_3	0,02	6711	3289	14,700

где N_{Σ} , M_{Σ} – интенсивности движения на пересекающихся дорогах, авт./сут.

По показателю аварийности K_a можно судить об опасности примыкания.

Показатель аварийности узла:

$$K_a = \frac{58,13 \cdot 10^7}{333 \cdot (22158 + 14631)} = 47,45$$

Полученное значение показателя аварийности Т-образного перекрестка ул. Мира с ул. Урожайной свидетельствует о высокой опасности пересечения. Для снижения опасности движения радикальным решением

является строительство канализированного узла или замена Т-образного перекрестка кольцевым пересечением. Такие решения требуют очень больших затрат, включая изъятие частных домовладений и коммерческих площадей. Рассмотрим возможное снижение показателя аварийности за счёт мероприятий по уменьшению интенсивности движения автомобилей по ул. Мира.

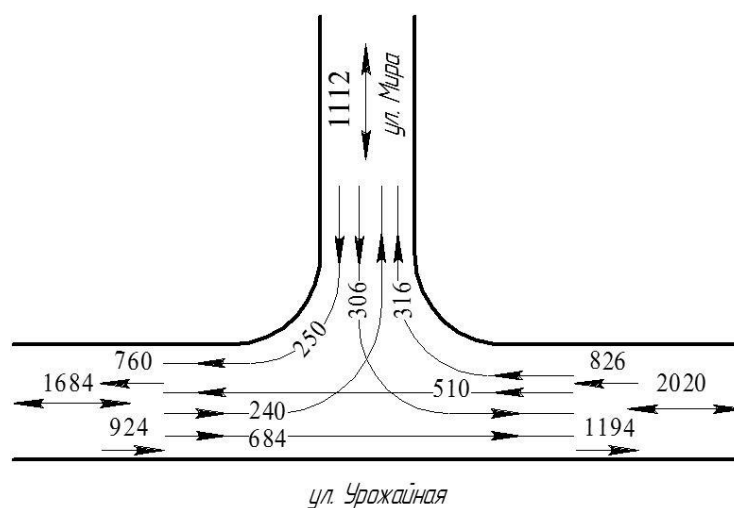
Перспективы развития транспортных связей с. Весёлое определены в генеральном плане городского округа «Город Сочи», разработанном в соответствии с целями и задачами развития Сочи как горно-климатического курорта. На сайте городской администрации г. Сочи присутствует план генерального развития г. Сочи до 2032 г., предусматривающий строительство дополнительного выезда с ул. Мира через ул. Гусаровскую. В результате проведённого исследования установлено, что реализация трассы в соответствии с генеральным планом затруднена: постоянный уклон по восточному склону горы составляет 18,5 %, что больше максимально допустимой величины 12 %. Такой вариант требует изъятия восьми земельных участков под домовладениями.

В результате анализа транспортных связей с. Весёлое было установлено, что имеется возможность соединить автомобильной дорогой пер. Васильковый и ул. Черновицкую по северному склону, отправив транзитный транспорт, доля которого составляет не менее 50%, на ФАД Адлер – Красная Поляна. В этом случае уклон не превысит нормативную величину, длина дороги сокращается почти вдвое: с 995 м до 547 м и не требуется изъятия земельных участков.

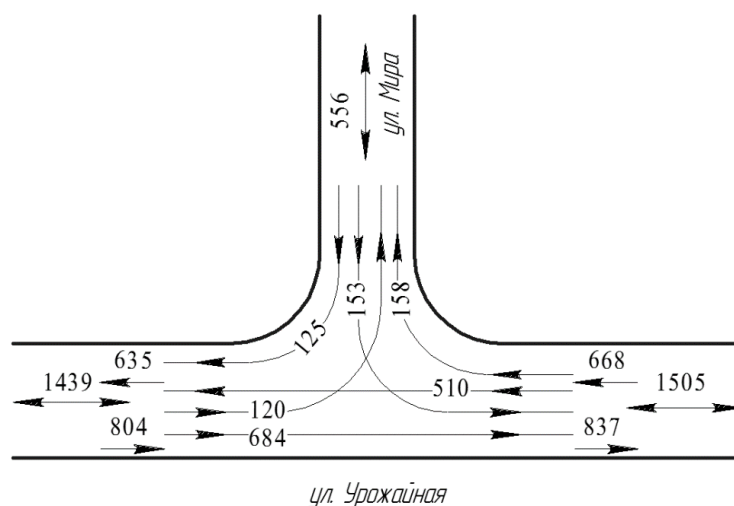
Для строительства дороги выбрана современная технология строительства из бетонных плит, соединённых тросами – технология ИМЭТстрой. Технология ИМЭТстрой предусматривает организацию строительства быстровозводимых дорог бригадой из 3-4 человек в следующей последовательности: устройство основания из щебня; планировка и укрепление откосов бетонированием; подготовка песчаной подушки; укладка полиэтиленовой плёнки; укладка предварительно плит 7,2 м x 2,5 м x 0,15 м с одновременной установкой стальных канатов; бетонирование соединений канатов; укладка литого асфальта толщиной 6 см; установка знаков и нанесение разметки, что позволяет сооружать до 500 м покрытия в день с минимальными трудозатратами.

Пиковые интенсивности транспортных потоков на перекрёстке ул. Мира и ул. Урожайной до после изменения транспортных потоков представлены на рисунке 1. Для оценки общей опасности данного участка улично-дорожной сети рассчитаем показатели по формулам (1)...(3). Общая опасность узла $G = 27,67$, показатель аварийности узла:

$$K_a = \frac{27.67 \cdot 10^7}{333 \cdot (19803 + 7316)} = 30.64.$$



а)



б)

Рисунок 1 – Сравнение интенсивностей движения до (а) и после (б) реализации предложенных мероприятий

Полученное значение показателя аварийности Т-образного перекрестка ул. Мира с ул. Урожайной по-прежнему свидетельствует об опасности пересечения, но показатель аварийности снизился в 1,55 раза. Стоимость возведения автомобильной дороги составила 25,44 млн. руб. Экономическая эффективность предложенных мероприятий будет наблюдаться от снижения аварийности на перекрёстке ул. Мира и ул. Урожайная [2] и от уменьшения затрат на содержание дороги. Ущерб от одного ДТП определится в соответствии с приказом Минтранса №482:

$$У'_{дтп} = У_{год} / N_{г} = 369 \cdot 109 / 208000 = 1774038,5 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от снижения количества ДТП с учетом приведения к ценам 2018 г. составит:

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}} = (G_1 - G_2) \cdot Y_{\text{дтп}} = (58,13 - 27,67) \cdot 1,774\,2,42 = 130,8 \text{ млн. руб.}$$

Годовой экономический эффект будет наблюдаться от снижения эксплуатационных затрат на обслуживание дороги, снижения количества ДТП:

$\mathcal{E} = (2,96 - 1,48) + 130,8 - 0,1 \cdot 25,44 = 129,7$ млн. руб., затраты окупятся в первый год эксплуатации дороги.

Список использованных источников

1. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (издан на основании Распоряжения Росавтодора от 12.01.2011 N 13-р). [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «ТЕХЭКСПЕРТ» – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084056>, дата обращения 14.09.2018.

2. Поцелуев, П.А. К вопросу об оценке экономической эффективности государственных мероприятий по снижению социально-экономического ущерба от ДТП / П.А. Поцелуев // Вестник Московского университета МВД России. – 2013. – №1. – С. 168 – 178.

3. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 № 266). – М.: Госстрой России, 2012.

IMPROVING SOCHI ROAD COMPLEX EFFICIENCY BY THE ENHANCEMENT OF ROAD TRAFFIC ORGANIZATION

V.A. Beletsky

*FSBEI HE «Kuban State Technological University»,
Krasnodar, Russia*

The article proposes is to improve the organization of road traffic in the area of the road network in Sochi. The proposed development of horizontal transport links through the construction of a section of the road network from the lane Vasilkovyi to the street Chernovitskaya st., allowing to reduce traffic on the Mira str., and as a result, the accident rate of the intersection of the Mira st. – Urozhainaya st.

Keywords: traffic organization, traffic intensity, development of transport links, economic efficiency.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВА МЕДЬ-ОЛОВО В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

М.В. Глебов

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

В статье изучено воздействие магнитного поля на процесс электроосаждения меди, олова и сплава медь-олово из оксалатных электролитов, позволяющее влиять на выход по току в зависимости от его интенсивности. Предложена измерительная катушка способная измерить интенсивность магнитного поля.

Ключевые слова: сплав, медь, олово, оксалатный электролит, магнитное поле, индуктивность, выход по току.

Среди бронз практическое применение нашли покрытия сплавами, содержащими 10-20% и 40-45% Sn (желтая и белая бронзы соответственно). Желтая бронза хорошо защищает стальные детали от коррозии в пресной воде при 90-100°C, обладает антифрикционными и высокими декоративными свойствами, хорошо поддается пайке. Ее применяют в качестве подслоя вместо никеля и меди при защитно-декоративном хромировании; для местной защиты стальных деталей при азотировании, при покрытии вкладышей подшипников скольжения; для замены серебра при пайке; для декоративной отделки фурнитуры, электроарматуры и других изделий [1].

Разработано значительное количество электролитов для электроосаждения сплава медь-олово, однако подавляющее большинство из них обладают низкой скоростью электроосаждения и низким выходом по току [2].

В настоящее время воздействие на электролит постоянного и переменного магнитного поля малоизученно, однако имеются сведения, указывающие на преимущества этого решения перед стационарным режимом [3].

Влияние электромагнитного поля на процесс электроосаждения сплавов носит неоднозначный характер. Это воздействие может зависеть от величины индукции магнитного поля, ионного состава электролита и т. п. Другая важная особенность электромагнитной обработки водных систем, и в частном случае электролитов, это сложный характер зависимости ускорения технологического процесса от величины поля. С ростом величины поля растет скорость технологического процесса, однако при определенной величине электромагнитного поля происходит насыщение и дальнейшее увеличение поля не имеет смысла [4].

Целью данной работы является изучение воздействия магнитного поля различной интенсивности на процесс электроосаждения меди, олова и сплава медь-олово из оксалатных электролитов.

Покрывание сплавом медь-олово наносили на образец размером 10 x 10 мм из нержавеющей стали марки 1Х18Н9Т. Состав электролита и режимы осаждения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав электролита и режим осаждения

Компоненты электролита и режимы осаждения	г/л
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	20
SnSO_4	6
Аммоний щавелевокислый	45-55
Ацетат натрия	15-25
Желатин	0,1-0,2
Ванилин	0,05-0,1
Катодная плотность тока, А/дм^2	0,6
рН	5
Температура, $^{\circ}\text{C}$	20

Воздействие на электролит электромагнитным полем осуществлялось с помощью установки, состоящей из катушки, подключенной к источнику тока, которая расположена под гальванической ванной. В катушке помещён стальной «С» – образный сердечник, служащий так же опорой для катушки. При подключении катушки к источнику напряжения в сердечнике создается переменное или постоянное магнитное поле в зависимости от источника тока [5].

Измерительная катушка помещалась между магнитопроводами. Высокоомным милливольтметром измерялась величина ЭДС на выводах катушки (E_d) и с учётом коэффициента преобразования (K_{50}) рассчитывали действующее значение магнитной индукции (B_d) по формуле:

$$B_d = \frac{E_d}{K_{50}}, \quad (1)$$

После изготовления измерительной катушки (с известным количеством витков) замеряется ее активное сопротивление и индуктивность, а затем уточняется фактор упаковки λ . Тогда коэффициент преобразования может быть найден расчетным путем по геометрическим параметрам катушки с использованием уравнения 2.

Коэффициент преобразования на частоте 50 Гц рассчитывается по формуле:

$$K_{50} = \frac{400\pi\lambda H(R_2^3 - R_1^3)}{3D^2}, \quad (2)$$

где H – высота обмотки,
 R_1 – внутренний радиус обмотки,
 R_2 – внешний радиус обмотки,
 D – диаметр обмоточного провода.

Для измерения переменного магнитного поля использовалась катушка со следующими параметрами: внутренний диаметр 9 мм, наружный диаметр 15,2 мм, высота 8,8 мм, провод медный диаметром 0,09 мм, количество витков 2400, сопротивление 237 Ом, индуктивность 62 мГн, фактор упаковки 0,56, коэффициент преобразования на частоте 50 Гц 88,6 мВ/мТл.

На рисунке 1 изображены зависимости выхода по току меди, олова и сплава медь-олово от напряженности магнитного поля. Кривые зависимости олова и сплава медь-олово имеют пик выхода по току (97%) в области 12 мТл, что соответствует напряжению, подаваемому на катушку установки, равному 15 В. Стоит отметить, что изменение напряженности магнитного поля не влияет на выход по току меди из оксалатного электролита. Спад выхода по току при повышении напряженности переменного магнитного поля более 12 мТл можно связать с увеличением доли тока идущего на выделение водорода.

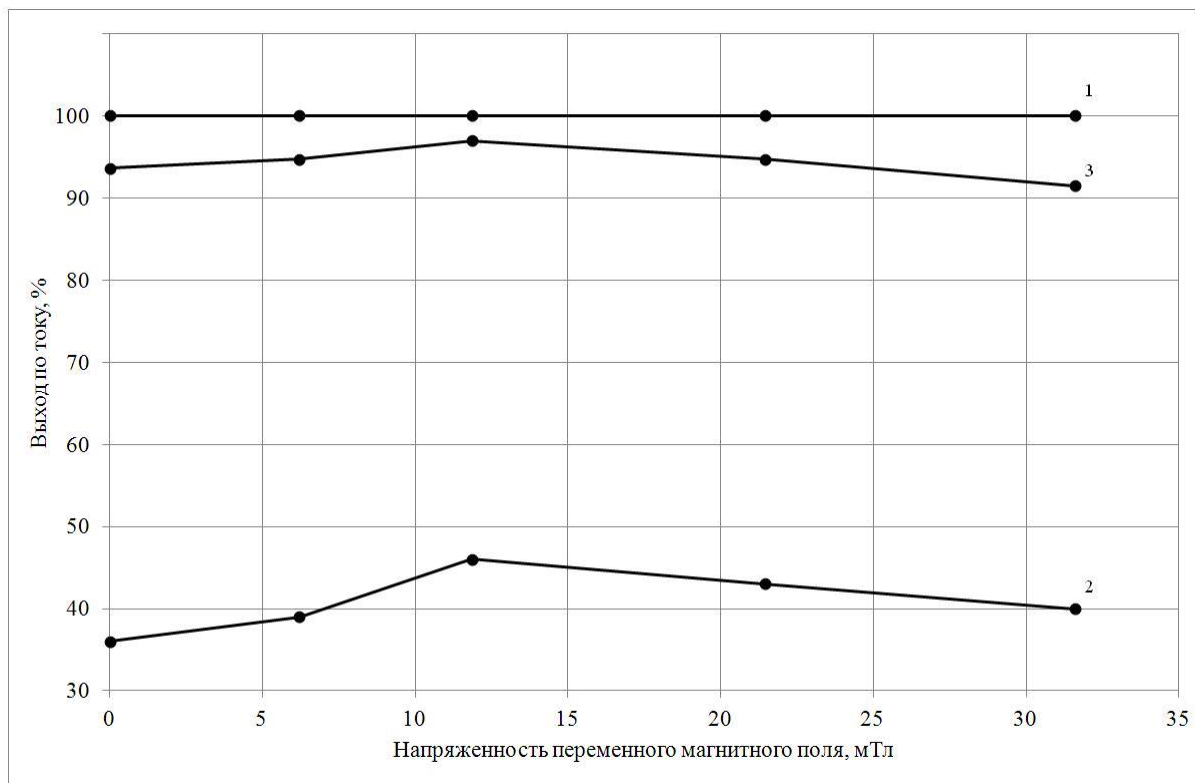


Рисунок 1 – Зависимость выхода по току меди (1), олова (2) и сплава медь-олово (3) из оксалатного электролита от напряженности магнитного поля

Воздействие переменного магнитного поля на оксалатный электролит позволяет повысить выход сплава медь-олово по току на 3,5% по сравнению со стационарным режимом. Добиться максимальных значений выхода по току можно воздействуя на электрохимическую систему переменным магнитным полем напряженностью 12 мТл.

При повышении напряженности переменного магнитного поля от 0 до 22 мТл наблюдается повышение выхода по току олова с 36 до 46% и сплава медь олово с 93,6% до 97%. Дальнейшее повышение напряженности переменного магнитного поля до 40 мТл приводит к снижению выхода по току олова и сплава медь-олово. Изменение напряженности переменного магнитного поля практически не оказывает влияния на выход по току меди из оксалатного электролита.

Список использованных источников

1. Металловедение покрытий: учебник для вузов / И.М. Ковенский В.В. Поветкин. – М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 296 с.
2. Космодиманская, Л.В. Некоторые особенности процесса бронзирования из сульфатных электролитов / Л.В. Космодиманская, К.М. Тютина, О.Е. Николаева, Ле Хюэ хыонг, И.В. Одиноква // Технология неорганических веществ и материалов. – 2005. – № 11.
3. Закономерности электроосаждения сплава кобальт-никель при различных режимах электролиза / Л. В. Наумов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион – 2013. – № 01(25). – С. 76-84.
4. Давидзон, М.И. Электромагнитная обработка водных систем в текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 176 с.
5. Электроосаждение сплава медь-олово с использованием вибрации и магнитного поля / М.В. Глебов, О.С. Виноградов, Л. В. Наумов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион – 2014. – № 01(29). – С. 92-101.

STUDY OF LAWS ELECTRODEPOSITION OF THE ALLOY COPPER-TIN IN A MAGNETIC FIELD

M.V. Glebov

*FSBEI HE «Penza State University»,
Penza, Russia*

The paper studies the influence of the magnetic field on the process of electrodeposition of copper, tin and copper-tin alloy from oxalate electrolytes, which allows to influence the current output depending on its intensity. The proposed sensing coil is capable of measuring the intensity of the magnetic field.

Keywords: alloy, copper, tin, oxalate electrolyte, magnetic field, inductance, current efficiency.

РАЗРАБОТКА АВТОГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

И.М. Даудов, И.С. Тепсаев

*ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»,
г. Грозный, Россия,*

*ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический
университет имени академика М. Д. Миллионщикова»,
г. Грозный, Россия*

В работе представлен проект по разработке устройства, а именно автогенератора, инновационного принципа выработки электрической энергии, другими словами, разработка инновационного источника электричества.

Ключевые слова: генератор, источник электричества, постоянный ток, электромагнитная индукция, магнитное поле.

Одной из основ современной цивилизации является электричество. Без электроэнергии в наши дни невозможно представить себе жизнь больших и малых городов, следовательно, весь мир нуждается в источниках электроэнергии. А источниками электроэнергии являются только генераторы электрического тока.

Очень важно разработать генератор энергии, который может активно производить энергию и применять ее в электронике нового поколения, пригодной для ношения и самообслуживания.

Основная идея данной работы заключается в разработке генератора электрического тока высокой плотности, принцип действия, которого, заключается в непосредственном воздействии магнитного поля постоянных магнитов на свободные электроны в медной пластине посредством сил Лоренца, поступательное движение которым задается посредством катушек индуктивности, последовательно соединенных с медными пластинами, который имеет ряд преимуществ перед существующими.

Прежде чем более подробно рассмотреть научные исследования и результаты данной работы, рассмотрим, что такое генератор электрической энергии и их общий принцип действия

И так, электрический генератор – это устройство, в котором неэлектрические виды энергии (механическая, химическая, тепловая, ядерная или атомная) преобразуются в электрическую энергию. [1]

На сегодняшний день наиболее распространённым типом является индукционный электромеханический генератор. Абсолютное большинство

тепловых, гидротехнических, ветряных, атомных, приливных, геотермальных электростанций используют этот тип генератора.

Электромеханический генератор – это электрическая машина, в которой механическая энергия преобразуется в энергию электрического поля, которая расходуется на упорядоченное или направленное движение электронов электрических зарядов.

Простейший генератор постоянного тока представляет собой помещенную между полюсами магнита рамку из проводника, концы которого присоединены к изолированным полукольцам, называемым пластинами коллектора. К полукольцам (коллектору) прижимаются положительная и отрицательная щетки, которые замыкаются внешней цепью через электрическую лампочку. Для работы генератора рамку проводника с коллектором необходимо вращать [2].

В соответствии с правилом правой руки при вращении рамки проводника с коллектором в ней будет индуцироваться электрический ток, изменяющий свое направление через каждые пол-оборота, так как магнитные силовые линии каждой стороной рамки будут пересекаться то в одном, то в другом направлении. Во внешнюю цепь ток будет идти в одном направлении, изменяясь только по величине от 0 до максимума.

Основные элементы схемы простейшего генератора переменного тока:

- 1 – полюс электромагнита;
- 2 – катушка возбуждения;
- 3 – контактное кольцо;
- 4 – щетка генератора;
- 5 – внешняя цепь;
- 6 – рамка проводника;
- 7 – источник постоянного тока

Простейший трехфазный генератор имеет три рамки (обмотки) проводов, сдвинутых относительно друг друга по окружности вращения на 120° . Трехфазный ток изменяет свою величину и направление через каждые 120° оборота [3,4].

Сравнительная характеристика.

Создаваемые нами генератор, полностью заменит существующий электромеханический генератор, работающий на основе электромагнитной теории Фарадея.

А. Недостатки существующих генераторов:

- 1 – сложность конструкции;
- 2 – технологическая сложность сборки и разборки генератора;
- 3 – возможность ремонта только в условиях спецтехстанции;
- 4 – частый выход из строя, связанное с подшипниками, трущимися ток снимающими устройствами (угольные электроды) и электронной системой преобразования тока (диодные мосты).

Все вышеизложенные недостатки отсутствуют у нашего генератора, т.к. получение тока высокой плотности регулируется числом оборотов генератора, нет трущихся частей (только один подшипник и тот закрытый) и нет электронных систем. Ток выдается пульсирующий- постоянный, и то более сглаженный, т.к. магнитное поле (сила Лоренца) действует на электроны из пластины постоянно, убывание магнитного поля передних магнитов восполняется последующим, т. к. они располагаются под углом 550 к диаметру генератора.

Существуют множество разнообразных генераторов электрического тока, отличающихся своей конструкцией и преимуществами в определенных областях использующий принцип электромагнитной индукции, но с подобной конструкцией как наше устройство не существует.

Д. Описание разрабатываемого нами генератора электрического тока

В данном устройстве используется принцип электромагнитной индукции. Здесь мы имеем медную пластину (5), расположенную по середине корпуса, с двух сторон расположены постоянные магниты (4). При вращении ролика привода (3) вращаются, при этом вращаются и постоянные магниты.

Данный генератор может быть использован в качестве:

- атогенератора;
- промышленного генератора;
- бытового генератора.

Имеет следующие преимущества перед существующими генераторами:

- менее технологичен в производстве и прост в устройстве;
- экономически выгоден (низкая себестоимость);
- возможность наращивания устройства, для получения большей электроэнергии, без существенного увеличения объема устройства;
- ремонт в полевых или в дорожных условиях;
- получение высокой плотности электрического тока;
- отсутствие трущихся токоснимающих устройств, электронных преобразователей тока и сложных деталей требующих заводской изготовления.

По единой теории Максвелла «О единстве электромагнитного поля» следовало, что магнитное поле всегда действует на движущийся заряд, через его магнитное поле. Идея в том и заключалась, чтобы посредством вращения магнитного поля постоянных магнитов заставить электроны, в медных сегментах, посредством сил Лоренца, двигать упорядоченно (или направленно).

Принципиальная схема генератора имеет следующие основные элементы:

- 1 – стопные гайки;
- 2 – шайбы под гайки;
- 3 – ролик привода;

- 4 – узел с постоянными магнитами;
- 5 – медная пластина с 8 разделами;
- 6 – крыльчатка;
- 7 – осевые подшипники;
- 8 – корпус.

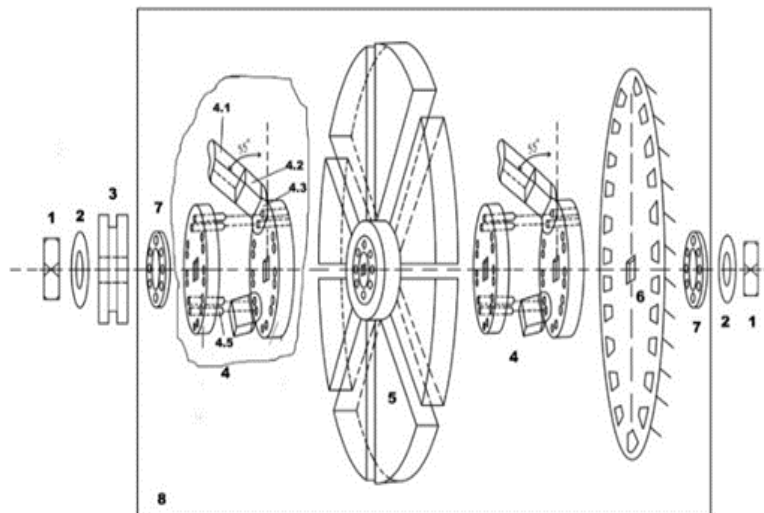


Рисунок 1 – Принципиальная схема генератора

Устройства узла с постоянными магнитами:

- 4.1 постоянные магниты;
- 4.2 обойма для закрепления магнитов;
- 4.3 крепление обоймы;
- 4.4 притворная крышка для закрепления обоймы;
- 4.5 болты для закрепления крышки в основу 6;
- 4.6 основа для установки крепления обоймы.

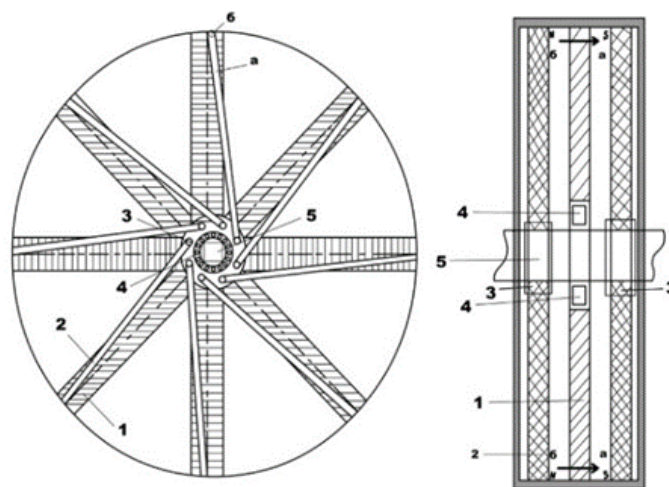


Рисунок 2 – Эквивалентная схема генератора

Эквивалентная схема генератора имеет следующие основные элементы:

- 1 – медная пластина на подшипнике;
- 2 – постоянные магниты: а – южный (S), б – северный (N)
- 3 – обойма с постоянными магнитами;
- 4 – подшипник под пластинку;
- 5 – четырехгранная ось генератора.

Нам удалось реализовать идею «инновационный автогенератор электрического тока», научно обосновать его жизнеспособность (получить $E_i = 1,2 / 1,5$ В, на медных пластинах без катушек индуктивности), изготовить детали, приобретая различные материалы и собрать первичный образец.

Дальнейшее тестирование генератора предполагается проведение вольтамперной характеристики, что даст нам возможность определить выходную мощность генератора, предполагаемый до 1 кВт.

Генератор требует дальнейших исследований и доработок, т.к. представляет не только практически, но и научный интерес, т.к. система иная, электромагнитное взаимодействие и т.д.

Малые габариты, импульсно-постоянный ток, простота всей системы, низкая технологичность в производстве делают наш генератор конкурентно способным на рынке.

Выше изложенное дает нам показывает, что необходимо продолжение испытаний, на работу по усовершенствованию генератора и придачу ему товарного вида.

Если говорить об оценке полученных в ходе выполнения НИР результат (наличие аргументированных доказательств, доводов принятых решений, прогноз перспектив его внедрения и коммерциализации), свидетельствующей о законченности работы, можно сказать следующее.

После проведения вышеизложенных работ генератор займет надежное место на рынке сбыта.

Список использованной литературы

1. Кацман, М.М. «Электрические машины» учебник для студентов среднего профессионального образования учебных заведений. – 3 – е издание; Издательский центр «Академия». – 2001. – 270-288 с.

2. Вольдек, А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек // Ленинградское отделение издательства «Энергия» 192041. – 1974. – 172-200 с.

3. Кацман, М.М. Электрические машины: учебник для студентов среднего профессионального образования учебных заведений / М.М. Кацман. – 3 – е издание; Издательский центр Академия. – 2001. – 208-229 с.

4. Усольцев А.А. Электрические машины: учебное пособие / А.А. Усольцев. – 2013. – 366-368 с.

DEVELOPMENT OF OSCILLATOR DC-BASED PERMANENT MAGNETS

I.M. Daudov, I.S. Tepsaev

*FSBEI HE «Chechen state university»,
Grozny, Russia,
FSBEI HE Grozny state oil technical university named after academician M. D.
Millionshchikov»,
Grozny, Russia*

The paper presents a project to develop a device, namely an autogenerator, an innovative principle of electricity generation, in other words, the development of an innovative source of electricity.

Keywords: generator, source of electricity, direct current, electromagnetic induction, magnetic field.

УДК 665.75

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ ИСПАРЕНИЯ

Л.А. Долгова, В.В. Салмин

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»,
г. Пенза, Россия,
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

Выполнен анализ качественных и количественных потерь нефтепродуктов при хранении; определены условия снижения потерь топлив от испарения; определены мероприятия по сокращению потерь топлива при хранении.

Ключевые слова: потери, нефтепродукты, испарение, утечки, противокоррозионное покрытие, газовая обвязка резервуаров, газосборники.

Все потери нефтепродуктов могут быть разделены на три основных вида: количественные, качественные и количественно-качественные.

К количественным потерям относятся утечки нефтепродукта из-за неисправного состояния резервуаров, трубопроводов, арматуры и случайный розлив. При этом виде потерь оставшийся продукт не ухудшается в качестве.

Качественные потери происходят в результате загрязнения нефтепродукта примесями или другим менее качественным продуктом, а также его физико-химических свойств, причём количество нефтепродукта остаётся прежним.

К количественно-качественным потерям относятся потери от испарения, при которых уменьшается количество нефтепродукта и ухудшается его качество.

Борьба с потерями нефтепродуктов имеет не только технико-экономическое, но и социальное значение. Нефтепродукты, «потерянные» при эксплуатации техники и отпуске, загрязняют окружающую среду. Поэтому все мероприятия, предусматривающие сокращение потерь этих продуктов, направлены на улучшение условий труда, обеспечение чистоты и культуры производства, охрану окружающей среды.

По данным исследований в системе транспорта и хранения примерно 75% потерь топлив приходится на испарение. Потери от испарения в определённой мере могут быть сокращены за счёт правильного выбора графика и режимов операций выдачи и приёма топлива в резервуары и транспортные ёмкости. Во всех случаях необходимо стремиться к организации (в зависимости от производственных условий) рациональной эксплуатации резервуаров.

Потери от испарения топлив при заполнении и опорожнении резервуаров, как показывают исследования, могут быть снижены при соблюдении следующих условий:

- скорость заполнения резервуаров должна быть максимально возможной;
- скорость полной откачки из резервуаров с последующей их зачисткой и проветриваемость также должна быть максимально возможной;
- скорость частичной откачки из резервуаров должна быть установлена в зависимости от следующего: если резервуар после частичной откачки может быть быстро заполнен, откачка должна производиться с максимально возможной скоростью; если резервуар должен длительное время простоять с остатком, откачку необходимо вести по возможности медленно;
- время между смежными циклами частичной откачки и заполнения резервуаров должно быть максимально сокращено.

Наземные резервуары большого объёма при наполнении их нефтепродуктом («большое дыхание») и при повышении температуры среды («малое дыхание») являются источниками выброса в атмосферу паров этого нефтепродукта. Так, например, в летнее время при температуре 25°C из бензиновых резервуаров с каждого кубического метра вытесняют наружу через дыхательные клапаны паровоздушной смеси выбрасывается 1 кг паров бензина.

Годовые потери от испарения при вместимости резервуаров 200 м³ составляют 5,75 %; 400 м³ – 4,02 %; 2000 м³ – 3,75 %; 5000 м³ – 3,25 %; 10.000 м³ – 2,75% от вместимости резервуара.

Борьба с потерями топлива при хранении и транспортировании является обязательным мероприятием и предусматривается частично требованиями ГОСТ 1510-84 [2].

Потери от испарения из резервуаров при хранении могут быть сокращены в результате осуществления следующих мероприятий:

- уменьшение объёма газового пространства резервуаров;
- хранение топлива под избыточным давлением в резервуарах;
- уменьшение амплитуды колебаний температур поверхности топлива и газового пространства резервуаров;
- улавливание паров топлив, выходящих из резервуаров;
- рациональная эксплуатация резервуаров и других сооружений, связанных с транспортированием и хранением топлив;
- хранение топлив в отложениях каменной соли, шахтных и лёдо-грунтовых хранилищах.

Для осуществления этих мероприятий разработаны и применяются различные технические средства.

Окраска резервуаров - наиболее простой и доступный способ борьбы с потерями от «малых дыханий», не требующий капитальных затрат и применяемый в любых условиях. Цвет окраски в значительной степени влияет на нагревание стенок резервуара солнечными лучами, а, следовательно, и на испарение нефтепродуктов. Например, находящийся в одинаковых условиях хранения бензин в зависимости от цвета окраски резервуара нагревается до температур: 11,5°С – алюминиевая краска; 14,6°С - серая; 22°С – зелёная; 30°С – чёрная. Подсчитано (по данным ГосНИТИ), что при хранении в резервуаре вместимостью 100 м³ при температуре 11°С испаряется в год 850 кг бензина, при 21°С – 3800 кг, при 27°С – 6500 кг.

Для сокращения потерь от «малых дыханий» эффективно применение внутренней окраски стенок резервуара. Согласно закону теплового излучения тел, количество излученной энергии зависит от степени черноты тела; окисленная внутренняя поверхность стенок резервуара обладает высокой степенью черноты. Если понизить степень черноты этой поверхности путём окраски её в светлый тон, количество излучаемой энергии уменьшится и, следовательно, уменьшаются, температурный перепад паровоздушной смеси и потери паров топлива. Так, нанесение противокоррозионных лакокрасочных покрытий ЭП-755, ХС-717, ХС-720, ФЛ-24 на внутреннюю поверхность способствует сокращению потерь от испарения на 27 – 45%. Одновременная окраска внутренней и внешней поверхности резервуаров может уменьшить потери от испарения на 30 - 60% по сравнению неокрашенными.

Также можно уменьшить количество потерь от испарения, если хранить бензин в резервуарах, расположенных под землёй. Это является

наилучшим способом борьбы с потерями от испарения, и, несмотря на то, что значительные затраты на постройку (необходимость особого наблюдения за резервуарами во время эксплуатации и организация выдачи топлива только механическим насосом) ограничивают применение подземных хранилищ бензина, такие посты заправки быстро себя окупают.

В подземных резервуарах нет малых дыханий от температурных колебаний внешней среды. В них могут быть лишь потери, связанные с изменением давления вследствие колебания барометрического давления. Эти колебания происходят редко, и поэтому потери топлива весьма малы.

Газовая обвязка резервуаров даёт наибольший эффект в резервуарных парках, где работы по приёму и откачке совпадают как по производительности, так и по времени. В этом случае сохраняется значительное количество паров топлива, которые перетекают из резервуара в резервуар. Газосборники могут иметь различную конструкцию, например, в виде обычных резервуаров, оборудованных подъёмной крышей с гидравлическим или сухим затвором, или в виде мягких (эластичных) «дышащих» резервуаров из синтетических (резинотканевых) материалов. Такие газосборники наиболее перспективны.

Наилучший способ борьбы с потерями от испарения - полная ликвидация газового пространства. В обычных стальных резервуарах этого добиться невозможно из-за температурного расширения нефтепродуктов. Максимальное заполнение таких резервуаров возможно на 95 - 97% от их полной вместимости.

При сливе большая часть потерь происходит из-за негерметичного присоединения сливных рукавов к автоцистерне или к сливной муфте. Также потери топлива могут происходить из-за неполного слива топлива из сливного рукава, и при его отсоединении часть топлива, оставшаяся в рукаве, вытекает на землю, тем самым, загрязняя окружающую среду. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы все соединения были герметичны, и топливо полностью сливалось из сливных рукавов в резервуар.

Список использованных источников

1. РД 153-39.4-033-98 Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, транспортировании, хранении и отпуске на объектах магистральных нефтепродуктопроводов.
2. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
3. ГОСТ 17032-2010. Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия.
4. ГОСТ 31385-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES TO REDUCE LOSSES OF OIL FROM EVAPORATION

L.A. Dolgova, V.V. Salmin

*FSBEI HE «Penza state University of architecture and construction»,
Penza, Russia,
FSBEI HE «Penza state University»,
Penza, Russia*

The analysis of qualitative and quantitative losses of oil products during storage is carried out; the conditions for reducing fuel losses from evaporation are determined; measures to reduce fuel losses during storage are determined.

Keywords: loss, petroleum products, evaporation, leakage, anti-corrosive coating, gas piping, gas-collectors.

УДК 656

ПОЛИТИКА КИТАЯ ПО РАЗВИТИЮ МАШИНОСТРОЕНИЯ И SMART-ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В Емельянов

*Иркутский государственный университет,
г. Иркутск, Россия*

В статье рассмотрено содержание Плана «Сделано в Китае 2025», в котором определена стратегия модернизации промышленности Китая на ближайшие десять лет. Проанализированы особенности промышленной политики китайского правительства, направленной на стимулирование развития высокотехнологичных производств. Раскрыты возможные последствия реализации Плана 2025 для разных групп предприятий.

Ключевые слова: машиностроение, государственная поддержка, smart-промышленность, Китай, США, автостроение, глобализация.

Начало XXI века отмечается активным переходом многих стран к новому качеству машиностроительного производства на основе новейших технологий так называемой 4-й промышленной революции, масштабных трансформаций организационно-коммуникационных, логистических, управленческих процессов. Эти системные преобразования должны обеспечить становление smart-промышленности – производственной деятельности с использованием новейших организационно-технологических характеристик, для достижения наивысших показателей конкурентоспособ-

ности в мировой экономике. Данные машиностроительных предприятий, осуществивших значительные инвестиции в технологии и методы smart-промышленности, подтверждают получение значительного преимущества, над другими компаниями. [3, с. 121]. По оценкам ассоциации лидеров smart-промышленности [1], эффективное использование ресурсов и запасов на предприятиях высокого уровня специализации, при правильном применении технологии smart-промышленности, возможно приведет к следующим данным:

- на 10% повышения операционной эффективности в целом;
- на 25% повышения энергетической эффективности;
- на 25% уменьшения несчастных случаев;
- на 40% уменьшения продолжительности операционного цикла;
- на 40% уменьшения использования воды;
- на 80% сокращения расходов при применении моделирования и имитационного моделирования.

Понимая важность smart-производств для своего индустриального будущего, и развития машиностроительного комплекса, ряд стран уже разработали политики и программы для поддержки исследований, развития и применения технологий smart-промышленности. В авангарде этих процессов, наряду с промышленно развитыми странами, сейчас все активнее наблюдаются динамично развивающиеся страны. Отдельным примером этого является Китай: в мае 2015 г. правительство опубликовало стратегический документ «Made in China 2025» («Сделано в Китае 2015»), в котором намечены приоритеты модернизации китайского машиностроения на базе современных технологий [2, с. 309]. В правительственном десятилетнем плане «Made in China 2025» определена стратегия для страны, чтобы стать мировым производителем («world manufacturing power») и высокотехнологичной супердержавой («high-tech superpower»), прежде всего из-за усиления мощностей «интеллектуальной» промышленности. Планом определены девять приоритетных задач: улучшение промышленных инноваций, интеграция информационных технологий и производства, укрепление индустриальной базы, поддержка китайских брендов, внедрение зеленого производства, продвижения прорывных достижений в десяти ключевых секторах, прогрессивная реструктуризация производственного сектора, продвижение сервисно ориентированного производства и индустрии промышленных услуг, интернационализация производства. Согласно плану 2025, доля китайских поставщиков базовых компонентов и базовых материалов высокотехнологичных производств на внутреннем рынке должно вырасти на 70%. Характерной чертой Плана «Сделано в Китае 2025» есть намерение китайского руководства поддерживать ведущую роль в управлении экономикой и трансформациями (так называемой «the top-down approach»). По оценкам специалистов, государственная политика в пределах программы «Made in China 2025» окажет разное влияние на разные предприятия: предприятия-лидеры (frontrunners), предпри-

ятия, подающие надежды (hopefuls), и запаздывающие предприятия (latecomers) в применении smart-промышленности.

Среди сильных сторон промышленной политики Китая специалисты отмечают:

- мобилизационную мощь, то есть исключительную способность правительственной политики привлекать широкое внимание по всей стране в течение короткого периода времени;

- долгосрочное планирование, которое позволяет правительству сегодня устанавливать необходимые измерители и разрабатывать дорожную карту промышленной модернизации шаг за шагом. Это предполагает во времена замедления экономического роста меньше внимания уделять краткосрочным воздействиям и концентрироваться на долгосрочных целях;

- мощное государственное финансирование: привлечение большого объема государственных фондов и субсидий и возможности направлять их в приоритетные отрасли;

В то же время недостатками промышленной политики Китая считаются:

- несоответствие политических приоритетов и промышленных нужд. Многие предприятия недостаточно автоматизированы и не готовы использовать передовые технологии. Сосредоточение на наиболее передовых технологиях и игнорирование необходимости обновления базовой автоматизации и технологии оцифровки может привести к разочарованию и даже к разрушительным результатам;

- неэффективное распределение финансирования. Угроза связана с тем, что часто получают финансирование не наиболее перспективные и эффективные предприятия, а те, у кого хорошие связи в политической системе;

- неэффективность на уровне местных органов управления. Чрезмерный энтузиазм по поводу smart-промышленности также создает серьезные проблемы: усилия местного правительства часто нескоординированные и чрезмерные;

Выводы. Ознакомление с современной государственной политикой Китая по развитию промышленности в среднесрочной перспективе до 2025 года дает основания обобщить несколько принципиальных положений.

Во-первых, Китай, занимая рейтинговые места на многих глобальных рынках как одна из самых мощных индустриальных стран, активно включился в мировой процесс перехода к smart-промышленности. Основная цель – повышение общего организационно-технологического уровня китайских промышленных производителей ради усиления их глобальной конкурентоспособности, прежде всего на рынках машиностроительной продукции, а также снижение внешней технологической зависимости.

Во-вторых, инициатива осуществления smart-модернизации в промышленности целиком принадлежит руководству Китая. Государственная

политика на основе подхода «сверху-до-низу» (the top-down approach) позволяет системно реализовывать стратегию модернизационных преобразований в промышленности, фокусируясь на общенациональных приоритетах и опираясь на мощную и целенаправленную государственную финансовую поддержку.

В-третьих, привлечение к процессу широкомасштабной технологической модернизации предприятий с невысоким уровнем экономической мотивации или с дефицитом необходимых финансово-экономических ресурсов осуществляется на основе широкого набора мер государственной поддержки с использованием инструментов налогового, таможенного регулирования и тому подобное.

Список использованных источников

1. Кремнёв, Е.В. Традиционные аспекты современной управленческой культуры государственных служащих КНР / Е.В. Кремнёв // Вестник Читинского государственного университета. – 2006. – № 4 (41). – С. 137-141.

2. Макеева, С.Б. Особенности экологической политики современного мирового сообщества / С.Б. Макеева // Экология. Здоровье. Спорт. Труды I международной научно-практической конференции. – 2009. – С. 308-312.

3. Макеева, С.Б. Влияние процесса глобализации на ускорение развития электронной торговли в КНР и место китайского сектора электронной торговли в структуре мировой торговли / С.Б. Макеева // Современная наука: тенденции развития Материалы Международной научно-практической конференции. Редакционная коллегия: Бисалиев Р.В., доктор медицинских наук, Астраханский государственный технический университет Сентябрев Н.Н., доктор биологических наук, Волгоградская государственная академия физической культуры Чубур А.А., кандидат исторических наук, Брянский государственный университет им. И.Г. Петровского. – 2012. – С. 120-123.

CHINA'S POLICY FOR THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING AND SMART-INDUSTRY

A.V Emelyanov

*Irkutsk state University
Irkutsk, Russia*

The article considers the content of the Plan «Made in China 2025», which defines the strategy of modernization of China's industry for the next ten years. The features of the industrial policy of the Chinese government aimed at stimulating the development of high-tech industries are analyzed. The possible

consequences of the implementation of the Plan 2025 for different groups of enterprises are revealed.

Key words: mechanical engineering, state support, smart-industry, China, USA, automotive industry, globalization.

УДК 656

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПЛАН РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КНР «MADE IN CHINA 2025»

Е.В. Емельянов

*Иркутский государственный университет,
г. Иркутск, Россия*

В статье рассмотрена новая стратегическая политика КНР в сфере высоких технологий и производств. Автор анализирует общие черты в области реализации программы MADE IN CHINA 2025 в условиях разногласий с США и торговых войн.

Ключевые слова: КНР, США, высокие технологии, стратегический план, международные отношения

О стратегии Made in China 2025 (MIC 2025) в последние годы стали говорить чаще, чем в 2015 году, когда правительство КНР только представило план развития. Согласно замыслу, за десятилетие Китай должен добиться полной независимости в десяти технологических сферах [1].

MIC 2025 способствует достижению целей в отдельных секторах, которые могут существенно изменить внутреннюю и глобальную конкурентную среду. Эти цели создают трения в отношениях Китая со своими коммерческими партнерами, особенно со странами, зависящими от обрабатывающей промышленности и высокотехнологичных отраслей [5].

MIC 2025 является десятилетней, всесторонней программой, направленной на преобразование Китая в передового производственного лидера. В широком смысле, MIC 2025 нацелена на десять стратегически важных для экономической конкурентоспособности и роста в XXI веке отраслей, включая новейшие информационные технологии, авиацию, железные дороги, новые энергетические транспортные средства и сельскохозяйственную технику.

В отличие от производственных планов других стран, таких, как новая парадигма промышленного развития Германии под названием стратегия «Индустрия 4.0», MIC 2025 предоставляет преференциальный доступ

к капиталу отечественным компаниям в целях развития их собственного научно-исследовательского потенциала, поддержки их способности приобретать технологии из-за рубежа и повышения их общей конкурентоспособности.

В частности, стратегия реализации МІС 2025 примечательна:

1. Усиление государственного контроля над командными высотами.

Вопреки ключевым решениям третьего пленума, в котором китайское руководство призвало рынки играть решающую роль в распределении ресурсов по всей экономике, МІС2025 подтверждает центральную роль правительства в экономическом планировании [2].

2. Активизация преференциальной политики и финансовой поддержки. МІС 2025 иллюстрирует намерение государства использовать правовые и нормативные системы Китая в пользу отечественных компаний. Отрасли МІС 2025 получают значительную государственную поддержку в ближайшие годы, что может существенно исказить внутренние и глобальные рынки. Такая поддержка может использоваться не только для инвестирования в местные инновации, но и для приобретения иностранных технологий [2].

3. Установление глобальных ориентиров. МІС 2025 представляет собой политику, направленную не просто на развитие отечественных производств, а на их выход в мировые лидеры. В программных документах, связанных с МІС 2025, установлены четкие глобальные цели роста продаж и доли рынка, которые должны быть заполнены за счет «отечественных продуктов» [2].

План Made in China 2025 – это промышленная политика высокого уровня, направленная на превращение Китая в мирового лидера в области производства.

По прогнозам американского инвестиционного банка Morgan Stanley, к 2027 году Китай войдет в число богатейших стран мира [8]. Программа развития экономики Китая предполагает правительственную поддержку важнейших отраслей промышленности. В мае 2015 года определены десять приоритетных секторов [6]:

- информационные технологии нового поколения;
- робототехника;
- авиация и аэрокосмонавтика;
- морское оборудование и производство морских судов;
- развитие железных дорог;
- экологические и электрические транспортные средства;
- электрооборудование;
- разработка и производство новых видов материалов;
- биомедицина и фармацевтика;

– сельскохозяйственная техника и оборудование.

Согласно анализу Rhodium Group, эти отрасли составляют почти 40 процентов всего промышленного производства Китая [7]. Главная стратегическая цель Китая, провозглашенная в МІС 2025 и связанных с ней планах – стать мировым лидером в производстве высококачественной и высокотехнологичной продукции. МІС 2025 вызывает значительные дискуссии не только среди экономических партнеров КНР но и во внутренней экономике. МІС 2025 направлен на использование возможностей государства для изменения конкурентной динамики на мировых рынках в отраслях, имеющих ключевое значение для экономической конкурентоспособности. Нацеливая и направляя капитал на конкретные технологии и отрасли, МІС 2025 рискует ускорить рыночную неэффективность и вызвать избыточные мощности во всем мире.

Для президента США Дональда Трампа китайская стратегия – это помеха его собственному плану развития американской торговли и промышленности. Трамп считает [7], что правительственная поддержка в Китае частных предприятий создает нечестные условия на рынке и вводит высокие пошлины на китайский импорт. В результате мониторинга и прогнозирования того, как эта политика воздействует на важнейшие секторы мировой экономики и искажает некоторые рынки.

В сентябре 2016 года, министр торговли США Penny Pritzker высказала свою позицию: «позвольте мне заявить очевидное: это беспрецедентное вмешательство государства способно исказить рынок и подорвать инновационную экосистему. Мир уже сталкивался с последствиями такого рода целенаправленного вмешательства под руководством правительства. Результатом стал избыток мощностей на мировом рынке, который искусственно снизил цены, повысил уровень безработицы, как в США, так и во всем мире и нанес значительный ущерб этим отраслям» [3].

По мнению министерства торговли США, план МІС 2025 и связанная с ним политика не согласуются с целями третьего пленума Китая. МІС 2025 также отражает несогласованность речи президента Xi Jinping в Давосе в феврале 2017 года, в которой он сигнализировал о решительной поддержке Китаем глобализации, открытой торговли и инвестиций [4].

Министерство торговли США считает, что формирующаяся в Китае нормативно-правовая база, регулирующая информационные технологии, создает серьезные проблемы в глобальном масштабе. Облачные вычисления и другие цифровые технологии, требующие бесперебойного потока данных, уже меняют характер многих отраслей, включая производство. Такой подход способствует разногласиям в отношениях Китая со своими коммерческими партнерами.

Список использованных источников

1. Макеева, С.Б. Влияние процесса глобализации на ускорение развития электронной торговли в КНР и место китайского сектора электронной торговли в структуре мировой торговли / С.Б. Макеева // Современная наука: тенденции развития. Материалы Международной научно-практической конференции. Краснодар: Априори, 2012. – С. 120-123.
2. 于全面深化改革若干重点问题的决定 [Electronic Resource]. URL: <http://cpc.people.com.cn/n/2013/1115/c64094-23559163.html> (Accessed date: 05.11.13)
3. 机器人产业发展规划 (2016-2020 年) [Electronic Resource]. URL: http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201604/t20160427_799898.html (Accessed date: 27.04.16)
4. Jost Wübbeke, Mirjam Meissner, “Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial companies” [Electronic Resource]. URL: <https://www.merics.org/en/about-us/merics-analysis/papers-on-china/made-in-china-2025/> (Accessed date: 15.12.17)
5. “Made in China 2025,” [Electronic Resource]. URL: http://www.cae.cn/cae/html/main/col76/201606/17/20160617165537858319768_1.html (Accessed date: 17.06.16)
6. 中国制造 2025 [Made in China 2025] [Electronic Resource]. URL: http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm (Accessed date: 8.05.15)
7. “Business Climate Survey,” American Chamber of Commerce, January 2017 [Electronic Resource]. URL: <http://www.amchamchina.org/policy-advocacy/business-climate-survey/> (Accessed date: 8.01.17)
8. Morgan Stanley Bank, the next decade of China’s transformation [Electronic Resource]. URL: <http://www.morganstanley.com/ideas/china-economic-market-transformation-bluepaper>.

CHINA’S MANUFACTURING STRATEGIC PLAN «MADE IN CHINA 2025»

E.V. Emelyanov

*Irkutsk state university,
Irkutsk, Russia*

The article discusses about China's new strategic policy in the implementation of the program Made In China 2025 and disagreements with the United States and trade wars.

Keywords: China, United States, high technology, strategic plan, international relations.

УПРАВЛЯЕМАЯ СИСТЕМА НАДДУВА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

А.П. Жук, С.В. Суменков, Д.С. Янин

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
Пенза, Россия*

В статье предложена управляемая система наддува дизелей. Рассмотрена актуальность данной разработки и ее влияние на мощностные и экономические показатели дизеля.

Ключевые слова: турбокомпрессор, система, наддув, мотор – генератор, инвертор, дизель, тепловоз.

Газотурбинный наддув дизелей был и остаётся основным способом форсировки дизелей по среднему эффективному давлению. Предельно достигнутые значения среднего эффективного давления у четырёхтактных дизелей гражданского назначения составляют 2,5 МПа, у двухтактных 1,5 МПа, т.е. достигнуто 3 - 4 кратное повышение мощности по сравнению с дизелями без наддува.

Дальнейшая форсировка дизеля по среднему эффективному давлению требует решения ряда проблем, присущих всем дизелям с наддувом:

1. Резкое уменьшение крутящего момента дизеля при снижении частоты вращения коленчатого вала, уменьшение, так называемого «коэффициента приспособляемости» (формула 1):

$$K_{np} = \frac{M_{кр}(n = 0,7n_{ном})}{M_{кр}(n = n_{ном})} \quad (1)$$

без превышения предельно допустимых температур газа по цилиндрам и перед турбиной.

2. Снижение экономичности дизеля на частичных режимах (при $n_{к.в.} < n_{к.в.ном}$) из-за снижения его индикаторного КПД, так как на большинстве эксплуатационных режимах уменьшается коэффициент избытка воздуха.

Обе проблемы связаны с неудовлетворительным протеканием расходной характеристики нерегулируемой газовой турбины, вследствие чего, с уменьшением частоты вращения коленчатого вала и соответственно расхода газа, резко падает мощность турбины и соответственно давление наддува.

Практика дизелестроения показала, что кардинальное решение этих проблем невозможно без создания управляемых систем наддува.

Решением выше указанных задач в наибольшей степени соответствует управляемая система наддува, состоящая из турбокомпрессора, агрегированного 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.

Наиболее целесообразна схема создания системы управляемого наддува, где используется асинхронный электродвигатель, разработанный и адаптированный на высокие обороты и перенос всего комплекса общих и возникающих проблем на специализированный управляющий силовой инвертор. Такое решение соответствует современному уровню и тенденции развития техники.

Принципиальная схема предполагаемой управляемой системы наддува приведена на рисунке 1.

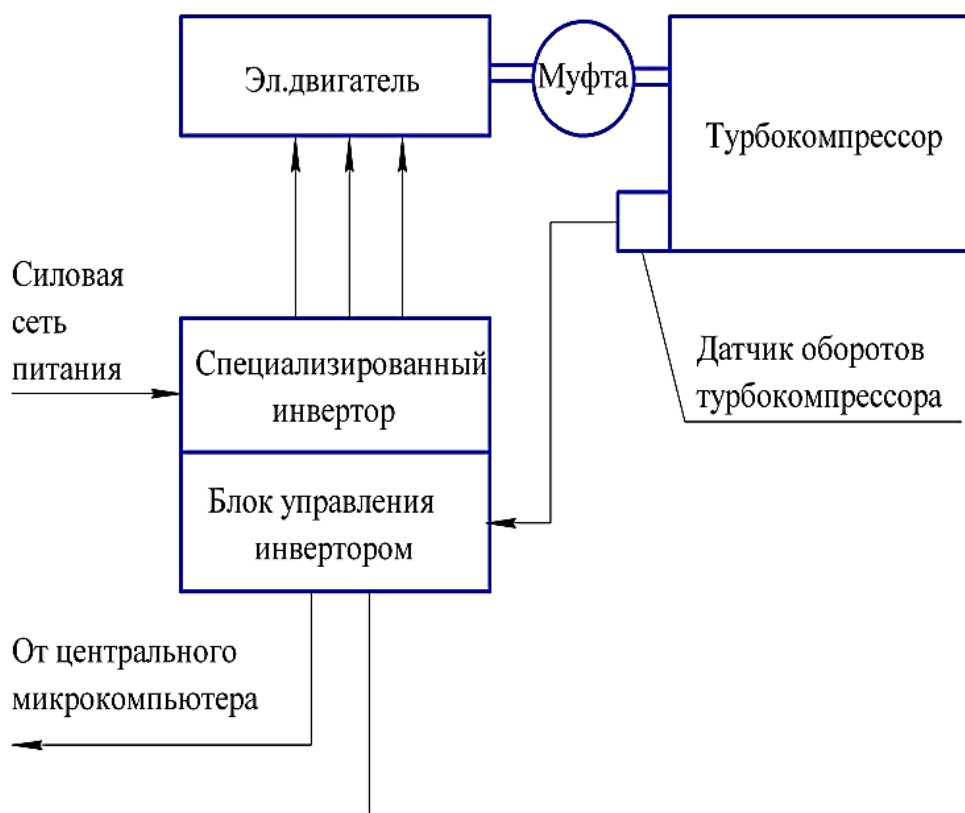


Рисунок 1 – Схема управляемой системы наддува

Конструкция управляемой системы наддува создавалась на параметры дизеля 1ПДГ4Д мощностью 993 кВт (1269 л.с.) при $n_{к.в.} = 750$ об/мин.

На базе разработанной конструкции возможно создание модификаций для дизелей тепловозного назначения.

Инвертор для управляемой системы наддува (УСН) выполнен в виде отдельного блока (рисунок 2) и может быть расположен в любой части тепловоза. Дизель тепловоза работает на основной генератор, который через выпрямитель и постоянное звено тепловоза приводит в движение моторы колёсных пар.

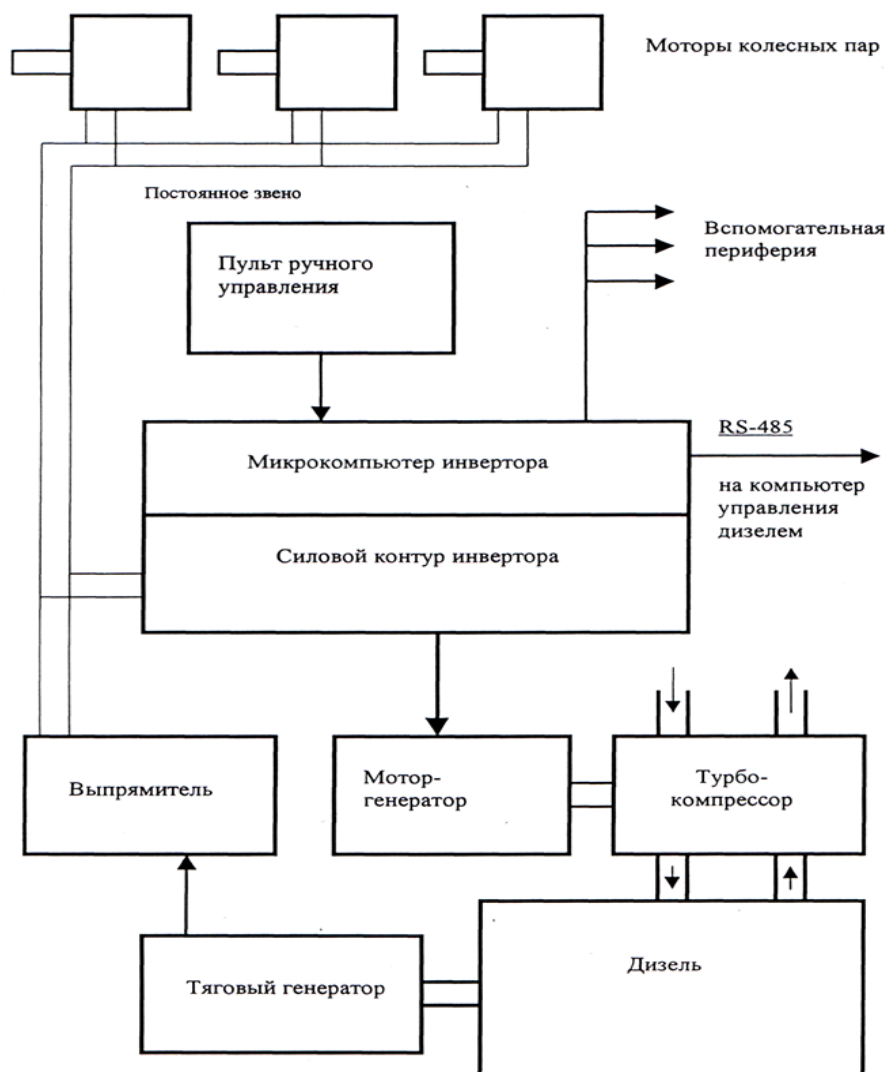


Рисунок 2 – Структурная схема УСН

К данному постоянному звену подключается силовой контур инвертора УСН. Данное постоянное звено обладает весьма большой мощностью и может выступать и как источник энергии для моторного режима УСН и как приёмник энергии для генераторного режима. Таким образом, электрический мотор-генератор восполняет недостаточную мощность привода компрессора на нижних позициях дизеля (моторный режим) и выводит избыточную энергию турбины на верхних позициях работы дизеля (генера-

торный режим) для поддержания оптимального соотношения воздух/топливо. Схематически это изображено на рисунке 3.

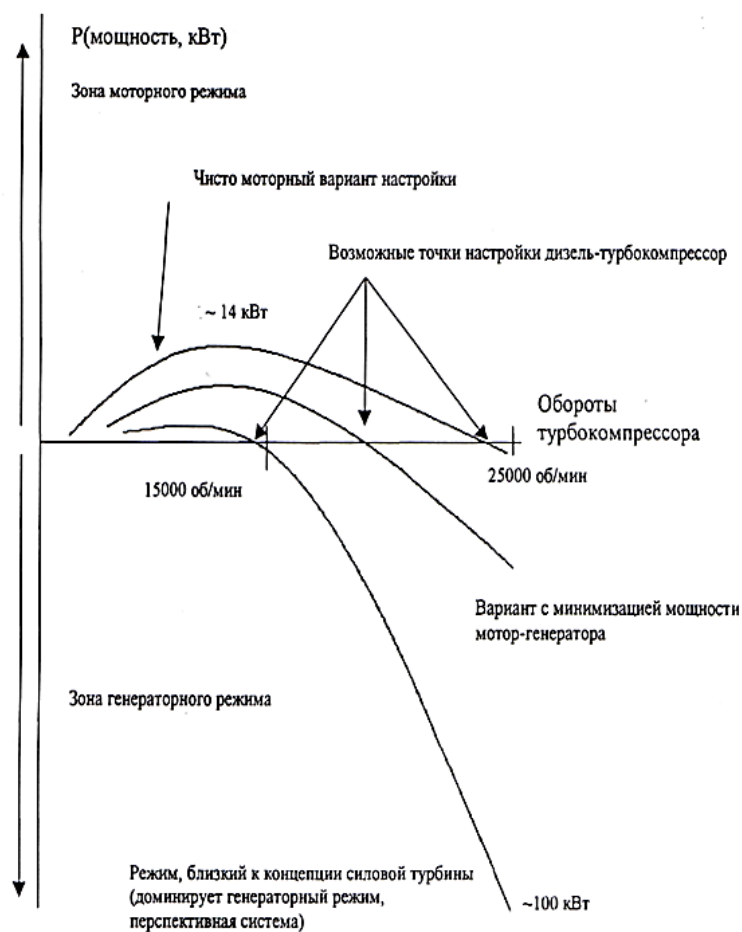


Рисунок 3 – Режимы работы мотор-генератора

В связи с тем, что все проектируемые турбокомпрессоры предназначены для работы в составе управляемой системы наддува, включающей в себя систему перепуска воздуха из компрессора в турбину и электрический привод, газодинамические расчёты выполнялись на номинальный режим работы дизеля.

Таблица 1

Марка дизеля	G, кг/сек	π_k	T _T , °K	P ₂ , Па	δP_v , Па
1-ПД4Д	2,09	1,774	793	105	3

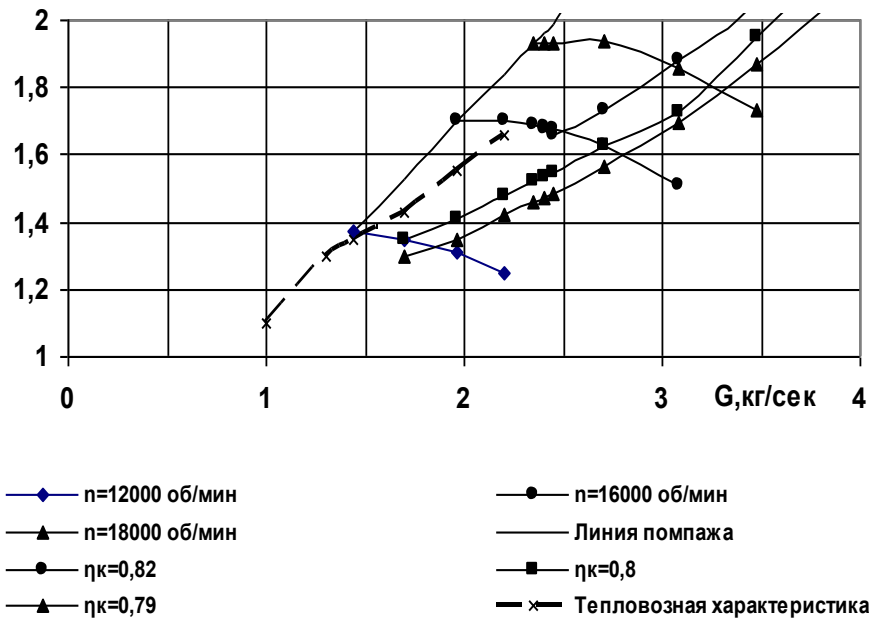


Рисунок 4 –Тепловозная характеристика 1-ПДГ4Д с компрессором $F_d=96 \text{ см}^2$

Основные размеры проточной части компрессоров приведены в таблице 2.

Таблица 2

Марка дизеля	D_0	D_1	D_2	B_2	b_2	D_3	D_4	$F_{3д}$	n , об/мин	η_k	$\eta_{тк}$
1-ПД4Д	105	210	340	48	15,3	390	535	61,4	17000	0,82	0,68

Выводы

Разработана конструкция управляемой системы наддува исходя из параметров дизеля 1ПДГ4Д мощностью 993 кВт (1269 л.с.) при $n_{к.в.} = 750$ об/мин.

Достигнут максимальный КПД турбокомпрессора который равен $\eta_{тк} = 0,62...0,64$.

Ожидаемое повышение экономичности тепловозов от применения разработанной системы наддува составит 6 – 9 %.

Список использованных источников

1. Циннер, К. Наддув двигателей внутреннего сгорания. Перевод с немецкого. Под редакцией Н.Н. Иванченко. – Л.: Машиностроение, 1978. – 264 с.

2. Савельев, Г.М., Зайченко Е.Н. Турбокомпрессоры и теплообменники наддувочного воздуха автомобильных двигателей: учебное пособие. Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во. – 1983. – 96 с.

3. Давыдков, Б.Н., Каминский В.Н. Системы и агрегаты наддува транспортных двигателей- учебное пособие Москва 2011. – 78 с.

CONTROLLED SUPERCHARGING SYSTEM FOR FUTURE DIESEL ENGINES

A.P. Zhuk, S.V. Sumenkov, D.S. Ynin

*FSBEI HE «Penza State University»,
Penza, Russia*

The paper proposed the control system of supercharged diesel engines. The relevance of this development and its impact on the power and economic performance of diesel is considered.

Keywords: turbocharger, system, supercharging, motor-generator, inverter, diesel, locomotive.

УДК 625.76 (075.8)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

А.И. Звижинский, В.Н. Каледа

*Филиал Военной академии материально-технического обеспечения,
г. Пенза, Россия,
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

В статье рассматриваются возможности реализации картографических способов исследования путей сообщения.

Ключевые слова: пути сообщения, картографический метод, транспортная сеть.

Картографический метод исследования, как метод научного познания, находит всё более широкое применение в различных областях научных изысканий, как гражданской, так и военной направленности. Использование картографического метода в оценке параметров транспортных сетей в настоящее время нацелено на поиск качественных закономерностей их строения и развития; количественный анализ сводится к изучению плотности дорог и транспортной доступности территорий, что особенно

актуально для решения задач перемещения войск и подвоза материальных средств.

Возникшее в середине XX века направление исследований пространственной структуры транспортных сетей, связанное с практическими потребностями экономики, оставалось без внимания со стороны картографической науки. Более того, было прервано долгосрочное планирование в области транспорта из-за системного кризиса в 1990-е годы. Только в начале 2000-х годов стали разрабатываться программные документы комплексного характера, направленные на развитие путей сообщений нашей страны [1]. В рамках заданного направления ведётся работа по решению проблемных вопросов совершенствования способов применения картографического метода, а также методик оценки транспортно-эксплуатационного состояния путей сообщения [2, 3].

Транспортная сеть является предметом исследований целого комплекса наук (рисунок 1).

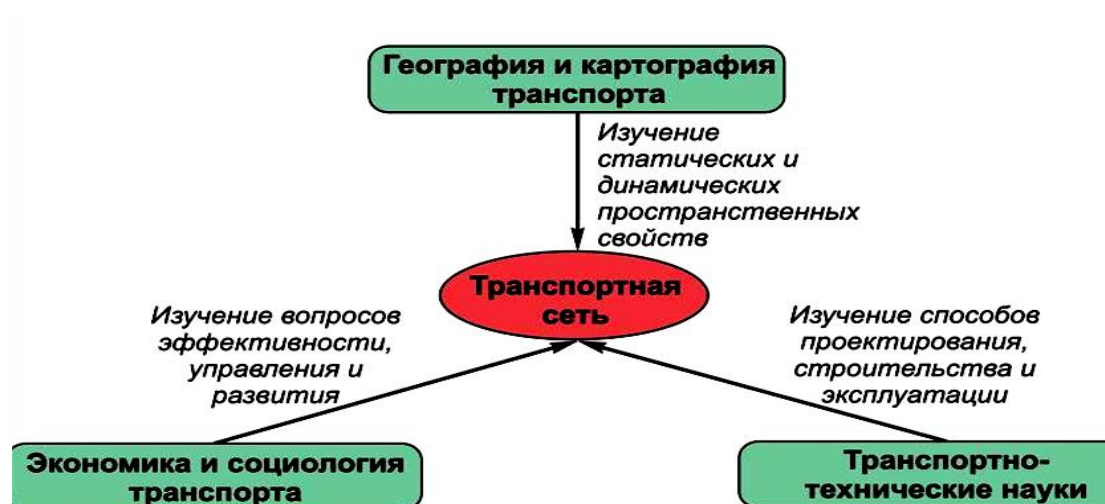


Рисунок 1 – Транспортная сеть как предмет исследований

Различают несколько направлений применения карт в интересах транспорта. *Научное* применение карты имеют в экономико-географических исследованиях транспорта для целей оптимальной организации его эксплуатации, исследования вопросов формирования и развития транспортных систем. *Практическое* применение – их использование для ориентации и определения оптимальных направлений передвижений транспортных средств; *техническое* применение – при изыскании путей сообщений и технологических сооружений.

Для выяснения состояния разработки данной темы был проведён анализ основных выполненных исследовательских работ в области географии транспортных (в первую очередь, автодорожных) сетей с учётом известных подходов к их изучению (рисунок 2).

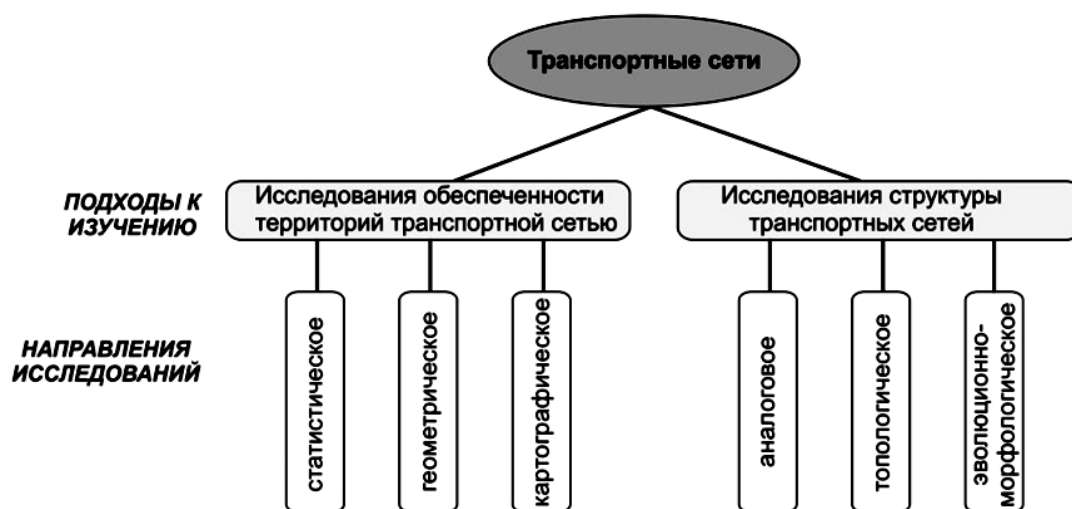


Рисунок 2 – Направления изучения транспортных сетей

В изучении вопросов обеспеченности территорий транспортной сетью были выделены следующие направления исследования:

статистическое – основано на вычислении показателей густоты сети по административно-территориальным единицам с использованием статистических данных;

геометрическое – интерпретация обеспеченности территорий транспортной сетью средствами элементарной геометрии;

картографическое – основано на использовании разнообразных приёмов картографического метода исследования.

Статистическое направление прошло путь от использования простейших показателей плотности сети, вычисляемых относительно площади территории или населения, до применения комбинированных коэффициентов. Формулы некоторых показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели плотности (густоты) транспортной сети

Название показателя	Формула вычисления
<i>Единичные</i>	
Плотность относительно площади территории	$D_s = l / s$
Плотность относительно количества населения	$D_p = l / p$
<i>Комплексные</i>	
Показатель Энгеля	$D_s = l / \sqrt{sp}$
Показатель Успенского	$D_y = l / \sqrt[8]{s \cdot p \cdot t_{отпр}}$
Модифицированный показатель Успенского	$D_B = l / \sqrt[3]{s \cdot p \cdot t_{вып}}$
l – протяжённость путей сообщения, s – площадь территории, p – количество населения, $t_{отпр}$ – суммарная масса отправленных грузов, $t_{вып}$ – суммарная масса выпускаемой продукции	

Отметим, что показатель плотности сети относительно площади территории отражает только степень фактического наличия на ней путей сообщения. Все остальные коэффициенты, так или иначе, характеризуют интенсивность использования транспортной сети. Для территорий с редким населением и невысоким уровнем производства такие показатели дают сильно завышенное представление об обеспеченности путями сообщения. В таблице 2 это показано на примере некоторых регионов центральной России.

Таблица 2 – Обеспеченность Московской, Тульской и Пензенской областей автомобильной сетью общего пользования

Регионы	l , 1000 км	s , 100 км ²	p , 10 тыс.чел.	D_s	D_p	D_{Σ}
Московская область	39,365	458	731,9	0,86	5,38	2,15
Тульская область	13,718	257	150,4	0,53	9,12	2,21
Пензенская область	15,612	433	135,5	0,36	11,52	2,04

Из расчётов следует, что по показателю плотности сети относительно населения Пензенская область в два раза лучше обеспечена сетью автомобильных дорог, чем Московская (без учёта города Москвы). Использование показателей Энгеля и Успенского даёт более «сглаженную» картину, но, тем не менее, малонаселённый и экономически среднеразвитый регион, судя по этим показателям, оказывается равным по обеспеченности автомобильными дорогами густонаселённым и индустриальным Московской и Тульской областям.

Подобных некорректных результатов отчасти можно избежать при использовании более детальной сетки административного деления, а также исключении из исследования необжитых территорий. Решение последней задачи можно существенно облегчить, используя карты плотности населения. Представляется, что по административным единицам, содержащим необжитые территории, исключённые из исследования, расчёт показателей можно производить только на основании данных, полученных картометрическим путём.

Геометрическое направление. Оригинальный способ определения показателя плотности посредством интерпретации плотности транспортной сети как геометрической характеристики. Несмотря на простоту и наглядность, эта методика обладает тем же существенным недостатком, что и исследования, проводимые в русле статистического направления, а именно – совершенно не учитывает форму территории.

Картографическое направление. Графоаналитический способ определения плотности транспортной сети положил начало направлению, основанному на применении картографического метода исследования. В качестве меры плотности была использована величина, обратно пропорциональная среднему расстоянию, отделяющему каждую точку от ближайшего участка сети. Данный способ, предусматривал использование достаточ-

но трудоёмкого интегрального исчисления для нахождения линий раздела контуров, что сделало его малоприменимым. С появлением геоинформационных систем (ГИС) с их обширными возможностями моделирование статистических поверхностей при создании псевдоизолинейных карт сделало такие карты более распространёнными [4].

На основании проведённого анализа были определены некоторые вопросы применения ГИС на предварительном и основном этапах исследования путей сообщения. Вопросам выбора карт для получения исходных данных на предварительной стадии исследования уделялось недостаточно внимания. Наиболее детально здесь разработаны вопросы картометрии, универсальная методология которой активно используется, в том числе, и в транспортных исследованиях, например, при измерении длин участков местных автодорог. Однако при изучении автодорожных сетей востребованность картометрических измерений невелика, так как в данном случае для получения данных о протяжённости используются, как правило, статистические материалы. Следовательно, необходима разработка методологии выбора картографических источников при изучении пространственных характеристик транспортных сетей.

Более того, требования к точности карт сводятся, как правило, к требованиям к соблюдению геометрической точности, подразумевающей правильность нанесения на карту отображаемых объектов относительно ближайших пунктов и точек геодезической основы. Это связано с назначением данных для ГИС, предусматривающим получение по ним координат, расстояний и площадей. Точности отображения топологической составляющей картографического изображения обычно уделяется меньше внимания. Но при изучении структуры транспортных сетей (их пространственных характеристик) несоблюдение топологической точности способно исказить результаты исследования.

Таким образом, необходима разработка алгоритма перехода от изображения транспортной сети на географической карте к топологической модели, предназначенной для расчёта показателей, характеризующих пространственную структуру сети.

Список использованных источников

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года [Текст] / Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р.

2. Звижинский, А. И. Применение картографического метода для исследований путей сообщений / А.И. Звижинский., В.Н. Каледа // Вестник научных конференций. – 2017. – № 3-6 (19). – С. 47-51.

3. Арзамасцева, О.С. Вопросы оценки транспортно-эксплуатационного состояния характерных отрезков автомобильной дороги / О.С. Арзамасцева., А.И. Звижинский // В сборнике: ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием. Пензенский государственный университет; Межотраслевой научно-информационный центр. – 2016. – С. 93-96.

4. Военная топография: учебное пособие для вузов / А.В. Федотов [и др.]. – Пенза: Филиал ВА МТО, Пенз. арт. инж. инс-т, 2016. – 291 с.

PROSPECTS FOR THE STUDY OF COMMUNICATIONS CARTOGRAPHIC METHOD

A.I. Zvizhinsky, V.N. Kaleda

*Branch Military Academy materially-technical ensuring,
Penza, Russia,
FSBEI HE «Penza state University»,
Penza, Russia*

The article discusses the possibility of implementing cartographic methods for the study of communication routes.

Key words: ways of communication, cartographic method, transport network.

УДК 656.13.002.637

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

В.Н. Каледа, А.И. Звижинский, И.А. Каледа

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия,
Филиал Военной академии материально-технического обеспечения,
г. Пенза, Россия,
Пензенский казачий институт технологий (филиал)
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»,
г. Пенза, Россия*

В статье рассматриваются причины, вызывающие изменение технического состояния автомобиля при эксплуатации и приводящие к повышению содержания токсичных продуктов в отработавших газах.

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатация, отработавшие газы, техническое состояние.

При длительной эксплуатации автомобиля настройки двигателя и его систем нарушаются и приводят к повышенному содержанию токсичных продуктов (рис. 1): оксида углерода CO, оксидов азота NO_x и углеводородов в отработавших газах (ОГ). Это вызывается следующими основными причинами: изменением технического состояния и регулировочных параметров карбюратора; нарушением регулировочных параметров системы зажигания; износом цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма; изменением технического состояния воздушного фильтра [1].

Содержание токсичных веществ в ОГ существенно изменяется и при различных режимах работы двигателя (таблица 1)

Система холостого хода уже при наработке 8 тыс. км значительно меняет свои первоначальные регулировочные параметры. Наиболее распространенным дефектом холостого хода является переобогащение горючей смеси, что увеличивает выбросы CO на 35–40%, C_xH_y – на 30–35% на единицу пути. Согласно статистике, применение своевременных и качественных ТО и ТР обеспечивает снижение CO и C_xH_y при работе двигателя на холостом ходу приблизительно на 20%, а дополнительно на погрузочных режимах соответственно на 45–50%. Одновременно с этим снижается расход топлива на 5–6%.

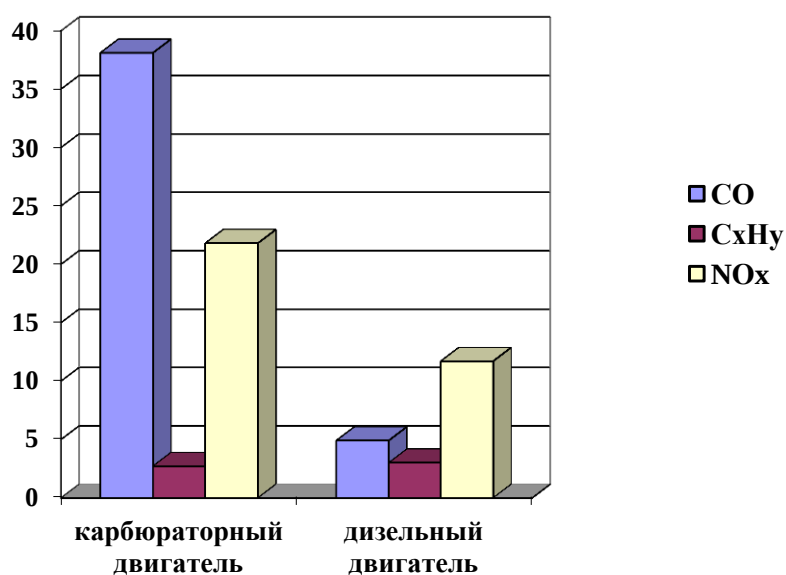


Рисунок 1 – Зависимость количества вредных выбросов в ОГ (г/кВт·ч) от типа двигателей

Таблица 1 – Содержание токсичных веществ в ОГ карбюраторных двигателей на различных режимах работы

Компоненты ОГ	Режим работы			
	Холостой ход	Постоянная скорость	Ускорение от 0 до 40 км/ч	Замедление от 0 до 40 км/ч
CO	0,5 – 8,5	0,3 – 3,5	2,5 – 5,0	1,8 – 4,5
C _x H _y	0,03 – 0,12	0,02 – 0,6	0,12 – 0,17	0,23 – 0,44
NO _x	0,005 – 0,01	0,10 – 0,20	0,12 – 0,19	0,003 – 0,005

По результатам исследований [2], показывающих изменение экологической безопасности автомобиля в процессе эксплуатации, была установлена связь между величиной пробега и токсичностью отработавших газов. Полученные экспериментальные данные (табл. 2) позволяют утверждать, что доля оксида углерода является наибольшей (от 76 до 84% по массе), затем идут углеводороды (от 7 до 17% по массе) и на последнем месте оксиды азота (от 2 до 7% по массе). Содержание оксида углерода к 30 000 км пробега возрастает до 91%. Общее количество выбросов возрастает примерно в три раза.

Таблица 2 – Результаты замеров количества токсичных веществ в ОГ автомобиля ВАЗ-21102 с различной величиной пробега

Пробег, км	Количество выбросов токсичных веществ автомобилем с разным пробегом							
	СО		С _х Н _у		NO _х		Итого	
	[г/км]	%	[г/км]	%	[г/км]	%	[г/км]	%
0	0,310	76	0,070	17	0,030	7	0,410	100
2500	0,600	82	0,090	12	0,040	6	0,730	100
6000	0,780	85	0,070	8	0,050	5	0,920	100
16900	0,710	88	0,070	9	0,030	3	0,810	100
30000	1,680	91	0,120	7	0,040	2	1,840	100
40000	1,320	87	0,150	10	0,040	3	1,510	100
50000	1,010	85	0,120	10	0,060	5	1,190	100
60000	0,980	85	0,110	10	0,060	5	1,150	100
70000	0,770	84	0,090	10	0,060	6	0,920	100
80000	1,020	84	0,120	10	0,080	6	1,220	100

У автомобилей с карбюраторным двигателем эти показатели снижаются вследствие отклонений в системе питания ДВС (на 30...40%), в системе зажигания (на 25...30%), в механической части ДВС (на 20...25%), в трансмиссии и ходовой системе (на 15 %).

Анализ исследований показывает, что при увеличении пробега с начала эксплуатации автомобилей с карбюраторными ДВС возрастание содержания токсичных веществ в ОГ обуславливается следующими основными причинами:

- изменением технического состояния карбюратора (засорение или износ главного и вспомогательного жиклеров, нарушение уровня топлива в поплавковой камере изменение регулировки карбюратора);
- неисправностью в системе зажигания, вызывающей изменение его установки и ослабление мощности искры (подгорание контактов прерыва-

теля и электродов свечей, нарушение изоляции проводов, замыкание обмоток катушки высокого напряжения);

- износом клапанов и втулок в газораспределительном механизме;
- износом цилиндропоршневой группы и отложением нагара в цилиндрах ДВС.

Одним из наиболее распространенных дефектов карбюратора является негерметичность клапана экономайзера. При негерметичном клапане на режимах малых и средних нагрузок выброс CO возрастает в 1,5–2 раза. При этом в реальных условиях эксплуатации такой дефект увеличивает выброс CO на 1 км пути на 40–55% и C_xH_y на 60–70%. Раннее включение клапана экономайзера существенно обогащает горючую смесь на режимах малых и средних нагрузок. При этом выброс CO увеличивается на 35–60% и C_xH_y на 40–50% [3].

Основным способом правильной эксплуатации являются периодическая проверка и регулировка карбюраторов на специальном динамометрическом стенде или на вакуумной установке при техническом обслуживании.

Правильная регулировка карбюратора обеспечивает работу двигателя без провалов при резком открытии дроссельной заслонки, а при сбросе нагрузки двигатель не должен глохнуть. Концентрация CO при этом находится в пределах норм, регламентируемых ГОСТом.

Повышение аэродинамического сопротивления воздушного фильтра вследствие его засорения в процессе эксплуатации ДВС вызывает обогащение рабочей смеси и увеличивает выброс CO и C_xH_y . Так, если сопротивление фильтра возрастет в 2 раза, выброс CO увеличится с 42 до 54 г/км и C_xH_y – с 6,5 до 8,1 г/км пути для автомобиля средней грузоподъемности при скорости движения 40 км/ч.

Увеличение угла опережения (раннее зажигание) повышает в ОГ содержание C_xH_y и NO_x на 12–16%. Величина CO и CO_2 при этом не меняется. Уменьшение угла зажигания (позднее зажигание) – снижает концентрацию NO_x на 25–30%, а C_xH_y – на 20–30%. Величина зазора между контактами прерывателя-распределителя влияет на отклонение угла опережения зажигания от оптимального. Эксплуатационное нарушение зазоров вызывает увеличение выброса C_xH_y до 30%.

Нарушение работы свечей зажигания – также наиболее встречающийся дефект. Увеличение зазора между электродами свечей зажигания приводит к увеличению выброса C_xH_y до 25%. Уменьшение зазора на 25% против нижнего предела оптимума повышает концентрацию C_xH_y до 40%. Одна неработающая свеча двигателя или две свечи, работающие с перебоями, вызывают повышение C_xH_y в 2–2,5 раза.

Негерметичность выпускных клапанов, неудовлетворительное состояние седел и поверхностей приводит к увеличению C_xH_y . Увеличение

зазора у впускных клапанов между штангой и коромыслом на 0,1 мм приводит к нарушению фаз газораспределения, что в свою очередь повышает концентрацию выбросов C_xH_y на 50–60%.

У изношенного двигателя количество СО увеличивается более чем в 3 раза по сравнению с отрегулированным и неизношенным двигателем.

К неисправностям дизельных ДВС, вызывающим повышенное содержание токсичных веществ в ОГ, относятся

- засорение сопловых отверстий форсунок, заедание иглы форсунки;
- неравномерный износ прецизионных пар;
- негерметичность топливоподающей аппаратуры и неправильная ее регулировка;
- ухудшение подвижности поршневых колец в канавках поршней из-за сильного осмоления и потери упругости от износа по толщине;
- поздний впрыск топлива;

Оценку соответствия регулировки системы питания и зажигания нормативным критериям осуществляют только с помощью инструментальных методов на специально оборудованных для этих целей постах.

Загрязнение деталей двигателя отложениями, образовавшимися в процессе эксплуатации, увеличивает выброс токсичных веществ. Ухудшение подвижности поршневых колец в канавках поршней вызывает потерю компрессии, при этом в картер уносится до 35% C_xH_y .

В дизельном двигателе поздний впрыск топлива ухудшает индикаторные показатели. Уменьшение угла опережения начала впрыска вследствие снижения максимальной температуры цикла значительно уменьшает количество NO_x . Количество СО не зависит от угла начала впрыска и равно 0,06%.

При проведении технического обслуживания особое внимание необходимо уделять контрольным и регулировочным работам по системам питания, зажигания и газораспределительному механизму двигателя.

Список использованных источников

1. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тагасов, В.И. Сарбаев. – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 208 с.
2. Коротков, М.В., Ямоллов Ю.И. Оценка влияния пробега на экологическую безопасность автомобиля ВАЗ 21102 / М.В. Коротков, Ю.И. Ямоллов // Вестник ОГУ. – 2003. – № 1. – С. 70-73.
3. Якубовский, Ю.Б. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Ю.Б. Якубовский. – М.: Транспорт, 1999. – 198 с.

REDUCTION IN EMISSIONS OF TOXIC COMPONENTS WASTE GAS

V.N. Kaleda, A.I. Swirzinski, I.A. Kaleda

*FSBEI HE «Penza state University»,
Penza, Russia,
Branch of the Military Academy of logistics,
Penza, Russia,
Penza Cossack Institute of technology (branch)
FSBEI HE «MSUTM them. K. G. Razumovsky (PCU)»,
Penza, Russia*

The article deals with the reasons that cause changes in the technical condition of the car during operation and lead to an increase in the content of toxic products in the exhaust gases.

Keywords: car, operation, exhaust gases, technical condition.

УДК 656.078

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Б.А. Кенжегалиев, М.К. Уразгалиева

*НАО «Атырауский университет нефти и газа»,
г. Атырау Республика Казахстан*

В процессе эксплуатации грузовых автомобилей происходит износ деталей, т. е. разрушение поверхностей сопряжённых деталей в результате трения. Предприятиям занимающимся эксплуатацией грузовых автомобилей необходимо своевременно обнаруживать и оперативно их заменять. Возникает необходимость в создании информационной базы данных эксплуатации автомобилей. Для этого предлагается информационная модель, приведены цели и принципы ее создания и характеристики.

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатация, информация, информационная модель, жизненный цикл, база данных.

В отличие от изделий других видов отраслей, грузовые автомобили и их агрегаты, механизмы на различных этапах жизненного цикла должны иметь постоянные технико-эксплуатационные параметры. Отличия в системе автомобиля на различных этапах жизненного цикла очевидны и определяются спецификой работы эксплуатирующих и ремонтных

организаций, а также организаций, производящих запасные части и горюче-смазочные материалы [1].

С точки же зрения эксплуатирующей организации, интерес представляют следующие элементы иерархии информационной системы: грузоподъемность, вместимость кузова, универсальность, надежность, экономичность и т.п. Кроме того, представление модели для эксплуатирующей организации должно содержать необходимую для эксплуатации часть информации, вносимую на стадии проектирования и изготовления. Важным блоком информации, без которой эксплуатационная модель была бы неполной, являются данные, связанные с технической поддержкой грузового автомобиля в целом, его систем, оборудования, с возможностью не только получать информацию о необходимых элементах снабжения, но и планирования заказа этих элементов с последующим заказом [2].

Отличие информационного потока в данном случае, он генерируется не только материальным потоком и о техническом состоянии, условия эксплуатации конкретного автомобиля. Поэтому непосредственно рабочим звеном информационной системы может быть автоматизированное рабочее место управленческого персонала, информационное подразделение системы управления организацией или обособленная группа управленческих работников, объединенных общностью выполняемых информационных функций (процедур, операций) [3].

Цель управления организацией – эффективное использование всех технических, материально-снабженческих, экономических, организационных и социальных возможностей для повышения эффективности эксплуатации списочного состава грузовых автомобилей в обслуживаемых автотранспортных предприятиях и предпринимателей, а также достижения высоких результатов деятельности пункта [4].

Цели создания информационной системы:

- обеспечить выживаемость и дееспособность пункта ТО и ремонта;
- обеспечение специалистов и менеджеров оперативной информацией;
- соблюдение адресности и точности информации;
- устранение неразберихи в получении информации и ее использовании;
- расширение функций пункта в соответствии с требованиями рынка.

Основные принципы построения информационной системы:

- иерархия (подчиненность задач и использования источников данных);
- принцип агрегированности данных (учет запросов на разных уровнях);
- избыточность (построение с учетом не только текущих, но и будущих задач);

- конфиденциальность;
- адаптивность к изменяющимся запросам;
- согласованность и информационное единство (определяется разработкой системы показателей, в которой исключалась бы возможность несогласованных действий и вывод неправильной информации);
- открытость системы (для пополнения данных).

Для пунктов технического обслуживания и ремонтного предприятия наиболее интересно представление совершенно другой иерархии информационной системы, учитывающее не только техническое состояние эксплуатируемого автомобиля, но и наличие необходимой информации, разрабатываемой и вносимой в единую информационную модель на стадиях приобретения, эксплуатации, обслуживания и ремонта каждого грузового автомобиля.

При снятии с эксплуатации грузовых автомобилей иерархическое представление может отличаться от вышеперечисленных, и обусловлено, прежде всего, спецификой деятельности предприятия, производящего списания, продажи по запасным частям и утилизацию.

Существует ряд общих для всех авторемонтных и других транспортных предприятий иерархических объектов двигатель, КПП, кузов, кабина, система, оборудование, представляет также интерес их пригодность к их дальнейшей эксплуатации. В связи с вышеизложенным, иерархическую модель грузового автомобиля на стадии всех жизненных циклов можно представить в виде схемы, изображенной на рисунок 1.

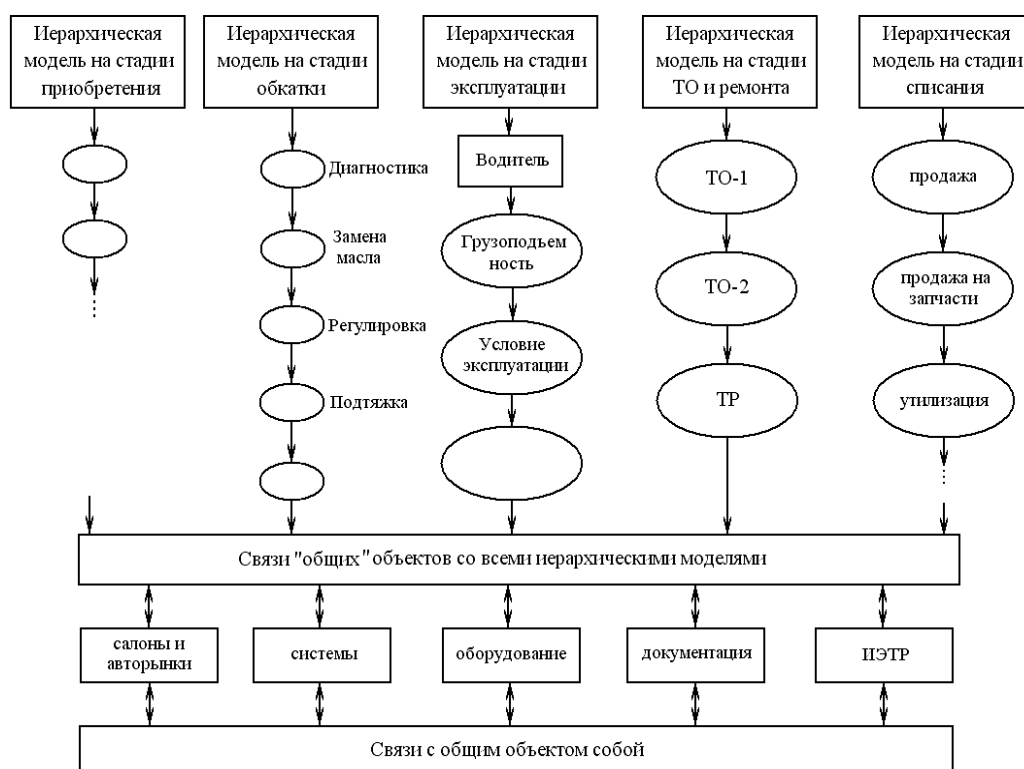


Рисунок 1 – Основные элементы иерархии информационной модели автомобиля на всех стадиях жизненного цикла

Заметим, что в данный момент речь идет о представлении информационной модели автомобиля на всех стадиях жизненного цикла, содержащих информацию, представляющую интерес как для завода-изготовителя, а также для эксплуатирующей, ремонтирующей и утилизирующей организации. Хотя, несомненно, информация для каждой стадии жизненного цикла должна быть разграничена [2].

В процессе работ по созданию информационной модели грузового автомобиля на всех стадиях жизненного цикла, была разработана концепция, которую можно выразить следующими пунктами [2]:

1. Информационная модель изделия на всех этапах жизненного цикла может отображаться одновременно в различных иерархических структурах, представляющих интерес на том или ином этапе жизненного цикла.

2. Информационная модель должна содержать всю информацию об изделии и элементах иерархического представления на всех этапах жизненного цикла.

3. Информационная модель должна иметь возможность представления срезов информации, необходимых для предприятий, работающих на разных стадиях жизненного цикла.

4. Необходимые срезы информации, предоставляемые различным предприятиям на разных этапах жизненного цикла должны производиться из единой базы данных при подключении к ней или передаваться через механизмы экспорта-импорта в базы данных предприятий с возможностью дальнейшей синхронизации, направленной на предоставление актуальной, на момент обращения к базам данных предприятий информации.

5. Создание информационной модели и пополнение данных целесообразно проводить, начиная со стадии проектирования с последующим пополнением данными в процессе сборки, эксплуатации, ремонта и т. д. Только в этом случае электронно-информационный модель будет полной и представление необходимого среза информации для следующих этапов жизненного цикла будет легко реализуемо и не потребует дополнительных затрат.

6. Необходим некий субъект держатель информационной модели, ответственный за актуализацию информации в случае ее пополнения или изменения в процессе жизненного цикла. Держателем модели в зависимости от различных условий может являться, например, сервис-центр, основной дилер завода-изготовителя или заказчик. В настоящее время существует два основных подхода к реализации ЭИМИ на различных стадиях [5]:

а) В виде самостоятельных (отдельных, независимых) моделей, представленных для той или иной стадии жизненного цикла.

б) В виде единой модели с возможностью предоставления необходимых срезов информации для различных предприятий и

организаций, на различных этапах жизненного цикла изделия автомобилестроения.

Первый подход подразумевает построение модели и ее иерархии для того или иного этапа жизненного цикла с необходимыми данными и передачу ее той или иной организации. Второй подход полностью соответствует основной концепции и описывается следующей логикой [5]. В процессе всех стадий жизненного цикла внесение данных производится в единую гетерогенную среду.

Существует возможность быстро сделать необходимый срез информации и передать его соответствующей организации следующими способами:

- выгрузка необходимых элементов иерархии и данных из единой ЭИМИ с последующей их передачей;
- организация доступа к необходимому срезу информации ЭИМИ через сеть, включая удаленные рабочие станции, в т. ч. и по низкоскоростным каналам.

В этом случае база электронно-информационной модели должна иметь средства администрирования доступа. Например, эксплуатирующая организация видит лишь эксплуатационную модель. В любом из вышеприведенных способов необходимо, чтобы электронно-информационная модель (ЭИМ) физически представляла собой единую постоянно пополняемую базу данных (рисунок 2).

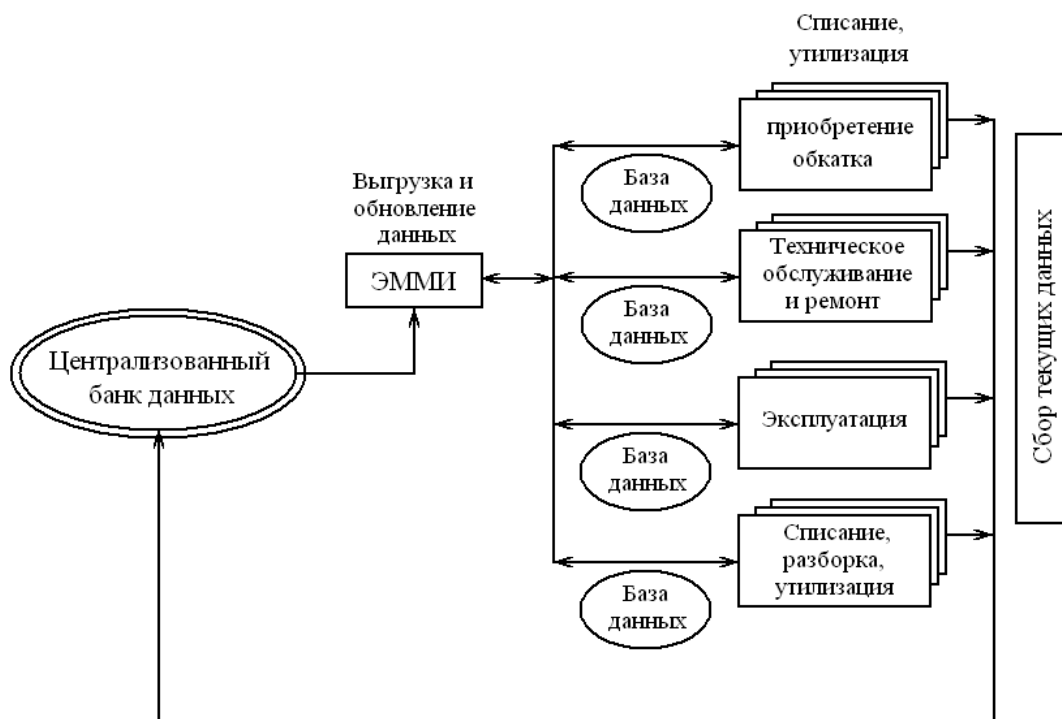


Рисунок 2 – Схема реализации информационной модели эксплуатации грузовых автомобилей.

В связи с этим в вышеописанной концепции указана необходимость наличия организации-держателя базы, ответственной за своевременное пополнение информации ЭИМ и предоставление необходимой информации использующим ЭИМ предприятиям [5].

На различных этапах эксплуатации грузового автомобиля автотранспортному предприятию необходимо применять различные стратегии для увеличения срока службы всех агрегатов и механизмов автомобиля. Поэтому с помощью предлагаемой схемы реализации информационной модели эксплуатации грузовых автомобилей, можно точно определить техническое состояние всех агрегатов и механизмов конкретного автомобиля.

Список использованных источников

1. Геронимус, Б.Л. Совершенствование планирования на автомобильном транспорте / Б.Л. Геронимус – М.: Транспорт, 1985. – 127 с.
2. Рындин, А.А. Технологии обеспечения жизненного цикла изделий / А.А. Рындин [и др.]; под ред. Л.М. Рябенский // Компьютер-Информ [Электронный ресурс] / – М., 2009. – Режим доступа: http://www.ci.ru/inform11_05/p_10.htm.
3. Компьютеризированные интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении / Т.А. Альперович [и др.] / Под ред. Т.А. Альперович. – М.: ВИМИ, 1999. – 512 с.
4. Голованенко, С.Л. Экономика автомобильного транспорта: учебник для вузов по спец. «Экономика и организация автомобильного транспорта» / С.Л. Голованенко. – М.: Высш. школа, 1983. – 352 с.
5. Жанбирова Ж.Г., Тусупов Д.М., Камбарова А.А., Тусупова А.Е. Вестник МАДИ. – 2013. – № 2(33). – С. 7-10.

CONSTRUCTION OF INFORMATIVE MODEL OF EXPLOITATION OF TRUCKS

B.A. Kenzheliyev, M.K. Urazgaliyeva

*NJSC «Atyrau oil and gas university»,
Atyrau city Republic of Kazakhstan*

In the process of exploitation of cars there is aware of details, id east destruction of surfaces of the attended details as a result of friction to Enterprises engaging in exploitation of trucks it is necessary in good time to discover and operatively to replace them. There is a necessity for creation of InfoBase of data of exploitation of cars. An informative model is offered for this purpose, aims over and principles of her are brought.

Keywords: car, exploitation, information, informative model, life cycle, database.

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА Р255 И Р257 НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

К.В. Пульянова, Е.С. Воеводин, А.М. Асхабов, А.С. Кашура

*ФГАУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
г. Красноярск, Россия*

В статье рассматривается один из методов определения интенсивности транспортного потока, на основе которого проанализирована интенсивность на федеральной дороге Р255 и Р257 на территории Красноярского края. На основе автоматизированного метода учета интенсивности был проанализирован состав транспортного потока.

Ключевые слова: интенсивность транспортного потока, скорость движения, дистанция, безопасность дорожного движения.

Для получения сопоставимых данных при анализе дорожных условий пользуются системой показателей – коэффициентами относительной аварийности или коэффициентами происшествий. Согласно указаниям по обеспечению безопасности движения для длинных и однородных по геометрическим элементам участков коэффициент происшествий основывается на количестве ДТП и на интенсивности движения на рассматриваемом участке.

Согласно ГОСТ 32965-2014 существует 2 метода учета интенсивности движения транспортного потока:

1 Автоматизированный метод учета интенсивности движения. Метод основан на применении технических средств, позволяющих в автоматизированном режиме выполнять учет установленных типов транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования.

2 Визуальный метод учета интенсивности движения. Метод основан на визуальном наблюдении и фиксировании количества транспортных средств, проходящих по автомобильной дороге.

Рассмотрим фактические интенсивности движения ТС на Р255 и Р257 определенные автоматизированным методом учета на основе показаний датчиков интенсивности движения ФКУ «Байкалуправтодор» за 2016 год [1]. На разных участках автодороги наблюдается разная интенсивность движения ТС. На основе показаний датчиков составим гистограммы рас-

пределения интенсивности потока в зависимости от месяца (рисунок 1 и рисунок 2).

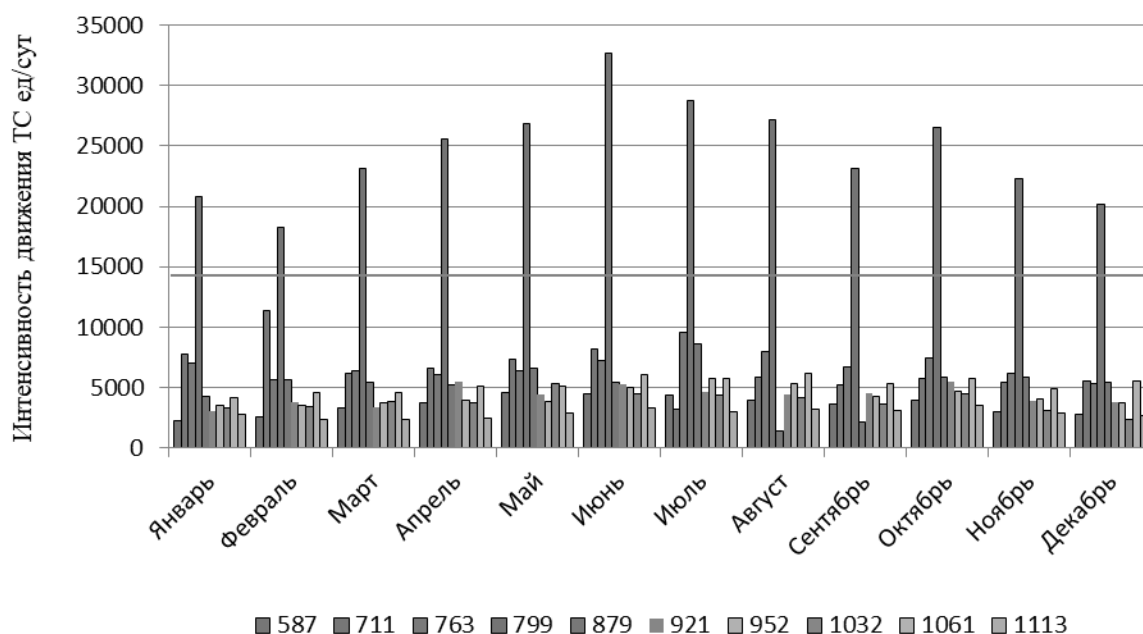


Рисунок 1 – Показания датчиков интенсивности на участках Р255

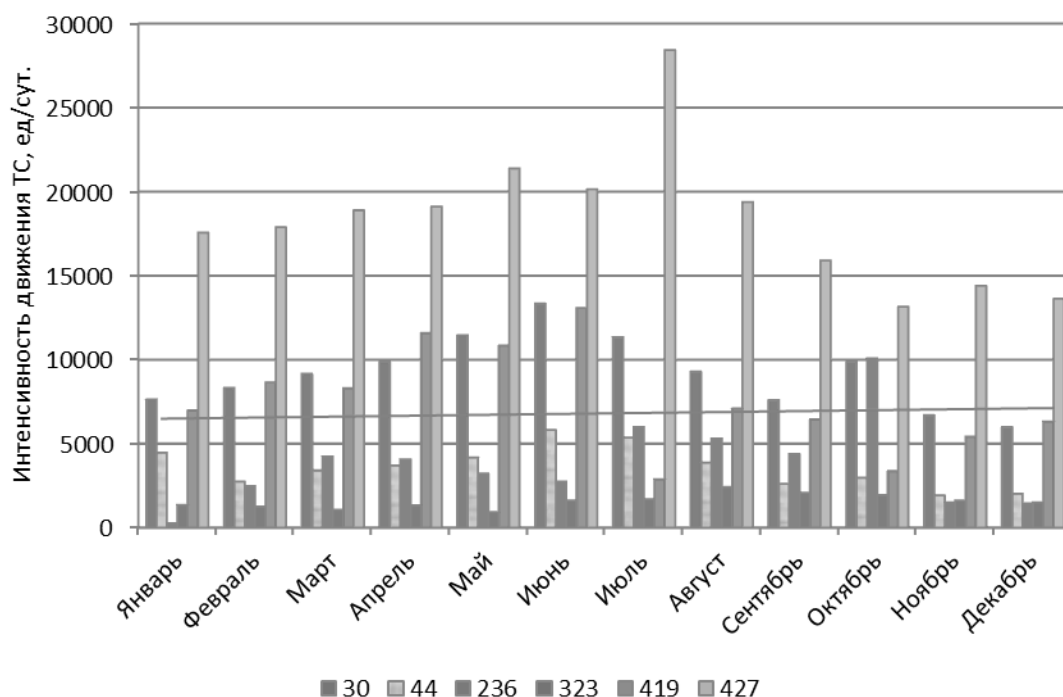


Рисунок 2 – Показания датчиков интенсивности на участках Р257

Интенсивность движения ТС на федеральной дороге не постоянна. Увеличение интенсивности движения наблюдается в летние месяца. На разных участках достижение максимума происходит в июне и июле. Также

максимальная интенсивность движения ТС наблюдается на участках федеральных дорог, проходящих через населенные пункты. На федеральной дороге Р255 таким участком является 799 км (Красноярский край, Емельяновский район, поселок Емельяново), а на Р257 427 км (Красноярский край, Минусинский район, г. Минусинск). Сравнивая графики интенсивности движения, видно, что суммарная интенсивность движения ТС на федеральной дороге Р255 выше, чем на Р257.

Существует значительная разница между фактической и расчетной интенсивностью. Разница наблюдается в летние месяцы. Среднемесячная суточная интенсивность наиболее напряженного месяца на 799 км Р255 более чем в 2 раза, а на 427 км Р257 более чем в 3 раза, превышает установленную на основе экономических изысканий или расчетов среднегодовую суточную интенсивность для дороги первой категории.

Несоответствие расчетных данных фактической интенсивности движения может быть вызвано следующими причинами:

- несоответствие принятых при расчете технических параметров участка (участков) фактическим параметрам;
- осуществление по участкам дороги технологических перевозок предприятием, не имеющим своих подъездных путей;
- некорректный учет интенсивности движения;
- наличие не учтенных в расчетах автомобильных дорог или населенных пунктов;
- проведение ремонтных работ на участках дороги в период учета интенсивности движения.

Рассмотрим интенсивность движения по видам транспортных средств. Интенсивность движения грузовых автомобилей на автодороге Р255 колеблется от 19% до 55% от общего количества зафиксированных ТС, среднее значение составляет 37%. Интенсивность автобусов составляет около 24% от общего количества. Интенсивность движения грузовых автомобилей на автодороге Р257 колеблется от 12% до 31% от общего количества зафиксированных ТС, среднее значение составляет 20%. Интенсивность автобусов составляет около 8% общего количества. На федеральной дороге Р255 интенсивность движения ТС, осуществляющих общественные перевозки превышает интенсивность на федеральной дороге Р257.

Разница в относительном количестве различных видов ТС связана с увеличением интенсивности потока легковых автомобилей в летнее время. При значительном увеличении доли грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока наблюдается рост относительного количества ДТП. Это связано с разницей скоростного режима автомобилей в потоке. Увеличение средней скорости автомобиля движущегося в потоке на 5% для обгона впереди идущего автомобиля влечет за собой увеличение количества ДТП с погибшими на 20-30% [2].

Анализ интенсивности показал, что значительная разница между фактической и расчетной интенсивностью движения наблюдается в летний период на участках, проходящих в населенных пунктах. Увеличение интенсивности движения понижает надежность функционирования системы «Водитель-автомобиль-дорого-среда» из-за возникновения разницы в скорости движения автомобилей движущихся в потоке.

Ранее в исследованиях [3] было установлено, что участок с наибольшей интенсивностью 799 км является одним из аварийных участков Р255, а 427 км – Р257. В дальнейших исследованиях на основе данных об интенсивности будут рассмотрены организационно-технические мероприятия для снижения количества ДТП на аварийных участках.

Список использованных источников

1. Федеральное дорожное агентство Росавтодор ФКУ «Байкалуправдор» [Электронный ресурс]: Федеральные автодороги – Режим доступа: <http://www.fuad-baikal.ru/index.php/federalnye-avtodorogi/set-dorog/obshchaya-skHEMA-dorog>.

2. Voevodin, E.S., Kashura A.S., Fomin E.V., Pulyanova K.V., Askhabov A.M, Holub N.V. Reduction of accidents on public roads by increasing informativeness of drivers Advances Engineering Research, volume 158, International Conference on AviaMechanical Engineering and Transport (AviaENT 2018). Irkutsk. – 2018 – p. 443-447;

3. Пульянова, К.В., Воеводин Е.С. Анализ статистики ДТП на федеральных дорогах Красноярского края / К.В. Пульянова, Е.С. Воеводин // Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Борисовские чтения». Красноярск. – 2018 – С. 97-100.

INVESTIGATION OF THE INTENSITY AND SPEED OF TRAFFIC ON THE P255 IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

K.V. Pul'yanova, E.S. Voevodin, A.M. Askhabov, A.S. Kashura

*FSAE HE «Siberian Federal University»,
Krasnoyarsk, Russia*

The article discusses one of the methods for determining the intensity of traffic flow, on the basis of which the intensity on the federal road R255 and R257 on the territory of the Krasnoyarsk Territory is analyzed. Based on an automated intensity accounting method, the composition of the traffic flow was analyzed.

Keywords: traffic intensity, speed, distance, road safety.

ДВС ПРОТИВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ: ЧТО ВЫБРАТЬ СЕГОДНЯ

**В.И. Работинский, М.С. Угроватый,
О.А. Самородская, С.Ю. Кайгородов**

*Омский Государственный Технический Университет,
г. Омск, Россия*

В данной статье были рассмотрены были рассмотрены два вида двигателей, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Электрический двигатель, ДВС, двигатель внутреннего сгорания, двс против электрического двигателя.

Мы живем в удивительное время, так как на наших глазах происходит «взросление» электродвигателей. То, что когда-нибудь наступит момент и автомобили с электродвигателем вытеснят двс с автомобильного рынка было понятно уже давно и на это есть множество предпосылок. На данный момент на рынке существует множество автомобилей на электрическом топливе от различных мировых производителей.

Электромобиль - это устройство, которое при помощи электроэнергии поступающей в электродвигатель приводится в движение. Они бывают следующих видов:

1. Внутригородские автомобили – на них установлены менее мощные электродвигатели, в то же время они имеют не большой вес, благодаря такому сочетанию не большого веса и высокого крутящего момента автомобиль приводится в движение.

2. Микроэлектромобили – данный вид электромобиля создан только для городских условий, так как на данный момент стоит острая проблема с пробками, парковочными местами и невероятно большим потоком транспорта. Эти маленькие автомобильчики могут перевозить лишь водителя и максимум одного пассажира и в среднем проезжают около 30 км. Но его главные плюсы маленькие размеры и масса, что уменьшает его стоимость и эксплуатационную составляющую в разы.

3. Полноразмерные электромобили – они полностью соответствуют машинам, едущим по трассе. У данного типа электромобиля отличные динамические параметры, во многом превосходящие машины с двс, но самый главный минус, который не дает им завладеть рынком это аккумулятор, который не даст проезжать вам длительные расстояния.

4. Троллейбусы, электроавтобусы, трамваи и грузовые машины – данный тип электромобилей используется в городах уже давно и имеет самые лучшие показатели, кроме грузовых машин. Они только начинают набирать свою популярность и имеют большие перспективы.

На данный момент на наших Российских дорогах электромобиль считается редкостью и экзотикой который может позволить себе не каждый. Сейчас в нашей стране применяется всего 7 моделей электромобилей и практически все эти модели принадлежат компании Tesla, однако это очень дорогие автомобили, поэтому мало кто решится купить такой дорогой автомобиль. Еще одним из главных минусов почему у нас в стране так не развито использование электромобилей – это морозы которые снижают и без того небольшую емкость аккумулятора и отсутствие электрозаправочных станций.

Но почему же все мировые компании по производству автомобилей стараются перейти на электродвигатели, на это есть множество причин:

1. Тяговый электродвигатель имеет невероятно большой показатель КПД по сравнению с двигателем внутреннего сгорания. У электродвигателя этот показатель равен 90-95%, в то время как у ДВС всего от 22 до 66%.

2. Электродвигатель не имеет потерь на трение трансмиссии.

3. Электромоторам не нужна коробка передач, так как максимальный крутящий момент развивается с начала движения, в момент пуска. Именно поэтому у него такая фантастическая тяга.

4. Отсутствие вредных выхлопов и большая экологичность, так как не используются антифризы, нефтяные топлива, трансмиссионные и моторные масла.

5. Не большая стоимость обслуживания и эксплуатации, низкая взрывоопасность.

6. Не сложная конструкция, долговечность экипажной части и надежность.

7. Меньший шум, возможность подзарядки дома, возможность торможения при помощи электродвигателя и еще многих мелких факторов которые выводят электромотор на голову выше перед дсв.

Недостатками электромотора в отличие от дсв являются всего два фактора – это дороговизна, которая уйдет если электромобили запустят в серийное производство и малый пробег на одной заправке. Сложив все за и против, можно понять, что электромоторы в 3, а то и в 4 раза эффективнее двигателя внутреннего сгорания и поэтому автопроизводители хотят перейти в новый век технологий постоянно усовершенствуя электродвигатель.

На данный момент у электромобиля есть высокие перспективы, большая часть концернов уделяют внимание этой технологии. С каждым

днем придумываются новые механизмы для решения недостатков, которые присуще электродвигателям. К тому же правительство стран создает инфраструктуру и специальные программы для развития электрического транспорта. В них входят выделенные полосы, отсутствие налога на электрический транспорт и бесплатные парковочные места.

На данный момент существующие электрозаправки позволяют зарядить автомобиль в течении получаса, в будущем потребуются всего несколько минут для полной зарядки аккумуляторов. В данном направлении уже ведутся усердные работы, будут созданы специальные батареи, которые позволят увеличить ход до тысяч километров и не будут бояться холода. Будет появляться множество электрозаправок, а по дорогам будут ездить только автомобили на электродвигатели, так как машины с ДВС хотят запретить. Ведь данные перемены только к лучшему, потому что в результате окружающий мир станет чище, тише и комфортнее.

Список использованных источников

1. Афанасьев, К. Топливные элементы - батарейки будущего / К. Афанасьев // Радиолобитель. – 2005. – №2. – С.26-29.
2. Курзуков, Н.И. Ягнятинский В.М. Аккумуляторные батареи / Н.И. Курзуков, В.М. Ягнятинский // Краткий справочник. – М.: За рулем, 2006. – 88 с.
3. Хрусталева, Д.А. Аккумуляторы / Д.А. Хрусталева. – М.: Изумруд, 2003. – 224 с.
4. Волгин, В.В. Малый автосервис: практическое пособие / В.В. Волгин. – М.: Дашков и К, 2013. – 564 с.

INTERNAL COMBUSTION ENGINE AGAINST ELECTRIC ENGINE: WHAT TO CHOOSE TODAY

V.I. Rabotinskiy, M.S. Ugrovatiy, O.A. Samorodskaya, S.Y. Kaygorodov

*Omsk State Technical University,
Omsk, Russia*

In this article two types of engines were considered, their advantages and disadvantages.

Keywords: electric motor, internal combustion engine, internal combustion engine, internal combustion engine versus electric motor.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Салмин, Н.А Волкова

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

Статья посвящена проблеме безопасности дорожного движения на дорогах Российской Федерации в целом и по регионам в частности. Предложено решение по устранению данной проблемы в Пензенской области посредством оснащения знаков дорожного движения специальными IoT-датчиками.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, дорога, дорожные знаки, IoT-датчики.

Проблема безопасности дорожного движения в Российской Федерации из года в год остается одной из самых актуальных. Постоянное повышение уровня автомобилизации приводит к всё большему росту интенсивности дорожного движения, появлению на дорогах страны всё большего количества автомобилей, что, в свою очередь, приводит к возникновению дорожных конфликтов и является следствием дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Травматизм, полученный в результате ДТП, является серьезной социальной проблемой [1].

22 января 2018 года председатель правительства Д.А. Медведев подписал Стратегию безопасности дорожного движения, рассчитанную на семь лет. Планируется снизить показатель смертности на дорогах к 2024 году до 4 человек на 100 тысяч, а к 2030 – до нуля [3].

«Высокими остаются показатели смертности на дорогах в результате дорожно-транспортных происшествий - свыше 13 человек на 100 тысяч. К примеру, в Германии это 3,9, а в Дании 2,7» [3].

Ниже на рисунках 1 и 2 показана карта Российской Федерации. Разными цветами выделены показатели состояния безопасности дорожного движения в сравнении с аналогичным периодом прошлого года (АППГ) [2].

По картам видно, что, в сравнении с аналогичным периодом прошлого года в одних регионах страны наблюдается снижение количества ДТП, в других, наоборот, рост. Можно заметить чередование этих изменений на примере Западной и Восточной Сибири.

Но есть регионы, в которых и в сентябре, и в октябре 2018 года происходил только рост дорожно-транспортных происшествий в сравнении с

аналогичными периодами прошлого года. К таким регионам относится и Пензенская область (рисунок 1 и рисунок 2).

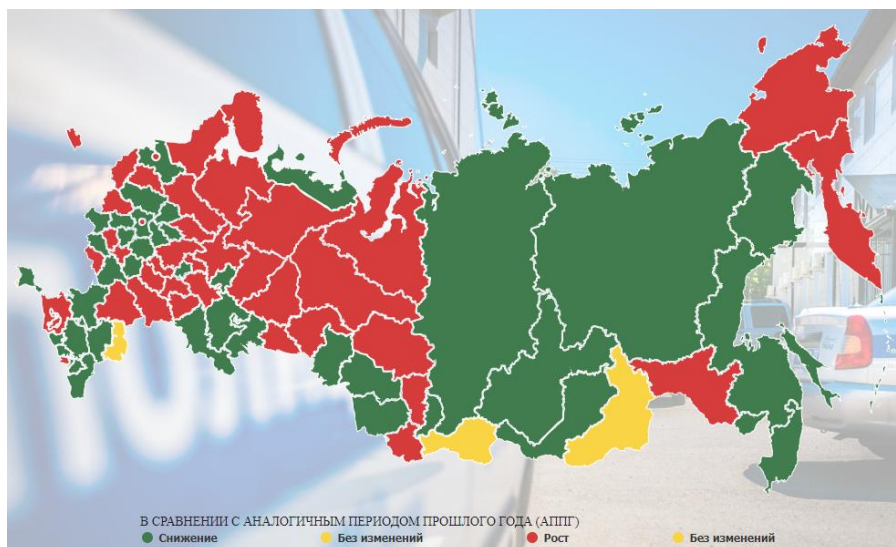


Рисунок 1 – Карта РФ за сентябрь 2018 года

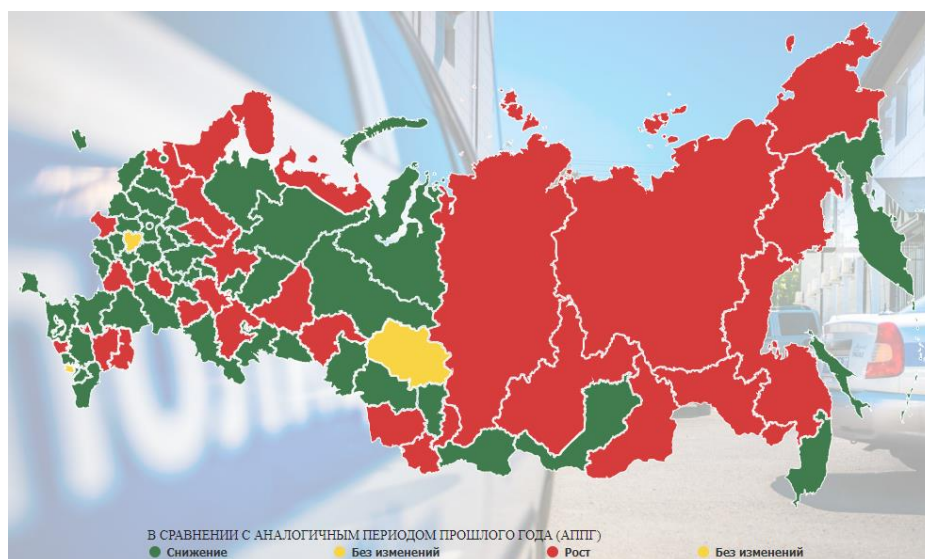


Рисунок 2 – Карта РФ за октябрь 2018 года.

Если рассмотреть проблему роста ДТП в Пензе поближе (рисунок 3), то можно увидеть, что более половины области окрашено в красный цвет.

Безопасность дорожного движения во многом зависит от функционирования системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» (ВАДС).

Наглядно это можно увидеть на диаграмме снизу (рисунок 4).

Автомобильная дорога – это комплексное транспортное сооружение, включающее проезжую часть и ее обустройство, сооружения, конструкции, элементы, направленные на обеспечение предъявляемых к дороге

требований [4]. Зачастую ненадежное обустройство дорог может послужить возникновению дорожно-транспортного происшествия.

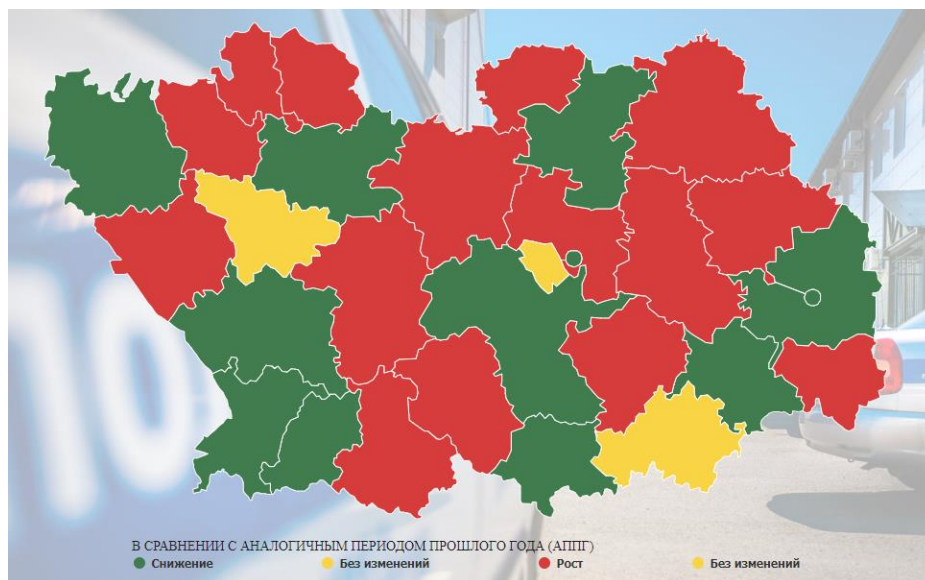


Рисунок 3 – Карта Пензенской области

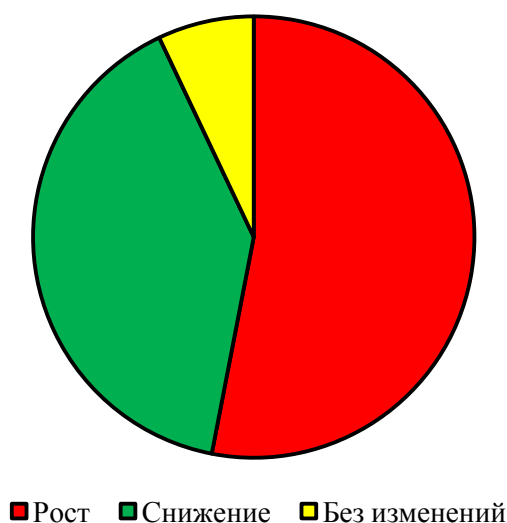


Рисунок 4 – Соотношение показателей состояния безопасности дорожного движения Пензенской области

С целью повышения безопасности дорожного движения предлагается внедрить по Пензенской области, в большей степени в населенных пунктах, интеллектуальные дорожные знаки, оснащенные специальными IoT-датчиками, которые будут передавать информацию о состоянии дорожного знака в управляющую компанию.

IoT-датчиками необходимо оснастить прежде всего дорожные знаки, регулирующие скорость движения перед пешеходными переходами, так

как именно там из-за плохой видимости в темное время суток, в туман, в дождливую погоду не удастся во время увидеть пешехода и затормозить.

Датчики должны будут реагировать на изменение температуры атмосферного воздуха, влажности, скорости ветра вблизи дорожного знака и подавать сигнал на замену ограничения допустимой скорости. В случае, если знак будет поврежден или сбит, устройство передаст данные в обслуживающую организацию.

Список использованных источников

1. Мысаев, А.О., Сеилханов К.Е., Сурков С.В., Бокембаев Н.А., Амренов Т.Ж., Мысаев Алт.О. Дорожно-транспортный травматизм. Часть 1: эпидемиология. Литературный обзор // Наука и здравоохранение. – 2013. – №6. – С. 16 – 21. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dorozhno-transportnyy-travmatizm-chast-1-epidemiologiya-literaturnyy-obzor>, свободный (20.11.2018).

2. Официальный сайт Госавтоинспекции. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru>, свободный (20.11.2018).

3. Российская газета [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2018/01/22/medvedev-podpisal-novuiu-strategiiu-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniia.html>, свободный (20.11.2018).

4. Степанов, И.С., Покровский Ю.Ю., Ломакин В.В., Ю.Г. Москалева Влияние элементов системы водитель – автомобиль – дорога – среда на безопасность дорожного движения: учебное пособие – М.: МГТУ МАМИ, 2011. – 171 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/788/78788/files/mami_auto123.pdf, свободный (20.11.2018).

IMPROVINGROADSAFETYINTHEPENZAREGION

V.V. Salmin, N.A. Volkova

*FSBEIHE «Penza state University»,
Penza, Russia*

The Article is devoted to the problem of road safety on the roads of the Russian Federation in General and in the regions in particular. The solution to eliminate this problem in the Penza region by equipping traffic signs with special IoT sensors is proposed.

Keywords: traffic safety, traffic accident, road, road signs, IOT-sensors.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВУХТАКТНЫХ ДВС

В.В. Салмин, С.В. Суменков, Н.А. Дустмуратов

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

В статье приводятся эмпирические формулы, позволяющие совместно с принимаемыми коэффициентами и известными зависимостями рассчитать параметры процесса впуска и сжатия двухтактных двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: тепловой расчет, двухтактный двигатель, термодинамические параметры, процесс впуска, процесс сжатия, давление, температура.

Прошло вот уже 111 лет, как профессором Императорского Московского технического училища (ныне МВТУ им. Н.Э. Баумана) Гриневецким В.И. был разработан метод теплового расчета двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Однако несмотря на неоспоримое величие метода и его активное применение при расчетах современных ДВС ученые и инженеры все более и более понимают, что метод не совершен и требует дальнейшего проведения работ по его совершенствованию. Особенно это касается выбора ряда параметров и коэффициентов на начальном этапе расчета процессов впуска и сжатия.

В связи с вышеизложенным попробуем усовершенствовать метод расчета для двухтактных ДВС. Особенностью рабочего процесс двухтактного двигателя является, то, что рабочий цикл совершается за один оборот коленчатого вала ДВС (рисунок 1).

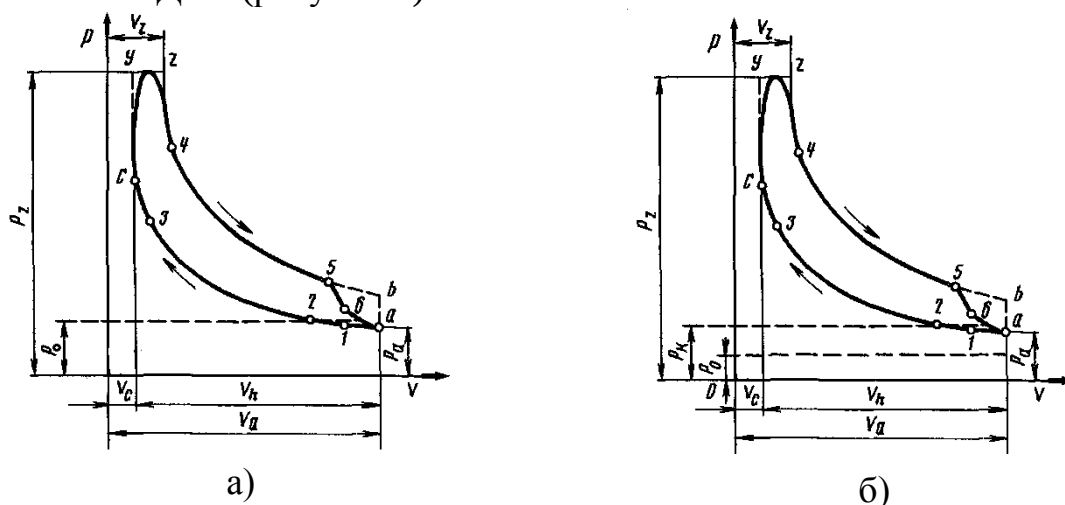


Рисунок 1 – Индикаторная диаграмма двухтактного ДВС:

а – без наддува; б – с наддувом.

В соответствии с существующей методикой теплового расчета двухтактного двигателя из заданной геометрической степени сжатия ($\varepsilon = V_a/V_c$) необходимо определить действительную степень сжатия (ε_d) по формуле:

$$\varepsilon_d = \varepsilon - \psi \cdot (\varepsilon - 1), \quad (1)$$

где ψ – потерянная доля хода поршня, которая принимается:

- для двухтактных двигателей с клапанной-щелевой прямоточной продувкой $\psi = 0,06 \dots 0,12$;
- для двухтактных двигателей с кривошипно-камерной продувкой $\psi = 0,12 \dots 0,3$.

После определения действительной степени сжатия определяется давление продувочного воздуха. Давление продувочного воздуха в зависимости от типа (способа) продувки камеры сгорания двухтактного ДВС принимается [1]:

- для двухтактного ДВС без наддува (рисунок 1а) как

$$P_k = P_0; \quad (2)$$

- для двухтактных двигателей с клапанной-щелевой прямоточной продувкой с наддувом как

$$P_k = (1,1 \dots 1,3) \cdot P_0; \quad (3)$$

- для двухтактных двигателей с кривошипно-камерной продувкой и с наддувом

$$P_k = (1,3 \dots 1,5) \cdot P_0. \quad (4)$$

Давление в точке «а» индикаторной диаграммы определяется из зависимости [1]:

- для двухтактного двигателя без наддува (рисунок 1а)

$$P_a = (0,85 \dots 1,05) \cdot P_0. \quad (5)$$

- для двухтактного двигателя с наддувом (см. рис. 1б)

$$P_a = (0,85 \dots 0,9) \cdot P_k. \quad (6)$$

Температура в точке «а» индикаторной диаграммы (T_a) для двухтактных ДВС находится в пределах 300 ... 310К и определяется по формуле [1]:

- для двухтактных ДВС без наддува

$$T_a = \frac{T_0 + \Delta T + \gamma \cdot T_r}{1 + \gamma}, \text{ К}, \quad (7)$$

- для двухтактных ДВС с наддувом

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T + \gamma \cdot T_r}{1 + \gamma}, \text{ К}, \quad (8)$$

где T_0 – абсолютная температура продувочного воздуха, равная температуре окружающей среды, К;

ΔT – температура подогрева свежего заряда в двухтактном двигателе, К. При определении ΔT можно задаться значениями изменения температуры в пределах от 4 до 16К или определить это изменение по формуле предложенной профессором Салминым В.В.:

$$\Delta T = (T_0 - 286) \cdot \left[\left(\frac{P_\kappa}{P_0} \right)^{\frac{\pi-1}{\pi}} + 1 \right], \quad (9)$$

где π – показатель политропы который при свободном впуске свежего заряда в двухтактных ДВС принимается равным 1,4, а при работе нагнетателей осуществляющих наддув в ДВС принимается равным 1,5 ... 2.

γ – коэффициент остаточных газов, который может принят в диапазоне от 0,02 до 0,4, или определен по формуле, предложенной профессором Салминым В.В. имеющей вид:

$$\gamma \approx 1 - \frac{\lambda_0 \cdot \alpha}{\lambda_0 \cdot \alpha + 1}, \quad (10)$$

где λ_0 – теоретическое количество воздуха, требуемое для процесса сгорания топлива, кг /кг;

α – коэффициент избытка воздуха.

Коэффициент избытка воздуха для двухтактных ДВС принимается в следующих пределах:

- для двухтактных карбюраторных ДВС без наддува $\alpha \approx 0,9 \div 0,96$;
- для двухтактных дизельных и бензиновых впрысковых ДВС без наддува $\alpha \approx 1,1 \div 1,3$;
- для двухтактных дизельных ДВС и бензиновых впрысковых с наддувом $\alpha \approx 1,3 \div 2,0$.

T_r – температура газов в двухтактных ДВС в конце рабочего хода (в точке 6 индикаторной диаграммы см. рис. 1), ориентировочно может быть определена по формулам предложенным профессором Салминым В.В.

- для бензиновых ДВС

$$T_r \approx 883 + 0,022 \cdot n_e, \text{ К}; \quad (11)$$

- для дизельных ДВС

$$T_r \approx 595 + 0,1 \cdot n_e, \text{ К}. \quad (12)$$

T_κ – абсолютная температура продувочного воздуха после наддува, К, определяемая по формуле [2]:

$$T_\kappa = T_0 \cdot \left(1 + \frac{\pi^{\frac{k-1}{k}} - 1}{\eta_{над}} \right), \quad (13)$$

здесь $k = 1,40$ – показатель адиабаты для воздуха;

$\eta_{над}$ – адиабатный к.п.д. компрессора, равный $\eta_{над} = 0,67 \div 0,84$.

Для двухтактных ДВС давление в точке «6» индикаторной диаграммы (рисунок 1) соответствующее давлению газов в на выпуске может быть определено по формуле [2]:

$$P_r \approx P_a \left(1 + \frac{\Delta T}{T_0} \cdot (\varepsilon_\delta - 1) \right), \text{ МПа,} \quad (14)$$

Коэффициент наполнения для двухтактных ДВС определяется по формуле [1]:

- для двухтактных двигателей без наддува

$$\eta_V \approx \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + \gamma \cdot T_r} \cdot \varphi_{доз} \quad (15)$$

- для двухтактных двигателей с наддувом

$$\eta_V \approx \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_\kappa} \cdot \frac{T_\kappa}{T_\kappa + \Delta T + \gamma \cdot T_r} \cdot \varphi_{доз} \quad (16)$$

где $\varphi_{доз}$ – коэффициент дозарядки, который для двухтактных двигателей без наддува может быть принят $\varphi_{доз} = 1,0$, а для двухтактных ДВС с наддувом $\varphi_{доз} = 1,0 \dots 1,1$.

Коэффициент утечки свежего заряда «и», определяющий потерянную, из цилиндра в ходе продувки, долю воздуха рассчитывается по формуле:

$$u = 1 - \frac{\eta_V \cdot (1 - \psi)}{\alpha} \quad (17)$$

Значение коэффициента утечки воздуха должно находиться в пределах от 0,05 до 0,5.

После определения параметров свежего заряда на впуске, а именно температуру T_2 , произведем определение показателя политропы сжатия « n_1 ». Для этого для точки «2» индикаторной диаграммы запишем уравнение вида [2]:

$$T_2 = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} \quad (18)$$

где n_1 – показатель политропы сжатия, который для различных двухтактных ДВС должен быть в пределах:

- для двухтактных карбюраторных ДВС $n_1 = 1,25 \dots 1,27$;

- для двухтактных дизельных ДВС $n_1 = 1,27 \dots 1,3$.

Из уравнения 18 выразим величину показателя политропы сжатия:

$$n_1 = \left[\frac{\lambda n \left(\frac{T_0}{T_a} \right)}{\lambda n(\varepsilon)} \right] + 1 \quad (19)$$

После определения показателя политропы сжатия произведем проверку правильности принятого значения давления в точке «2» индикаторной диаграммы. Для этого воспользуемся уравнением вида [2]:

$$P_2 = P_a \cdot \varepsilon^{n_1}, \quad (20)$$

Из уравнения 20 определяем, что

$$P'_a = \frac{P_0}{\varepsilon^{n_1}}. \quad (21)$$

Сравним полученное давление P'_a с давлением P_a , рассчитанным по формулам 5 - 8, используя выражение:

$$\Delta_P = \left(1 - \frac{P'_a}{P_a}\right) \cdot 100 \leq \pm 5\% \quad (22)$$

Если при сравнении давлений по формуле 22 значения отличаются больше или меньше 5 процентов необходимо провести уточняющий перерасчет параметров T_a и P_a .

Список использованных источников

1. Основы расчета транспортных энергетических установок: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Салмин, И.А. Якубович, Б.Ю. Давыденко. - Магадан: Изд-во СВГУ, 2011. – 135 с.
2. Салмин, В.В., Долгова Л.А. Повышение точности и достоверности расчета основных параметров действительных процессов ДВС / В.В. Салмин, Л.А. Долгова // Аллея науки. – 2018. – т. 5. – №6 (22). – С. 886-892.

IMPROVEMENT OF CALCULATION OF WORKING PROCESSES OF TWO-STROKE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

V.V. Salmin, S.V. Sumenkov, N.A. Dusmuratov

*Of the «Penza state University»,
Penza, Russia*

The paper presents empirical formulas that allow to calculate the parameters of the process of intake and compression of two-stroke internal combustion engines together with the accepted coefficients and known dependences.

Keywords: thermal calculation, two-stroke engine, thermodynamic parameters, intake process, compression process, pressure, temperature.

СОСТОЯНИЕ ПАРКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С НИЗКИМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ КЛАССОМ В РОССИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ВВЕДЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ИХ ДВИЖЕНИЕ

А.Д. Сыромятников, М.В. Никандрова

*Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
г. Казань, Россия*

В статье рассмотрена своевременность и целесообразность введения на территории России зон для ограничения проезда автотранспорта с экологическими классами ниже Евро-2 и возможные пути решения проблемы уменьшения количества автомобильного транспорта с такими классами в ближайшем будущем.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, экология, экологический класс, альтернативные источники энергии.

На сегодняшний день, согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», в России насчитывается почти 42,5 миллиона легковых автомобилей. При этом 40% от этого количества сосредоточено всего лишь в 10 российских регионах [1]. Большая часть из эксплуатируемого автомобильного транспорта в своем составе имеет двигатель внутреннего сгорания на основе углеводородов, в основном бензина, дизеля, природного газа.

С 1 июля 2018 года в России вступила в силу новая редакция правил дорожного движения, где Постановлением Правительства РФ от 12.07.2017 N 832 внесены пункты 5.35 «Зона с ограничением экологического класса механических транспортных средств» и п. 5.36 «Зона с ограничением экологического класса грузовых автомобилей». Согласно данному Постановлению, внесенные в Правила дорожного движения изменения направлены на повышение безопасности пешеходов, велосипедистов, маршрутных транспортных средств, а также в целях защиты окружающей среды от воздействия выбросов автомобилями вредных (загрязняющих) веществ. Эти изменения позволят органам государственной власти и местного самоуправления регулировать режим проезда по территории населённых пунктов транспортных средств с высоким уровнем выбросов вредных веществ, в том числе предоставляя преференции для экологически чистых транспортных средств [2].

По сути, новыми знаками обозначаются зоны, куда запрещено въезжать транспорту с «грязным» выхлопом. Ограничения могут коснуться десятков миллионов старых автомобилей с двигателями «Евро-0», «Евро-1», «Евро-2». Для того, чтобы ясно понимать значимость новых введенных

ограничений, достаточно обратиться к данным по экологическому классу Евро-2 и посмотреть, к каким годам выпуска автомобилей он относится. Разумеется, многое зависит от того, что записано в ПТС конкретного автомобиля, но если обобщить, то, согласно данным Росстандарта, Евро-2 – это автомобили, произведенные в США – до 2000 г., в Европе до 2001 г., в Корее – до 2002 г., в Японии – до 2004 г., в России – 2006 г. и так далее. Соответственно, чем ниже класс, тем старше год выпуска автомобиля. В данном случае мы не рассматриваем специальную технику, сельхозтехнику и т.п., поскольку их экологический класс намного ниже, чем у легковых автомобилей.

Напомним, что стандарт «Евро-4» на ввозимые автомобили был введен в России 1 января 2013 года, а с 1 января 2016 года на все автомобили действует стандарт Евро-5. Сроки перехода на «Евро-6» пока не определены. Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», по состоянию на 1 июля 2017 года в России, на долю машин, соответствующих экологическим стандартам не ниже «Евро-4», приходится 40% от общего объема парка. При этом дизельных легковых автомобилей числится менее 5% (Таблица 1). Согласно тем же данным, в нашей стране насчитывалось 25 млн легковых автомобилей, чей экологический класс не соответствует «Евро-4» и выше. Это занимает 60% от всего российского парка легковых автомобилей. В свою очередь, оставшиеся 40%, или 17,2 млн единиц, удовлетворяют указанным экологическим стандартам.

Помимо легковых автомобилей, в России насчитывается около 400 тыс. автобусов. Средний возраст парка составляет 15,5 лет, причем 46% всех автобусов в стране пребывают в возрасте старше 15 лет. Доля иномарок здесь составляет 27%. На долю дизельных автобусов приходится 46%, а экологическим стандартам «Евро-4» (и выше) соответствует только 15% машин.

Таблица 1 – Данные по экологическому классу автомобильного парка России на 2017 год [3]

Тип ТС	Экологический класс	Доля в 2017 году, %
Легковые автомобили	Евро-0-1	45,5
	Евро-2	10,5
	Евро-3	26,5
	Евро-4-5	17,5
Грузовые автомобили	Евро-0-1	70,0
	Евро-2	7,0
	Евро-3	14,3
	Евро-4-5	8,7
Легкие коммерческие автомобили	Евро-0-1	61,1
	Евро-2	9,9
	Евро-3	17,8
	Евро-4-5	11,2

Следует также обратить внимание на результаты другого исследования агентства аналитики «АВТОСТАТ», в котором оценивались регионы РФ по среднему возрасту парка легковых автомобилей. Согласно данному исследованию (по состоянию на 1 января 2018 года), средний возраст легковых автомобилей в России составляет 13,1 года. Наименьший средний возраст парка легковых автомобилей зафиксирован в Татарстане – 9,7 года. В целом ряде регионов Поволжья и Урала средний возраст парка находится в диапазоне от 10 до 12 лет. В Москве и Санкт-Петербурге он равен 10,3 и 10,7 годам соответственно. Только в 29 субъектах РФ парк оказывается моложе, чем в целом по стране. Самый старый парк – на Дальнем Востоке, в некоторых регионах которого, средний возраст легковых автомобилей составляет не менее 20 лет (Еврейская АО и Сахалинская область). Высокие показатели и в ряде субъектов Сибири – от 17 до 19 лет. Парк Калининградской области – 19,1 года [1]. Обратившись к статистическим данным по количеству людей, проживающих в этих регионах, а также на численность автопарка можно сделать вывод о том, что в России количество автомобилей, которые должны соответствовать текущим экологическим стандартам, гораздо меньше, чем предполагалось, а значит вводимые ограничения коснутся миллионов автомобилистов.

Ответа на вопрос, что делать владельцам таких автомобилей пока нет. Как и ответа на то, к чему могут привести такие ограничения. Каким же образом добиться уменьшения количества автомобилей, не соответствующих текущим стандартам в быстрые сроки? Утилизация автомобилей достаточно широко распространенная практика по всему миру. В развитых странах имеются целые сети приемных пунктов, где владельцы старых и аварийных авто имеют возможность сдать свой авто на металлолом [4]. В России программы утилизации рассчитаны, в основном, на поддержку отечественного автопрома и финансируются правительством РФ. С 16 января 2018 года в России в полную силу вступила новая программа по утилизации автомобилей. Основная работа ведется в рамках программ, которые позволяют россиянам покупать новые авто, частично погашая их стоимость своими поддержанными машинами (программы “Trade-In”), а также выплат населению финансовых средств в виде сертификата за сдаваемый авто-хлам.

Среди положительных сторон можно выделить то, что данная практика является довольно простой, и легко выполнимой со стороны продавцов, особенно при госсубсидировании. Однако, есть и существенный недостаток в виде малой заинтересованности потребителей, в условиях снижения реальных доходов населения, роста цен на топливо, а также не критичных требованиях по тотальному переходу на высокие экологические нормы.

Список использованных источников

1. Аналитическое агенство «Автостат». <https://www.autostat.ru>.
2. Постановление Правительства РФ «О внесении изменений в по-

становление Совета Министров -Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090» // <http://m.government.ru/all/28446/>.

3. Информационно-аналитический бизнес портал «Компании, Информация, Бизнес» // <http://c-ib.ru>.

4. Источник: <http://programma-utilizacii-avtomobilej.ru/spisok-avtomobilej>.

THE EFFECT OF THE INTRODUCTION THE MOVEMENT RESTRICTION ON VEHICLE WITH A LOW EURO STANDARTS IN RUSSIA

A.D. Syromyatnikov, Nikandrova M.V.

*Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev –KAI,
Kazan, Russia*

This paper is focused on the timeliness and expediency of introducing zones which restrict the passage of vehicles with emission standards below Euro-2 and possible ways to solve the problem of reducing the number of vehicles with such classes in nearest future.

Keywords: vehicles, ecology, Euro emissions standard, diesel, petrol, alternative source of energy

УДК 656.11

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАМЫ АВТОМОБИЛЯ

Р.С. Тагиев, М.Б. Москаленко

*ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный
Технологический Университет»,
г. Краснодар, Россия*

В статье рассказывается о применении топологической оптимизации рамы при создании прототипа гоночного болида.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D печать, рама, топологическая оптимизация.

При проектировании собственного гоночного болида появляется много задач в решении которых современные технологии предлагают инновационные способы их решения. Основной задачей исследования является уменьшения веса, при этом необходимо повысить прочностные характеристики рамы и придать ей более футуристичный вид.

Аддитивные технологии дают инженерам свободу для проектирования детали, которую можно воплотить только по средствам 3D печати. Процесс добавления материала, в отличие от вычитания материала, позволяет создавать более сложные формы, превосходящие по многим характеристикам стандартные материалы, и имеющие максимально приближенный к органическому дизайн.

С целью оптимизации структуры шасси проведен статический анализ каркаса болида. Для уменьшения характеристик каркаса путем программного обеспечения «Solidworks 2018» и «blender 3D» (рисунок 1) и получения оптимальных параметров распределения материала конструкции. После построения рамы провели анализ и в ручную исправили места, подверженные большим нагрузкам.

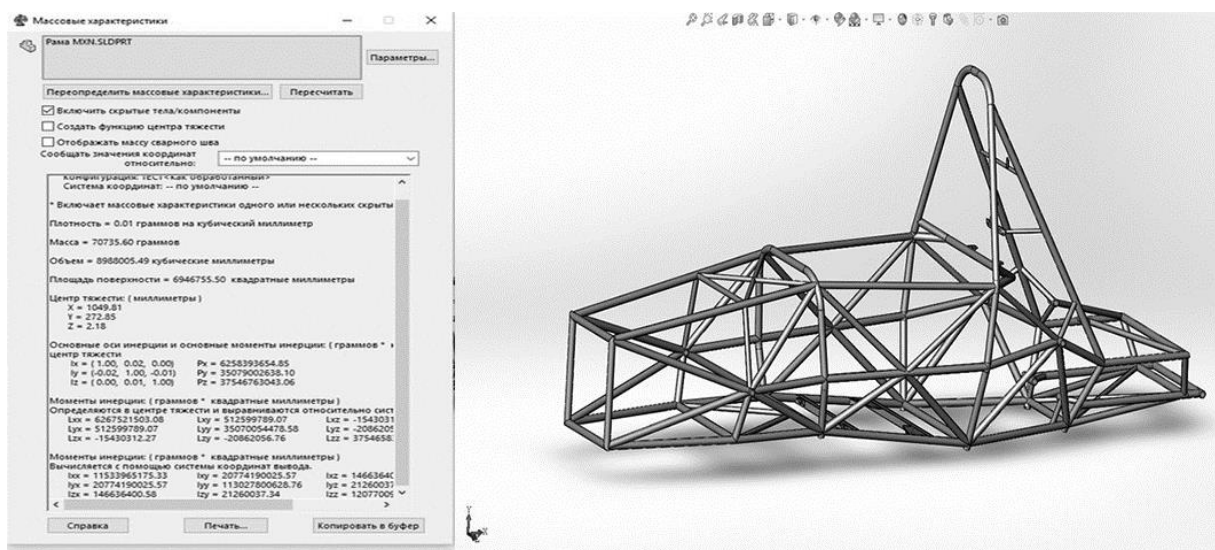


Рисунок 1

Анализ структуры шасси путем топологической оптимизации позволяет не теряя оптимальных рабочих характеристик таких как прочность, жесткость и легкость улучшать ее показатели при помощи использования наименьшего количества материала в менее нагруженных частях и видоизменять детали, подверженные более сильной нагрузке. В зависимости от вида моделирования и использования традиционного способа проектирования, метод оптимизации является решением трудоемкой задачи проектирования. Метод оптимизации топологии становится одним из ключевых средств решения таких задач. Исследование на основе каркаса шасси наглядно показывает преимущество такого способа, минимальный вес каркаса-цель оптимизации, программное обеспечение «Solidworks2018» и «blender 3D» способно сократить время на построение модели, на выходе получаем оптимальные параметры распределения структуры каркаса.

В «Solidworks2018» для моделирования всей конструкции использовалась сталь 20 холоднодеформированная (показанный в рисунке 1). Общая масса каркаса кузова составляет 70 кг, состоящая из множества труб разного диаметра. На основе полученной рамы при помощи встроенных функций программы был проведен статический анализа каркаса по трем видам нагружений: изгиб, смятие, кручение. Плотность используемой стали 20 составляет 7850 кг/м^3 , Модуль нормальной упругости, при температуре 20 градусов Цельсия, составляет 198 кН/мм^2 .

После проведения всех анализов приступаем к оптимизации топологии, шасси приобретает совершенно не стандартный вид, особенностью является то, что весь каркас это одно целое и следовательно нагрузка по нему будет распределяться равномерно (рисунок 2).

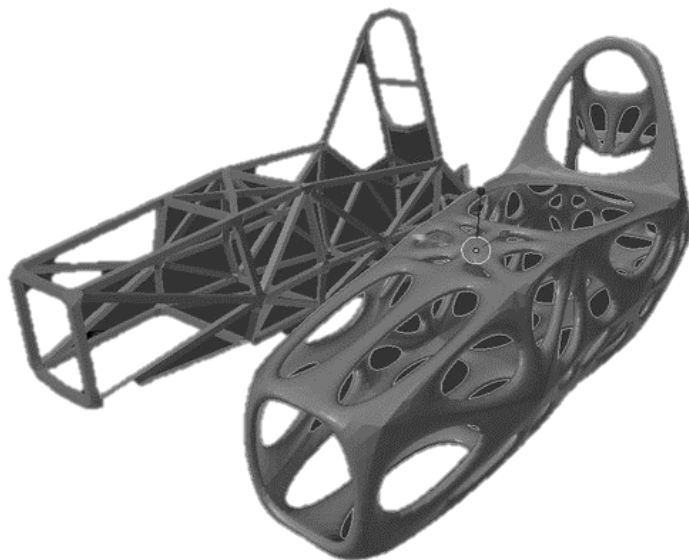


Рисунок 2

Результаты исследования показали, что вес рамы после топологической оптимизации сократился на 6%, благодаря возможности различного заполнения материала на 3D принтере, а прочность и жесткость конструкции превышает стандартное исполнение на 1,28%. Такой способ помогает также улучшить аэродинамические показатели и использовать конструкцию как монокок, если это необходимо. Наглядно показано, что будущее автомобилестроения очень тесно связано с аддитивными технологиями.

Список использованных источников

1. Основы моделирования в SolidWorks. Практическое руководство по освоению программы в кратчайшие сроки.

2. Основы трехмерного моделирования в графической системе 3ds Max 2018. Учебное пособие.
3. Тагиев, Р.С. Аддитивные технологии в автомобилестроении.

OPTIMIZATION OF TOPOLOGY IN THE DESIGN OF THE CAR BODY

R.S. Tagiev, M.B. Moskalenko

*FSBEI HE «Kuban State University of Technology»,
Krasnodar, Russia*

The article describes the use of topological frame optimization when creating a prototype racing car.

Keywords: additive manufacturing, 3d modeling, topology optimization, chassis.

УДК 656.052.8

ОБУЧЕНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

**Г.Н. Климова, Е.В. Шаталов, В.А. Зеликов,
Г.А. Денисов, Ю.В. Струков**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет им. Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Россия*

Рассмотрено использование технических средств для приобретения и совершенствования водительских навыков в процессе подготовки и переподготовки кадров водителей.

Ключевые слова: повышение квалификации водителей, ДТП, профессиональный отбор, тренажеры – имитаторы.

Одним из первоочередных мероприятий является обеспечение автошкол механизмами, позволяющими и повышающими качество подготовки водителей, так как, высокая значимость профессионального мастерства для безопасности дорожного движения подтверждается большим количеством ДТП, возникающих из-за ошибок молодых неопытных водителей.

Ежегодно водительское удостоверение получают приблизительно три миллиона человек. Это не просто количественное пополнение водительского состава страны, Это существенное увеличение удельного веса молодых

начинающих водителей, у которых нет стажа и опыта управления транспортными средствами и возраст которых, тяготеет к нижнему пределу.

Статистические показатели аварийности на автомобильном транспорте по данным Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД) показывают, что по причине ошибок водителя происходит от 70% до 90% дорожно-транспортных происшествий, причем значительное их количество, отличающееся большой тяжестью последствий, приходится на водителей со стажем работы менее 3 лет. Водители со стажем до одного года допускают в среднем в 8 раз больше ДТП, чем все остальные категории [3].

Анализ ДТП показывает, что 90% происшествий возникают в одних и тех же дорожно-транспортных ситуациях (ДТС), число которых сравнительно невелико – около 70. Поэтому необходимо научить водителя как можно раньше распознавать опасные ситуации, знать, где и при каких обстоятельствах они возникают, и выполнять правильные действия, обеспечивающие безопасность движения

Отечественный опыт, накопленный в авиационной и космической технике, убедительно показывает, что наиболее эффективным средством для исследования и отработки поведенческих реакций в профессиональной деятельности является использование тренажеров, имитирующих внешние факторы, поведение объекта управления, и средств отображения приборной информации. Тренажеры используются как для отработки отдельных технических приемов управления, так и для формирования устойчивых навыков деятельности обучаемого в критических ситуациях.

В настоящее время подготовка и повышение профессионального мастерства водительских кадров связаны с традиционными способами приобретения и совершенствования навыков по управлению автомобилем, которые малоэффективны. Поэтому представляют интерес предлагаемые в работе мероприятия по внедрению в процесс подготовки и переподготовки водителей автотренажеров и симуляторов. Их применение в практике обучения направлены на выработку навыков управления автомобилем, повышение водительского мастерства, с их помощью можно успешно тренировать действия водителей в критических ситуациях, обучать прогнозированию дорожной обстановки, исследовать психофизиологические характеристики водителя в различных дорожных условиях, тренировать водителей при переходе на другой вид транспортного средства.

Основным видом повышения квалификации водителей являются технические средства, чаще всего тренажеры. В случае комплектования технических средств в автошколах, важно сделать подборку определенных видов тренажеров и разработать методику обучения на них.

Высокую значимость для безопасности дорожного движения имеет подготовленность водителя, которая позволяет легко и безошибочно управлять автомобилем и при необходимости максимально использовать его технические возможности, а также умение водителя быстро и правиль-

но оценивать обстановку в критических дорожно-транспортных ситуациях. Эта значимость подтверждается большим количеством ДТП, возникающих ошибок из-за несовершенств навыков.

Исследованиями установлено, что неопытные водители со стажем до трех лет в 4 раза чаще, чем их опытные коллеги становятся участниками ДТП. В европейских странах наибольший процент ДТП совершают водители моложе 21 года около 30%. Причем, если число ДТП, совершенных 30-летними водителями, принять за 100 %, то у водителей 25-30 лет это число увеличивается до 123 %, у водителей 21-25 лет – до 180 %, а у водителей 18-21 года – до 350 % [2].

Отечественными исследованиями установлено, что водители со стажем работы до одного года, составляющие 8 % всех водителей, совершают 13 % всех ДТП. В этой работе был выведен показатель аварийности (отношение числа ДТП к числу водителей данной категории), который у водителей со стажем работы до одного года составил 1,68, а у опытных водителей – 0,44. В Японии доля участия неопытных водителей в ДТП со смертельным исходом составляет 10 %, а в течение года после получения водительских прав 1 тыс. таких водителей погибает в автомобильных катастрофах.

Анализ причин ДТП, которые относят на счет водителя, позволяет разделить их на непосредственно связанные с водительской деятельностью и косвенно влияющие на водительские функции. При обычной записи данных о ДТП в протоколах расследования фиксируются почти всегда только явные причины ДТП, которые устанавливаются на месте происшествия. Скрытые причины ДТП почти никогда не устанавливаются, лишь в ходе психологического исследования повеления водителя, предшествующего ДТП. Например, утомление водителя как причина ДТП может быть не обнаружено на месте происшествия, так как если водитель не получил серьезных повреждений, он довольно сильно возбужден в результате ДТП. Лишь после определенного профессионального анализа в некоторых случаях удастся установить, что водитель был в состоянии утомления от многочасовой поездки. Частой причиной снижения надежности водителя является даже не утомление, а засыпание или явления, физиологически близкие к нему, особенно в ночное время. Нередко это означает, что такой водитель по своей природе монотонно неустойчив.

Также нарушение безопасности на транспорте часто обуславливается индивидуальными психологическими и психофизиологическими особенностями человека, которые не тренируются в процессе традиционной теоретической подготовки и наработки навыков управления техникой с помощью тренажеров-имитаторов и в ходе практических занятий по вождению.

Существует целый ряд психологических и психофизиологических качеств водителей, непосредственно влияющих на безопасность движения. Некоторые из этих качеств закладываются в раннем детстве, и не подвержены тренировке. Другие могут быть улучшены тренировкой или скомпенсированы смежными качествами.

К профессиональным значимым качествам водителей относятся, наряду с другими:

- особенности зрительного восприятия скорости, расстояния и пропорций предметов;
- концентрация, распределение, устойчивость внимания, Мб восприимчивость к помехам;
- стрессоустойчивость.

Отсюда следует, что психофизиологический профессиональный отбор, является необходимым средством повышения безопасности движения. Автоматизированные системы, в которые заложены методики отбора, существуют уже много лет и производятся для нужд железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта. Также разработаны ряд устройств, автоматически обеспечивающих реализацию психофизиологического профессионального отбора. Если у водителя, уже работающего на автотранспортном предприятии, ухудшились профессионально важные качества водителя в результате болезни или других причин, они могут быть восстановлены путем тренировки на специальных психофизиологических тренажерах. Эти системы часто совсем не похожи на обычный автомобильный тренажер. Но они позволяют человеку улучшить некоторые его качества, либо развить другие, которые могут скомпенсировать недостаточно развитые или утраченные.

Таким образом, тренажёр позволяет:

- повышать все характеристики внимания, памяти и способности эффективно и быстро обрабатывать поступающую информацию;
- развивать устойчивость функционирования восприятия в сложных условиях (тренировка помехоустойчивости, стрессоустойчивости, монотоностойчивости, эмоциональной устойчивости);
- тренировать одновременно более двух профессионально важных психологических качеств, что делает тренировку более эффективной (комплексная направленность тренировочных методик);
- повысить эффективность обучения при подготовке водителей. машинистов, диспетчеров.

DRIVER EDUCATION USING TECHNICAL MEANS

**G.N. Klimova, V.E. Shatalov, V.A. Zelikov,
G.A. Denisov, Yu.V. Strukov**

*FSBEI HE «Voronezh state University. G. F. Morozov»,
Voronezh, Russia*

The use of technical means for the acquisition and improvement of driving skills in the process of training and retraining of drivers is considered.

Key words: training of drivers, traffic accidents, occupational selection, and simulators simulators.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ О ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА А.Э. Аухадеев, Д.И. Тухбатуллина, П.В. Егорова, Р.А. Рашитова, У.В. Староверова.....	3
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ А.В. Белецкий, Т.В. Шурухина.....	8
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В Г. КРАСНОДАРЕ С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ А.В. Белецкий, И.А. Батенева.....	12
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА МНОГОПОЛОСНЫХ УЧАСТКАХ УЛИЦ И ДОРОГ В.А. Белецкий, Л.С. Заровная.....	17
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА Г. СОЧИ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В.А. Белецкий.....	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВА МЕДЬ-ОЛОВО В МАГНИТНОМ ПОЛЕ М.В. Глебов.....	29
РАЗРАБОТКА АВТОГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ И.М. Даудов, И.С. Тепсаев.....	33
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ ИСПАРЕНИЯ Л.А. Долгова, В.В. Салмин.....	38
ПОЛИТИКА КИТАЯ ПО РАЗВИТИЮ МАШИНОСТРОЕНИЯ И SMART-ПРОМЫШЛЕННОСТИ А.В. Емельянов.....	42
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПЛАН РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КНР «MADE IN CHINA 2025» Е.В. Емельянов.....	46

УПРАВЛЯЕМАЯ СИСТЕМА НАДДУВА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ	
А.П. Жук, С.В. Суменков, Д.С. Янин.....	50
ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	
А.И. Звижинский, В.Н. Каледа.....	55
ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ	
В.Н. Каледа, А.И. Звижинский, И.А. Каледа.....	60
ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	
Б.А. Кенжегалиев, М.К. Уразгалиева.....	65
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА Р255 И Р257 НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	
К.В. Пульянова, Е.С. Воеводин, А.М. Асхабов, А.С. Кашура.....	71
ДВС ПРОТИВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ: ЧТО ВЫБРАТЬ СЕГОДНЯ	
В.И. Работинский, М.С. Угроватый, О.А. Самородская, С.Ю. Кайгородов.....	75
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	
В.В. Салмин, Н.А Волкова.....	78
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВУХТАКТНЫХ ДВС	
В.В. Салмин, С.В. Суменков, Н.А. Дустмуратов.....	82
СОСТОЯНИЕ ПАРКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С НИЗКИМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ КЛАССОМ В РОССИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ВВЕДЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ИХ ДВИЖЕНИЕ	
А.Д. Сыромятников, М.В. Никандрова.....	87
ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАМЫ АВТОМОБИЛЯ	
Р.С. Тагиев, М.Б. Москаленко.....	90
ОБУЧЕНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	
Г.Н. Климова, Е.В. Шаталов, В.А. Зеликов, Г.А. Денисов, Ю.В. Струков.....	93

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

XII Международная научно-практическая конференция

Сборник статей

**Сборник статей будет размещен в РИНЦ
(договор № 760-03/2017К от 31/3/2017)**

Под общей редакцией ***В.В. Салмина.***

Ответственный за выпуск специалист по учебно-методической работе
МНИЦ ***Е.А. Галиуллина.***

Компьютерная верстка ***Т.В. Масловой***

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 07.12.2018
Бумага Гознак Print
Тираж 110 экз.

Формат 60×84 1/16
Уч.-изд. лист. 4,5
Заказ № 147

РИО ПГАУ
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30