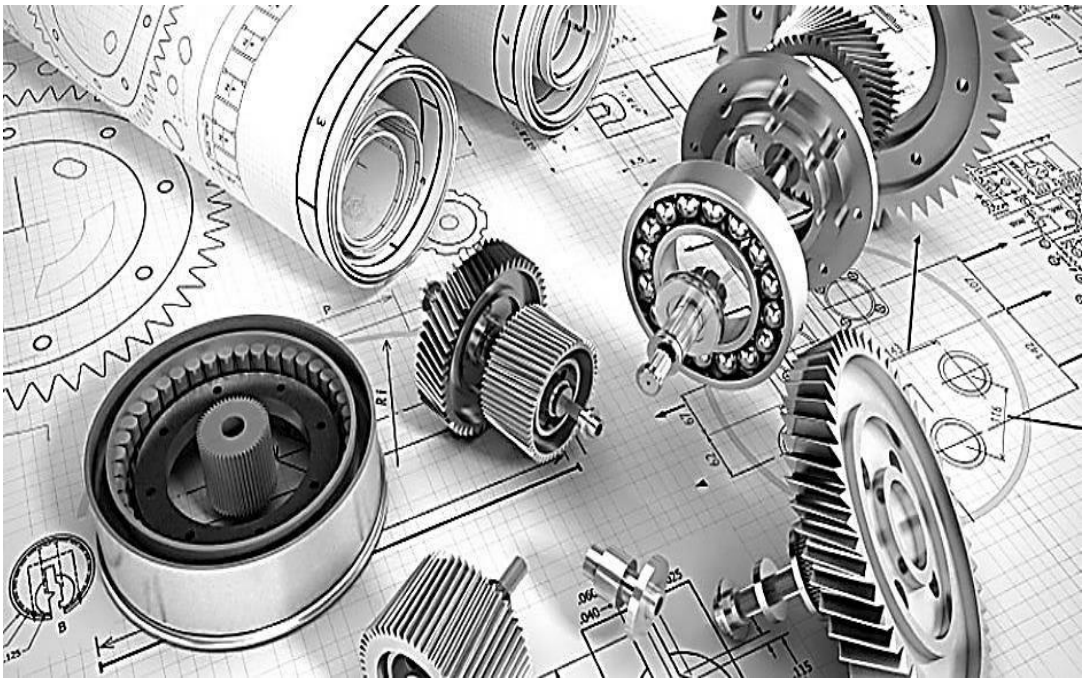
ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

X Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и студентов с международным участием

сборник статей



Пенза 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ИННОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

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

25-26 марта 2024 г.

Пенза
ПГАУ
2024

УДК 62+33
ББК 3+39
И 66

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

И66 **Инновации технических решений в машиностроении и транспорте**: сборник статей X Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов с международным участием / Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В.В. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2024. – 378 с. – URL:https://mnic.pgau.ru/file/doc/konferencii/2024/Сборник_МСК-24.pdf – Текст: электронный.

ISBN 978-5-00196-244-1

В сборнике статей представлены труды посвященные различным аспектам инновационных решений в машиностроении и транспорте. Доклады сфокусированы на вопросах проектирования и конструирования современной автотракторной техники, применения новых технологий в машиностроительном производстве, создании новых конструкционных материалов, машин и механизмов.

The collection of articles presents works on various aspects of innovative solutions in mechanical engineering and transportation. The reports are focused on the issues of designing and constructing modern automotive equipment, the application of new technologies in machine-building production, the construction of new structural materials, machines and mechanisms.

УДК 62+33
ББК 3+39

ISBN 978-5-00196-244-1 © МНИЦ ПГАУ, 2024

УДК 621.924

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ И ПЛАСТИН ШТАМПОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В.З. Зверовщиков, С.А. Нестеров, Р.Д. Михеев

Пензенский государственный университет,
г. Пенза, Россия

Приведены результаты исследований напряженного состояния абразивосодержащих смесей при уплотнении прессованием. Получены аналитические зависимости для расчета вертикальных, горизонтальных касательных напряжений при формовании плотных брикетов сырца для последующего отжига.

Предложены формулы для определения контактного давления абразивной смеси на стенки штампа при прессовании и давления пуансона на уплотняемую смесь.

Ключевые слова: абразивная смесь, керамические изделия, прессование, напряженное состояние, контактное давление, пластины штампа, абразивный износ.

Детали штампов прессового оборудования для производства керамических изделий находятся в непосредственном контакте с подвижной массой твердых частиц, что сопровождается интенсивным износом их рабочих поверхностей. Строительные материалы, получаемые методом прессования, изготавливают из мелкодисперсных абразивных смесей, основными компонентами которых до 85…90 % по массе является песок с размером частиц от 0,1до 5 мм и глина. Любая глина состоит из смеси различных минералов, способных образовывать пластическую массу, т.е. обладает определенными связующими свойствами, так как частицы песка покрываются глинистой оболочкой, которая прочно удерживается на поверхностях зерен.

В производстве керамических изделий, например, кирпича, велика роль формования сырца, так как большинство дефектов готовой продукции возникает при формовании. Поэтому для получения качественного кирпича и предотвращения развала сырца при осуществлении технологических и транспортных операций необходимо изготовлять сырец прочностью 0,35…0,4МПа. Для этого сырец формуют при давлениях 30…120МПа. Такое давление на пластины формовочного штампа абразивосодержащей смеси, и циклическое действие нагрузок приводят к интенсивному износу и быстрому выходу из строя рабочих деталей прессформы, в частности облицовочных

пластин штампов. Из-за износа пластин возникают диагональные и поперечные трещины на поверхностях сырца кирпича при его выпрессовке из формы, а необходимость частой смены пластин существенно увеличивает простои прессового оборудования.

Создаваемое прессом формовочное давление приводит к сближению твердых частиц смеси. Силы сжатия обеспечивают уплотнение дисперсных смесей вследствие перемещения частиц и заполнения ими относительно крупных пустот и пор, причем мелкие частицы располагаются в промежутках между крупными, что сопровождается уменьшением объема смеси. Пористость уменьшается и происходит контактное взаимодействие и деформации частиц твердой фракции смеси, при этом средние напряжения на контактах между частицами многократно превышают величину давления, создаваемого прессом. Прессуемость и упрочнение сырца улучшают введением в шихту гидратов окиси кальция или магния, а также органических клеящих добавок. Большое влияние на формуемость и уплотняемость смесей оказывает влажность, которая влияет на силы внутреннего и внешнего трения абразивных частиц и образование коллоидных веществ, что в значительной мере определяет плотность и прочность сырца. На практике прочный сырец получают при влажности 4…8 %, что позволяет снизить давление прессования. Но чрезмерное содержание влаги недопустимо, так как ее излишек препятствует удалению воздуха при сжатии смеси и может привести к появлению трещин расслаивания, снижению плотности и прочности сырца [1].

Основным фактором, который влияет на износ пластин штампов, является давление в зоне контакта поверхностей стенок формы с абразивными частицами при их относительном перемещении в процессе прессования [2,3].

Сырец, который формируют путем сжатия частиц песчано-глинистой смеси, после прессования должен сохранять форму при транспортировании и укладке для сушки и отжига. Давление, создаваемое в прессформе, должно быть достаточным для формирования сырца с необходимыми прочностными характеристиками, которые достигаются при уплотнении абразивных частиц и увеличения сил сцепления между ними. Установлено, что давление должно составлять не менее 10…25 МПа. При этом с возрастанием давления прессования на песчано-глинистую смесь усиливается контактное взаимодействие абразивных частиц с пластинами штампа, что ускоряет износ рабочих поверхностей. Распределение напряжений в уплотняемой массе является неравномерным, поэтому важно знать величину контактного давления абразивной массы частиц на пластины штампа.

Схема формования сырца из песчано-глинистой смеси путем прессования в прямоугольном штампе с длиной l и шириной m приведена на рис.1.

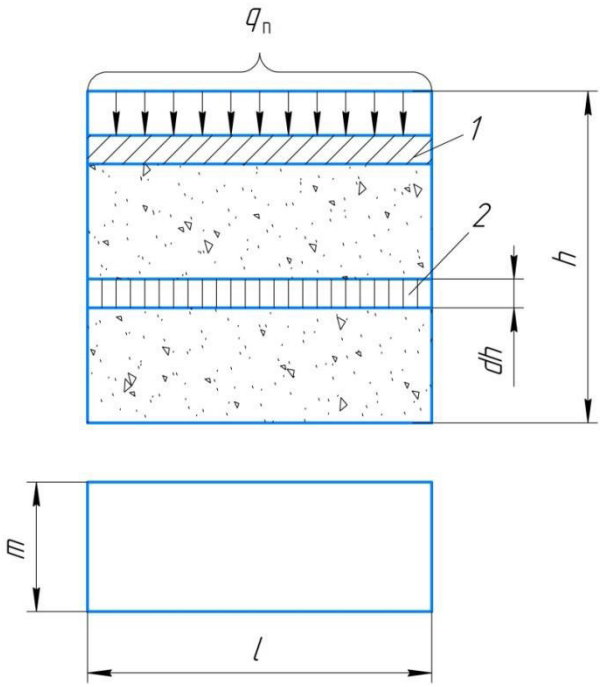


Рисунок 1 – Схема формования сырца кирпича прессованием

Пуансон 1 создает распределенную нагрузку qп на верхнюю поверхность смеси, загруженной в штамп, высотой h. Выделим элементарный объем 2 высотой dh и рассмотрим силы, действующие на него, и возникающие в нем напряжения (рис.2).

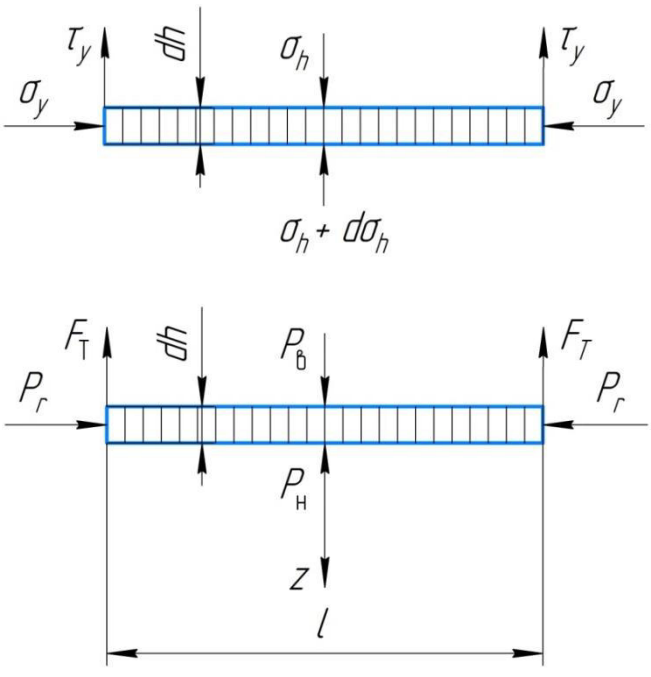


Рисунок 2 – Схема равновесия выделенного элементарного объема абразивной смеси при прессовании:
а) под действием напряжений; б) под действием сил

Вертикальные напряжения σ_h (рис.2, *а*) будут переменными по высоте h штампа, а их распределение на горизонтальной площадке высотой dh примем равномерным. Нормальные напряжения σ_y, которые определяют давление на боковые пластины штампа, примем равномерными по длине l, напряжения τ_y приводят к появлению сил трения на боковых участках выделенного объема смеси шириной m.

Рассмотрим равновесие элементарного объема смеси высотой dh под действием напряжений и сил, возникающих при прессовании. Реакцию силы $P_в$ (рис.2, *б*), действующей на верхнюю пластину штампа, связанную с пуансоном 1, найдем по соотношению:

$$P_в = \sigma_h \cdot l \,. \tag{1}$$

где l – длина боковой пластины штампа.

Реакцию силы $P_н$, которая действует на нижнюю пластину штампа, найдем в виде

$$P_н = (\sigma_h + d\sigma_h) \cdot l. \tag{2}$$

Реакцию силы P_r воздействия на боковые пластины штампа определим по выражению

$$P_r = \sigma_y \cdot dh \,. \tag{3}$$

При движении пуансона 1 (см. рис.1) на боковых пластинах возникает сила трения $F_т$:

$$F_т = \tau_y \cdot dh \,. \tag{4}$$

Учитывая, что касательные напряжения $\tau_y = f_т \cdot \sigma_y$, получим

$$F_т = f_т \cdot \sigma_y \cdot dh, \tag{5}$$

где $f_т$ – коэффициент трения абразивных частиц и стальных поверхностей пластин штампа.

Вертикальные напряжения сжатия σ_h условимся называть действующим давлением. Тогда на выделенной площадке элементарного объема смеси высотой dh возникает боковое давление (эквивалентное нормальным напряжениям) σ_y, отношение которого к действующему давлению будем называть коэффициентом бокового давления $k_б$, т.е.

$$k_б = \frac{\sigma_y}{\sigma_h}. \tag{6}$$

Величина коэффициента $k_б$ главным образом зависит от коэффициента внутреннего трения f частиц абразивной смеси. Так как $f = tg\varphi$ (φ – угол внутреннего трения), то принимая $f = f_т$, величину коэффициента $k_б$ можно определить по выражению (4):

$$k_б = 1 + 2f_т^2 - 2f_т\sqrt{1 + f_т^2}.$$

Выражения (3) и (4) с учетом соотношения (6) представим в виде:

$$P_r = k_б \cdot \sigma_h \cdot dh;$$
$$F_т = f_т \cdot k_б \cdot \sigma_h \cdot dh.$$

Так как статическое давление вышележащих слоев абразивной смеси на выделенный объем высотой dh (см. рис.1) невелико по сравнению с давлением $q_п$, создаваемым пуансоном при прессовании, то им можно пренебречь.

Важной характеристикой сыпучих материалов является связность, которая влияет на сцепление частиц смеси и прочность сырца при прессовании. Давление q_ε, учитывающее сцепление и внутреннее трение абразивных частиц абразивной смеси при прессовании, можно определить по соотношению

$$q_\varepsilon = \frac{c}{tg\varphi},$$

где c – связность абразивных частиц песчано-глинистой смеси.

Уравнение равновесия выделенного объема смеси высотой *dh* (см. рис.2,*б*) в проекции на ось *z* будет иметь вид:

$$P_в - P_н - 2F_т = 0. \quad (7)$$

Подставив в уравнение (7) значения сил из соотношений (1), (2), (5) и разделив на *l*, получим:

$$\sigma_h - \sigma_h - d\sigma_h - \frac{2f_т}{l} \cdot k_б \cdot \sigma_h \cdot dh = 0\,.$$

Или:

$$\frac{d\sigma_h}{\sigma_h} = -\frac{2f_т \cdot k_б}{l} \cdot dh. \quad (8)$$

Обозначим

$$B = -\frac{2f_т \cdot k_б}{l}$$

Тогда уравнение (9) примет вид:

$$\frac{d\sigma_h}{\sigma_h} = -Bdh_i, \quad (9)$$

где h_i – текущие значения высоты уплотняемой смеси (отсчитываются от верхней пластины штампа, связанной с пуансоном 1(см. рис.1)).

После интегрирования уравнения (9) найдем:

$$ln\sigma_h = -Bh_i + c', \quad (10)$$

где c' – постоянная интегрирования.

Приняв начальные условия: $h = 0$ и $\sigma_h = q_п + q_\varepsilon$, получим величину постоянной интегрирования c' в виде:

$$c' = ln(q_п + q_\varepsilon), \quad (11)$$

где $q_п$ – давление пуансона на песчано-глинистую смесь.

Подставим найденное выражение (11) в уравнение (10) и после преобразований найдем:

$$\sigma_h = (q_п + q_\varepsilon) \cdot e^{-Bh_i} \quad (12)$$

Подставив в уравнение (12) значения q_ε и *B,* получим величину вертикальных напряжений σ_h в виде:

$$\sigma_h = \left(q_п + \frac{c}{tg\varphi}\right) \cdot e^{-f_т \cdot k_б \cdot \frac{2h_i}{l}}. \quad (13)$$

Величину нормальных (горизонтальных) σ_y напряжений найдем по выражению:

$$\sigma_y = k_б\sigma_h = k_б\left(q_п + \frac{c}{tg\varphi}\right) \cdot e^{-f_т \cdot k_б \cdot \frac{2h_i}{l}}. \quad (14)$$

Касательные напряжения τ_y определим по выражению:

$$\tau_y = f_т\sigma_y = f_т k_б\left(q_п + \frac{c}{tg\varphi}\right) \cdot e^{-f_т \cdot k_б \cdot \frac{2h_i}{l}}. \quad (15)$$

Уравнения (13), (14) и (15) позволяют количественно оценить напряженное состояние брикета сырца при формовании прессованием.

Для определения условий прессования необходимо установить связь величины сжатия смеси при перемещении пуансона с напряжениями в объеме уплотненной смеси. Наиболее точно закономерности прессования песчано-глинистых и силикатных смесей описываются трансформированным уравнением С.С. Казакевича [5]:

$$q_{\text{п}} = \alpha \cdot k_{\text{у}}^{\beta}, \tag{16}$$

где $q_{\text{п}}$ – давление пуансона на уплотняемую смесь, МПа;

α – эмпирический коэффициент, зависящий от смеси, МПа;

$k_{\text{у}}$ – коэффициент уплотнения смеси;

β – показатель степени (определяется экспериментально).

Коэффициент уплотнения смеси при условии постоянства площади поперечного сечения формы можно определить по соотношению

$$k_{\text{у}} = \frac{\Delta h}{H} = \frac{h-H}{H}, \tag{17}$$

где Δh – величина осадки смеси, мм;

H – высота брикета сырца после уплотнения, мм;

h – высота засыпки смеси в форму, мм.

Коэффициент уплотнения при неизменности массы смеси можно выразить через плотность материала

$$k_{\text{у}} = 1 - \frac{\rho_o}{\rho}, \tag{18}$$

где ρ_o – насыпная плотность смеси;

ρ – плотность брикета сырца после прессования.

Из уравнения прессования (16) с учетом (18) получим

$$q_{\text{п}} = \alpha \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right)^{\beta}.$$

Аналогично с учетом (17) давление пуансона на уплотняемую смесь можно определить по формуле

$$q_{\text{п}} = \alpha \left(\frac{h-H}{H}\right)^{\beta}. \tag{19}$$

Таким образом, после определения основных характеристик уплотняемой путем прессования песчано-глинистой смеси можно рассчитать величину контактного давления смеси на боковые пластины штампа. Приняв величину нормального (горизонтального) напряжения в брикете сырца $\sigma_{\text{у}}$ эквивалентным контактному давлению $P_{\text{к}}$ на боковые пластины штампа, выражение (14) с учетом (17) представим в виде:

$$P_{\text{к}} = k_{\text{б}} \left[\left(\frac{h-H}{H}\right)^{\beta} + \frac{c}{tg\varphi}\right] \cdot e^{-f_{\text{т}} \cdot k_{\text{б}} \cdot \frac{2h_i}{l}}. \tag{20}$$

Используя полученные уравнения (19) и (20) определим контактное давление влажной абразивной смеси на вертикальные стенки штампа и давление пуансона на уплотняемую смесь при прессовании для следующих условий: высота H брикета сырца после уплотнения 88мм, а высота h засыпки смеси в форму равна 135мм при влажности смеси W равной 8%. Угол внутреннего трения φ

частиц твердой фракции смеси (угол естественного откоса) примем равным 20°.Тогда коэффициент трения $f_т = tg\varphi = 0{,}36$. На основании экспериментальных данных и результатов производственных испытаний были определены значения коэффициентов и конструктивный параметр l: $\alpha = 3 \cdot 10^3$ МПа; $\beta = 8$; $C = 2$ МПа; $k_б = 0{,}494$; $l = 248$ мм.

Расчетное значение контактного давления на боковые пластины штампа составило $P_к = 4{,}57$ МПа, а давление пуансона на уплотняемую смесь $q_п = 19{,}86$МПа.

Выполненные исследования позволяют количественно оценить технологические факторы, определяющие формирование напряжений, необходимых для получения прочных брикетов сырца из абразивосодержащих смесей, и прогнозировать износ поверхностей пластин штампов при прессовании.

Список использованных источников

1. Цытович Н.А. Механика грунтов/ Н.А. Цытович. – Москва: Высшая школа, 1983-288с.
2. Хвостенков С.И., Золотухин А.А. О выборе оптимального давления прессования силикатного кирпича. В сб.: Автоклавные силикатные материалы и конструкции. Вяжущие материалы. Вып.38 (66) М.: ВНИИстром, 1978, С.73-79.
3. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев. – Москва: Машиностроение, 1995. – 336 с.
4. Зенков Р.Л. Механика насыпных грунтов / Р.Л. Зенков. – Москва: Машиностроение, 1966. – 250 с.
5. Мартынов В.К. Выбор уравнений прессования силикатного кирпича/ В.К. Мартынов, Ю.Т. Шестопал.-Строительные материалы. – 1978. – №12. – С.26-27.

CONTACT INTERACTION OF ABRASIVE PARTICLES AND STAMP PLATES DURING THE PRESSING OF A BULK MEDIUM FOR THE MANUFACTURE OF CERAMIC PRODUCTS

V.Z. Zverovshchikov, S.A. Nesterov, R.D. Mikheev

Penza State University,
Penza, Russia

The results of studies of the stress state of abrasive-containing mixtures during compaction by pressing are presented. Analytical dependences have been obtained for calculating vertical and horizontal tangential stresses during the formation of dense raw briquettes for subsequent annealing.

Formulas for determining the contact pressure of the abrasive mixture on the walls of the die during pressing and the pressure of the punch on the compacted mixture are proposed.

Keywords: abrasive mixture, ceramic manufactures, pressing, stress state, contact pressure, stamp plates, abrasive wear.

УДК 621.794

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ

В.З. Зверовщиков, Е.В. Зотов, Д.Ю. Заварцев

Пензенский государственный университет,
г. Пенза, Россия

Показана перспективность технологии микродугового оксидирования для повышения эксплуатационных характеристик различных конструкционных материалов. Установлены электрические параметры и даны рекомендации по составу электролита для формирования композиционных оксидных покрытий на деталях из титана. Разработана технология повышения эксплуатационных характеристик композиционного оксидного слоя термической обработкой и определены режимные параметры процесса.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, титан, композиционный оксидный слой, коррозионная и диэлектрическая стойкость, микротвердость.

Эксплуатационные требования к современным изделиям машиностроения неуклонно возрастают. Нередко сочетание этих требований не удается выполнить на основе известных конструкционных материалов. К подобным материалам относятся коррозионностойкие, жаропрочные и жаростойкие сплавы, применение которых позволяет существенно расширить диапазоны таких эксплуатационных показателей как сопротивление усталости, коррозии, эрозии, кавитации, износу.

Целью исследования является формирование композиционного металлокерамического покрытия на деталях из титана и титановых сплавов путем электрохимического оксидирования поверхностей деталей.

Технология микродугового оксидирования (МДО) позволяет получать покрытия с различными функциональными свойствами, а также формировать их как при изготовлении деталей, так и для восстановления деталей после износа. Технология МДО в зависимости от состава электролита и режимных пара-

СОДЕРЖАНИЕ

ИНС: ОТБОР DLP-СИСТЕМ С ВЫСШЕЙ СТЕПЕНЬЮ ТОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ
Д.А. Алексеев……. 3
РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ
Д.А. Алексеев……. 6
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Ю.С. Аникеева……... 9
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ СПЛАВА НП-30ХГСА, ПОЛУЧЕННОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ WAAM НА ОСНОВЕ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
М.С. Аносов, Д.А. Рябов, А.Г. Казаков, А.К. Лайша, Б.В. Устинов……. 12
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОСИГНАЛЬНЫМИ ОГНЯМИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА
В.Н. Ашанин, С.Е. Ларкин, С.И. Локоман…….. 18
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
А.Н. Аюпов, И.Ф. Галиев…….. 21
СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЗАПОРНОГО ВЕНТИЛЯ
П.А. Баландин…… 24
ПОРЯДОК УЧЕТА МИКРОТРАВМ
Д.А. Белова, И.А. Воронова…….. 28
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА ПО ТИПУ МОДЕЛИ СТ16К20
Г.С. Большаков, А.В. Небылица……... 31
АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ И ВЫЯВЛЕНИЮ УГРОЗ НА ОБЛАЧНЫХ ПЛАТФОРМАХ
Д.Д. Бурлаков……. 35
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОСТИ В МИРЕ АВТОМОБИЛЕЙ
Д.Д. Бурлаков……. 39
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЧИСТОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ НА СТАНКАХ С ЧПУ
В.М. Валов, Е.В. Зотов…….. 42
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОТЕЛЬНОМ ЦЕХЕ
А.В. Вахитова, О.Е. Куракина…….. 45

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ
Г.А. Вобликов……. 48
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ ШТАМПОВКИ
Г.А. Вобликов……. 52
АССИМЕТРИЧНАЯ ЗАДНЯЯ ПОДВЕСКА С ТЯГОЙ ПАНАРА
А.А. Войнов, А.И. Дураков……... 55
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УПРАВЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВО-ДОМ ДЛЯ НАЗЕМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ
С.В. Волков, С.Е. Ларкин, Д.Ю. Кожевников,
Д.В. Немов, Е.С. Умывалкин И.В. Чапаева……. 59
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК НА НАДЁЖНОСТЬ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА
Л.Д. Володин, Л.А. Маринина…….. 69
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ
К.А. Галицина……. 74
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
А.И. Гасанов……... 77
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРЕССОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
А.И. Гасанов……... 80
РАЗВИТИЕ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
И.В. Гребенщиков…….. 83
УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
И.В. Гребенщиков…….. 86
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ: ЭТАПЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
Д.Ф. Григорьева……. 89
РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ ПО ТИПУ ИР320ПМФ4
С.А. Гусев, Г.С. Большаков…….. 92
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
В.А. Ермаков…….. 96
ВЫБОР ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОЕКТНОЙ РАЗРАБОТКИ ИС
В.А. Ермаков…….. 99

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ФРИКЦИОННОГО НАНЕСЕНИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ТЕРМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ
А.Д. Есипова..... 102
КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ И ПЛАСТИН ШТАМПОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
В.З. Зверовщиков, С.А. Нестеров, Р.Д. Михеев..... 107
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ
В.З. Зверовщиков, Е.В. Зотов, Д.Ю. Заварцев..... 114
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕТИ 6-10 КВ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ
А.Г. Земсков, Р.Г. Хузяшев..... 120
ОЦЕНКА И ВЫБОР ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ СНЕГОПЛАВИЛЬНО ОБОРУДОВАНИЯ
Д.С. Игнашкин, В.В. Салмин..... 123
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАРБОНА И ОТХОДОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА
В.Е. Истомина, Е.Д. Карташова, А.Ю. Муйземнек..... 127
ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ «АРМ»
С.Р. Ишанов..... 131
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ СПЕКТРА
И.С. Карамшук..... 134
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ
И.С. Карамшук..... 138
УНИКАЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ
И.С. Карамшук..... 141
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
Л.В. Каркач..... 145
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОГО ПРОИЗВОДСТВА
Л.В. Каркач..... 148
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАРБОНА
Г.А. Кириенко, Е.Д. Карташова, А.Ю. Муйземнек..... 151
ЭЛЕКТРОЛИТЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ
И.В. Киселев, А.О. Кривенков, М.А. Киселева, Н.А. Журавлев..... 155

МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ
Д.И. Кондаков…… 158
ПРИМЕНЕНИЕ ШТАМПОВКИ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ
Д.И. Кондаков…… 161
ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА
А.А. Коротков…… 164
ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ: МОДУЛЬНОСТЬ, СТРУКТУРЫ И ОБЪЕКТЫ
С.А. Курилов…….. 167
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
С.А. Курилов…….. 171
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ В УПРАВЛЕНИИ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ
А.А. Левашова…… 175
БВС: ТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ
А.А. Левашова…… 178
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК ПО ВИДАМ ТРАНСПОРТА
А.В. Лончакова, А.Д. Доможирова…….. 181
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ НА ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ
А.В. Лончакова, А.Д. Доможирова…….. 184
MACHINE LEARNING: РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРАНСПОРТА С AUTOML
И.М. Лязин…….. 186
ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЗАХВАТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА
Т.В. Макуев, Г.С. Большаков…… 191
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ И КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА
С.О. Маркелов, В.Н. Ашанин……... 196
ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ДРЕВЕСНЫЕ ИННОВАЦИИ
И.П. Митрофанова……. 202
ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ
И.П. Митрофанова……. 205
ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ
Ю.Ю. Накашизде, А.И. Панин……. 209

УМНЫЕ СВЕТОФОРЫ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗНАКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕКРЕСТКОВ
Ю.Ю. Накашидзе, И.В. Федосов, В.О. Крылова……. 213
РЕШЕНИЕ ДОРОЖНЫХ ПРОБЛЕМ ПРИ ПОМОЩИ БЕСПРОВОДНОГО МАГНИТОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕ-НИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ
Ю.Ю. Накашизде, А.А. Козлачков, И.И. Самсонов……... 216
ПРЕВЕНТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
Д.А. Немцев…… 219
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙ-СТВИЯ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
Д.А. Немцев…… 223
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ВЫПОЛНЕНИЯ В ГОРОДСКОМ МАССИВЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
Х.Х. Нигматзянов, Р.Н. Мухаметжанов…….. 226
ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ МОДЕЛИ: ОЦЕНКА И КЛАССИФИКАЦИЯ В СИСТЕМАХ ОДНОВРЕМЕННЫХ УРАВНЕНИЙ
Н.С. Попова…… 229
МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ: ВИДЫ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
А.А. Попова…… 233
ПЛАНИРОВАНИЕ ПУТИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА КЛЕТОЧНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ
А.А. Попова…… 236
ОБЗОР ДИОФАНТОВЫХ УРАВНЕНИЙ
Н.С. Попова…… 240
ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИКЛА
Д.А. Прудилин…… 243
МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ БИТУМИНОЗНОГО ПЕСЧАНИКА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
Д.А. Прудилин…… 246
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ ИЗДЕЛИЯ С ФЛАНЦЕВОЙ ЧАСТЬЮ
П.В. Пугаев……. 249
НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ В БУРЕНИИ СКВАЖИН: ТОЧНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ
Р.К. Рахматуллин……... 253
РОЛЬ «НВБ» В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ
Р.К. Рахматуллин……... 256

НОВЫЙ ПОДХОД К ВИЗУАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ: ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В «МТА»
К.Р. Резников…….. 259
БИОЦИДНЫЕ ПРИСАДКИ: НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ
Д.Н. Сагадиева……... 262
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ
С.Х.О. Саядли, А.И. Звижинский……. 266
СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЕЧНЫМИ ПОЛОЖЕНИЯМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ
Т.М. Севостьянова, Н.А. Миронычев, П.А. Гурин……. 270
ПРОЦЕСС ДОВОДКИ ТОНКОСТЕННОЙ ДЕТАЛИ
Ю.К. Соколов……. 276
ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ СИГНАЛОВ
Е.Г. Сятрайкин……... 280
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ: РОЛЬ ОПТИКИ В ОБРАБОТКЕ ЗАРЯДОВ
Е.Г. Сятрайкин……... 283
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И РЕКОМЕНДАЦИИ
И.Р. Тухфетуллов, О.В. Воркунов…… 287
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Д.О. Ушаков……... 290
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ВЕБ-ПРОСТРАНСТВА
Д.О. Ушаков……... 293
ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
М.К. Фальков…….. 297
ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕСТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СУДОВОЖДЕНИЯ
М.К. Фальков…….. 300
ПЕРЕДОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ: КЛЮЧ К ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ
И.В. Федченко…… 304
УЛУЧШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ
В.С. Филимонов……. 307
ВАЖНОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РОБОТОВ-СПАСАТЕЛЕЙ
В.С. Филимонов……. 311

МИКРОЦЕМЕНТЫ: ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И РЕМОНТА
А.С. Халикова……. 315
К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ В ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
И.К. Цепляев……... 318
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ С ПОЛУЧЕНИЕМ ДАННЫХ О ПОВРЕЖДАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА
И.К. Цепляев……... 321
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕССЫ ШТАМПОВКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
Е.М. Чунаева……... 324
ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВВОДА НЕФТИ НА ГИДРОДИНАМИКУ В ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРАХ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК
Р.М. Шамсутдинов, К.В. Таранцев…….. 327
ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ РОЛЬ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ГРУЗООБОРОТА
Е.С. Шестакова, Г.Т. Ашурматова, Е.Ю. Царегородцева…….. 333
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ
С.Д. Шеховцов……... 337
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОЙ СФЕРЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ
Н.А. Шипиловских, Н.А. Щербенев…… 340
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЕ
Н.А. Шипиловских, Н.А. Щербенев…… 343
РОЛЬ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ
Н.А. Шипиловских……. 346
ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛАЧКОВЫХ И РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБЩНОСТИ
В.А. Шорин……. 349
КИНЕМАТИКА ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ В КУРСЕ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН
В.А. Шорин……. 354
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РИФЛЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СИЛУ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ
С.С. Яковлев……... 358

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «TIM-3»
Р.Р. Ялальдинов, В.В. Максимов…….. 362
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ И СПОСОБЫ ИХ ТУШЕНИЯ
В.Ф. Дьяков…… 365