

---

## АНОТАЦІЇ

---

### ТЕХНІЧНІ НАУКИ

**Абрамська І. Б., Єнікєєв О. Ф., Захаренков Д. Ю. Інформаційна технологія обробки параметрів частотно-модульованого сигналу // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Штатне налаштування робочих циклів дизель-генератора (ДГ) визначає його техніко-економічні показники. Мета роботи – підвищення точності та продуктивності апаратних засобів оцінювання ідентичності робочих циклів дизель-генератора; розробка спрощеної математичної моделі кінематичної схеми ДГ та ідентифікація її параметрів; аналіз частотних характеристик каналів передачі інформації циліндр-колінчастий вал; побудова інформаційної технології для оцінювання ідентичності робочих циклів ДГ на основі цифрової обробки частотно-модульованого сигналу швидкості обертання колінчастого валу.

У якості детермінованої математичної моделі кінематичної схеми дизель-генератора запропоновано механічну систему з одним ступенем свободи. Інтегродиференційне рівняння описує інформаційні зв'язки між діями циліндрів та сигналом флуктуацій швидкості обертання першої маси. Встановлено, що введення тертя у це рівняння покращує стабільність роботи каналу передачі інформації. Запропоновано подання різницевого крутного моменту циліндрів у вигляді амплітудних коефіцієнтів та комп'ютерним моделюванням отримано частотне подання сигналу флуктуацій швидкості обертання першої маси. Інформаційну технологію оцінювання ідентичності робочих циклів створено на основі розв'язування перевизначеної системи алгебраїчних рівнянь із використанням алгоритму мінімізації нев'язання. Відповідні апаратні засоби на підставі розрахованих значень амплітудних коефіцієнтів формують програмні зміни налаштувань процесів подачі палива та повітря в циліндри дизель-генератора.

**Ключові слова:** математична модель, дизель-генератор, частотно-модульований сигнал, амплітудні коефіцієнти, флуктуація швидкості обертання першої маси, тертя.

**Борисенко А. Н., Борисенко Е. А., Шевченко Н. Ю. Підвищення метрологічних характеристик вимірювача фазового запізнення за рахунок оптимізації тактової частоти // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Запропоновано структурну схему цифрового пристрою для вимірювань зсуву фаз між імпульсними послідовностями. Технічні можливості пристрою дозволяють вимірювати фазові запізнення між імпульсними послідовностями, які мають частоти проходження  $F$  та  $0,5F$ . На основі методів теорії інформації та теорії похибок досліджено метрологічні характеристики запропонованого фазометру та встановлено, що він задовольняє вимогам комп'ютерної системи за похибкою вимірювань. Визначено, що мінімальне значення похибки фазового запізнювання не залежить від періоду проходження вхідних імпульсних послідовностей. Відзначено, що запропонований пристрій в порівнянні з розробленими раніше технічними засобами має більш високу точність вимірювання фазового запізнювання, оскільки він забезпечує мінімально можливу похибку визначення цього запізнювання незалежно від того, змінюються або не змінюються частоти вхідних імпульсних послідовностей. З метою уточнення метрологічних характеристик запропонованого фазометра виконано статистичну обробку дослідних даних. На основі інформаційного підходу отримано ентропійне значення похибки вимірювань зсуву фаз запропонованим пристроєм. Встановлено збіг результатів теоретичних досліджень та дослідних даних.

**Ключові слова:** фазові запізнювання, тактова частота, фазометр, похибка, статистична обробка експериментальних даних.

**Германов І. Р., Сердюк О. О. Підвищення продуктивності тестування веб-додатків шляхом розробки системи автоматизації // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Проаналізовано існуючий процес тестування веб-додатків і виділені основні недоліки. Встановлено, що значний обсяг робіт зі створення програмного оточення для тестування можна автоматизувати. Запропоновано систему автоматизації тестування, в якій тестувальник виконує лише функцію написання тестів, яку важко автоматизувати. Програмне середовище створюється системою автоматично на основі спеціального конфігураційного файлу, в якому розробники фіксують всі необхідні компоненти, їх версії, і порядок запуску. Конфігураційний файл є частиною коду, щоб фіксувати в системі контролю версій необхідні компоненти для кожної версії проекту. Для створення програмного середовища система об'єднує всі ці компоненти і налаштовує їх на виконання тестового сценарію. Виконання тестів відбувається автоматично після кожної зміни програмного коду, знайдені помилки класифікуються і записуються в базу даних і передаються в журнал помилок, а повідомлення відправляються відразу після фіксації помилок незалежно від бажань тестувальника. Створена UML-діаграма варіантів використання системи, в якій тестувальнику доступні наступні варіанти використання: тестування проекту, що включає в себе введення тестового сценарію і запуск тестування, яке може виконуватися

вручну або автоматично, і перегляд журналу помилок, який являє собою перелік результатів тестування. Програмісту доступний тільки перегляд журналу помилок. Для запропонованої системи також представлені ER-діаграма бази даних і діаграма класів.

**Ключові слова:** веб-додаток, автоматизація, тестування, програмне оточення, база даних, контейнеризація, тестувальник, код, помилки.

**Котляр М. Ю., Сердюк О. О. Підвищення ефективності обробки заявок Call-центру // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Представлено спосіб підвищення ефективності процесу обслуговування в Call-центрі шляхом впровадження системи з графічним редактором для створення і реконструкції алгоритмів обробки заявок. Проведено аналіз існуючих Call-центрів і алгоритмів обслуговування заявок, які найбільш часто застосовуються на практиці. Проаналізовано «життєвий цикл» обробки виклику на робочому місці оператора. Розроблено алгоритм автоматизованої системи обробки заявок. Виявлено методи скорочення витрат в Call-центрах. При використанні системи отримана можливість знизити кількість операторів, спростити процес створення і конфігурації алгоритму в графічному редакторі. Описано процес розробки інтерактивного меню, який спрощує процес зміни і збільшення швидкості впровадження алгоритму, підвищує гнучкість системи до зміни логіки і інтенсивності потоку заявок. Проведена розробка системи обробки заявок і інтуїтивно зрозумілого графічного інтерфейсу, здатного реконструювати алгоритми. Розроблена система здатна оперативно створювати і реконструювати алгоритм обслуговування клієнта, за рахунок цього з'явилася можливість без глибоких знань програмування і знання системи, додавати необхідні компоненти в алгоритм. В результаті автоматизації відповідей на прості питання, скоротився час очікування з'єднання з оператором і зменшилася кількість абонентів, які не дочекалися відповіді. Перехід на цілодобовий режим обслуговування дзвінків сприяє зростанню клієнтської бази, що, відповідно, збільшує доходи компанії. Також є можливість розширення ринку продажів за рахунок залучення абонентів з інших часових поясів. Співробітники, які обслуговують клієнтів, звільняються від рутинної роботи і зосереджуються на більш важливих питаннях.

**Ключові слова:** call-центр, ip-pbx, комутація, веб-сервіс, алгоритм, сервер управління викликами, operator, обробка заявок, процес обслуговування.

**Макшанцев В. Г. Модель автоматизованої системи управління процесом м'якого обтискання машини безперервного лиття заготовок // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розроблена модель автоматизованої системи управління процесом м'якого обтискання машини безперервного лиття заготовок, що враховує значимі чинники, що впливають на зону твердіння, такі як: теплофізичні параметри, висота кристалізатора машини безперервного лиття заготовок, швидкість витягування злитка, форма перетину заготовки, вплив хімічного складу розливної сталі, а також враховує додаткові значимі чинники, а саме: усадка сталі по всій довжині злитка, конвективне теплоперенесення в рідкій і твердо-рідкій фазах і прогнозування кордонів області м'якого обтискання. Запропонований порядок взаємодії основних розрахункових процедур, а також процедур обміну даними в мережі, при цьому виділені основні групи даних, що визначають різні елементи математичної моделі. Представлена автоматизована система налаштування фактичного зазору в приводних роликів секцій в зоні вторинного охолодження, що підтримує розробку і обслуговування даних фактичного зазору з середовищем моделювання процесу охолодження злитка і таким чином забезпечує автоматичне регулювання товщини і конусності безперервної заготовки. Розроблені алгоритми управління роликів секцією м'якого обтискання і алгоритм синхронізації руху секції. Запропонована модель управління системою м'якого обтискання дозволяє точно визначити місце додатка зусилля обтискання і конусність струмка при формуванні злитка, що підвищить якість вихідного профілю. Модель дозволяє з високою точністю визначити параметри зони м'якого обтискання такі як: положення і довжина зони, враховуючи хімічний склад злитка. В результаті покращується якість центральної частини сляба, що виготовляється.

**Ключові слова:** модель, автоматизована система управління, м'яке обтискання, безперервна лита заготовка.

**Олеярник О. В., Беш А. М. Удосконалення захисту навчального стенду TMDSHVMTRPFCKIT // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянуто матеріал, призначений для виробників промислових приводів, що випускають нові розробки силового електронного обладнання, що знижують експлуатаційні витрати. Проаналізовано елементи електричної принципової схеми, наведені причини виходу з ладу навчального дослідницького стенда TMDSHVMTRPFCKIT. Розглянуто особливості умов експлуатації та функціонування апаратного захисту; вказані типи мікропроцесорів, з якими функціонує стенд; наведені основні електричні параметри стенду, вказані типи електродвигунів, що підключаються до стенду. Розглянуто схемотехнічні рішення, що дозволяють блокувати аварійні струми і напруги, наведена схема захисту силового модуля; висвітлені результати випробувань при відсутності інтегруючого RC ланцюга і при її наявності; приведена розроблена електрична принципова схема модуля захисту, опис її роботи і принципу функціонування в системі стенда; наведено розрахунок часу

спрацьовування електронних елементів в модулі захисту та порівняння з нормованими значеннями, рекомендованими літературними джерелами; наведені малюнки цифрових фотографій модуля захисту, підключеного до стенду. Виконана розводка плати в середовищі Altium Designer, показані компоненти плати, які з'єднуються своїми виводами з елементами стенда; сконструйована плата, виконана із застосуванням SMD елементів; наведено інформацію, як під'єднуватися до частотного перетворювача. Проведено імітаційне випробування роботи плати під навантаженням, зареєстровано за допомогою потенціометра регулювання величини напруги спрацьовування захисту, яке проводилося осцилографом і мультиметром при досягненні напруги 180 мВ, що приводило до включення звукової (базер) і світлової (світлодіод) сигналізації і блокування роботи силового інтелектуального модуля перетворювача. Наведено результати підключення плати захисту до дослідницького модуля, надані рекомендації щодо подальшого вдосконалення захисту, що передбачає захист силового модуля від струмів короткого замикання шляхом розробки схеми, яка буде працювати на принципі струмообмеження джерела живлення.

**Ключові слова:** система захисту, аварійний режим, час спрацьовування, захист стенду в аварійних ситуаціях.

**Ольховський М. А., Белкін І. Ю., Кушнір Н. А. Впровадження безакумуляторних насосних станцій в системах гідравлічного видалення окалини станів гарячої прокатки // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Ефективне видалення окалини під час гарячої прокатки робить істотний вплив на якість готової продукції прокатного виробництва, в зв'язку з чим спостерігається тенденція розвитку систем гідрозмиву, спрямована в бік підвищення тиску. В цей же час конкуренція на ринку гарячого прокату висуває вимоги енергоефективності впроваджуваного обладнання. Одним з можливих шляхів підвищення економічності роботи систем гідрозмиву є використання насосних станцій з частотним приводом. У статті розглянута робота такої насосної станції. На основі аналізу математичних функцій, що описують процес її роботи, зроблено висновок про доцільність застосування насосних станцій з регульованою швидкістю в системах гідравлічного видалення окалини. Це призводить до дуже простого компонування насосної станції і дозволяє більш раціонально розподілити тиск уздовж стану. Таким чином, насосна станція не прив'язана до циклограми роботи установок для видалення окалини і може бути використана при будь-якій продуктивності стану. Описана в статті насосна станція з частотним приводом була виготовлена на Новокраматорському заводі і успішно впроваджена в системі гідрозмиву стану 2500 Магнітогорського металургійного комбінату.

**Ключові слова:** прокатний стан, гідрозмив, насосна станція, частотний привод, схема заміщення, абсолютне ковзання, відносне ковзання, відносна напругу, активна потужність, повна потужність, коефіцієнт потужності.

**Перейма В. В., Іваненко В. Ю. Використання інформаційних технологій для розробки мультимедійного супроводу дисципліни «нарисна геометрія» // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянуто технологію розроблення перспективних засобів, методів і технологій навчання з використанням сучасних інформаційних технологій. Метою роботи була розробка мультимедійного інтерактивного супроводу з розв'язання типових задач до навчально-методичного комплексу з дисципліни «нарисна геометрія». Для досягнення поставленої мети було проаналізовано наукові та методичні джерела з проблем використання інформаційних технологій у навчанні та обрано типові задачі з нарисної геометрії, процес розв'язання яких реалізовано за допомогою комп'ютерних технологій. Надано класифікацію різновидів мультимедіа: лінійна мультимедіа, нелінійна, гіпермедіа, Live video.

Також проаналізовано та обрано програмне забезпечення Adobe Flash Professional для розробки мультимедійного інтерактивного супроводу до дисципліни «нарисна геометрія» та розроблено мультимедійний інтерактивний супровід.

В основі Flash технології лежить векторний морфінг, тобто плавне «перетікання» одного ключового кадру в інший. Це дозволяє робити досить складні мультиплікаційні сцени, задаючи лише кілька ключових кадрів для кожного об'єкту. Основні механізми реалізації анімації у Adobe Flash є: покадрова анімація, автоматична анімація, анімація з застосуванням вбудованої мови програмування. Для досягнення максимального ефекту слід використовувати всі механізми створення анімації. Інтерактивність реалізується на основі процедур – наборів команд, написаних у Action Script, які запускаються при настанні певної події – заздалегідь визначену дію користувача.

**Ключові слова:** нарисна геометрія, мультимедіа, інтерактивний супровід, Adobe Flash Professional.

**Подлесний С. В., Жук Я. А., Криворучек В. В. Компетентісний підхід в поєднанні з інформаційними технологіями у викладанні теоретичної механіки для електромеханічних спеціальностей // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Генеральною лінією сучасної інженерної освіти є її професіоналізація. Розглянуто теоретичні основи і модель методичної системи формування ключових компетенцій у студентів електромеханічних спеціальностей в процесі вивчення теоретичної механіки за допомогою створення такого розвиваючого освітньо-професійного середовища, яке дозволить формувати основні професійні компетенції при використанні міждисциплінарної

інтеграції, сучасних інформаційних технологій і електронних освітніх ресурсів, активних методів навчання. В курс теоретичної механіки включений розділ електромеханічних аналогій Лагранжа-Максвелла. Важливим пріоритетним напрямом підвищення якості навчального процесу є розширення впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), пошук нових більш ефективних форм їх використання. Студентам пропонуються завдання по комп'ютерному моделюванню різноманітних електромеханічних систем (генератори, неконтактні електромагнітні і електростатичні підвіси, електровимірвальні прилади, акселерометри, сейсмографи, уніполярні машини, електромагнітні гальма та ін.), в тому числі – із залученням їх до участі у виконанні науково-дослідних робіт. Побудова адекватних математичних моделей електромеханічних технічних об'єктів лежить в основі їх подальшого проектування, дослідження, оптимізації і побудови системи управління. У викладанні курсу теоретичної механіки широко використовуються електронні освітні ресурси в таких напрямках: при підготовці і проведенні занять; для створення авторських мультимедійних посібників; в рамках індивідуальної та групової наукової діяльності студентів; в управлінні освітнім процесом. Використовуються дидактичні методи і технології, що дозволяють підвищити якість підготовки і активізувати самостійну роботу студентів.

**Ключові слова:** компетенція, компетентність, інформаційні технології, теоретична механіка, електротехнічні спеціальності, електронні освітні ресурси, якість освіти, Mathcad.

**Подлесний С. В., Єрфорт Ю. О., Жук Я. А., Криворучек В. В. Електронні освітні ресурси як основа якісної інженерної підготовки в системі вищої освіти // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянуто проблеми, пов'язані з необхідністю наповнення освітнього простору електронними освітніми ресурсами (ЕОР) належної якості. Електронні засоби навчального призначення набули широкого поширення за рахунок вичерпного використання інформації і комунікаційних технологій для навчання. ЕОР використовуються в освітньому процесі в таких напрямках: при підготовці і проведенні занять; для створення авторських мультимедійних посібників; в рамках індивідуальної та групової наукової діяльності студентів; в управлінні освітнім процесом. Розглянуті переваги і можливості використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі, де ЕОР є складовою в системі внутрішнього забезпечення якості підготовки високопрофесійних фахівців. Розглянуто проблеми, пов'язані з проектуванням ЕОР, запропоновано узагальнені підходи до класифікації контенту ЕОР. Процес формування ЕОР вимагає використання відповідного програмного забезпечення. На основі застосування відомих принципів дидактики виокремлено і сформульовано вимоги до ЕОР. В якості прикладу подана розроблена кафедрою технічної механіки Донбаської державної машинобудівної академії система дистанційного навчання теоретичної механіки бакалаврів інженерних спеціальностей в електронному середовищі LMS MOODLE. Курс містить: анотацію та навчальну програму дисципліни; навчальну інформацію у формі лекцій, наочно-ілюстрованого матеріалу (презентацій, відеоматеріалів, рисунків, схем, таблиць, Flash-анімацій), медіаресурсів, довідкових матеріалів тощо; методичні рекомендації щодо виконання практичних, самостійних, розрахунково-графічних робіт; глосарій; контрольні-вимірвальні матеріали (тестові завдання, навчальні задачі) та ін.

**Ключові слова:** вища освіта, електронні освітні ресурси, якість освіти, інформаційно-комунікаційні технології, дистанційне навчання, електронне середовище MOODLE, інженерна освіта.

**Разживин А. В., Білошапка Е. Д. Математичне моделювання теплових параметрів загартування в термічній печі // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянута математична модель, що описує теплові процеси при загартуванні заготовки у вертикальній шахтній печі, яка заснована на нелінійних диференціальних рівняннях у часткових похідних, що містять граничні умови різного роду, а також умови для визначення положення кордону фазового переходу. Створення даної математичної моделі дозволить підвищити точність системи управління температурним режимом загартування. Запропоновано спосіб обліку просторового розподілу при аналізі інтегральних показників енергетичних процесів у термічній печі шляхом вирішення системи диференціальних рівнянь у часткових похідних. Перше рівняння описує теплопровідність внутрішнього середовища печі. Друге рівняння описує теплопровідність (зміну температури) в об'єкті в процесі нагрівання до температури витримки. При математичному описі об'єкта прийняті такі припущення: нагрівання деталі відбувається шляхом безпосереднього нагріву від горіння газоповітряної суміші і конвекційного теплообміну на поверхні внутрішнього пічного середовища і описується потужністю джерела тепла, що входить безпосередньо у рівняння. На краях деталі відбувається конвекційний теплообмін з внутрішньо пічним середовищем, температура якого вимірюється вбудованими термометрами. Таке рішення дозволяє описати теплові процеси, розподілені в часі і просторі. За результатами теоретичних досліджень процесу теплообміну в замкнутому просторі печі отримані поверхні зміни температури в процесі нагрівання деталей.

**Ключові слова:** термічна піч, загартування, рівняння, температура, теплопровідність, температура, деталь.

**Разживін О. В., Храмов С. О. Аналіз розподілу енергетичних параметрів при дуговому плавленні металу // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Спеціальним і актуальним є питання оцінки деяких станів процесів плавлення, що носять імовірнісний характер і не піддаються безпосередньому контролю. Найбільш актуальними є проблеми визначення перерозподілу потужності на електричній дузі при дуговому плавленні між розплавом рідкого металу, шлаком

і футеровкою печі. Для аналітичного опису розподілу потужності на електричній дузі запропоновано структурно представити дугову піч трьома взаємодіючими системами: пічний трансформатор; електрична дуга, піч з розплавленим металом. Виведення рівнянь, що описують електричні та теплові параметри плавки металу, проводиться на основі теоретичного аналізу процесів, що відбуваються в досліджуваному об'єкті, а також на основі відомих конструктивних параметрів і характеристик печі. Експериментальна частина моделювання полягає в отриманні перехідних характеристик об'єкта. Проведений математичний опис з метою оцінки величини, що становлять потужності на електричній дузі в відновлювальний період плавки, дозволив визначити значення потужності, підведеної до рідкого металу. Отримані залежності можуть бути використані для розрахунку оптимальних режимів нагріву розплаву в дуговій сталеплавильній печі, а також для побудови динамічної моделі електротермічних процесів плавлення і розподілу потужності дуги в відновлювальний період.

**Ключові слова:** електрична дуга, дугова сталеплавильна піч, рівняння, аналітичне рішення, математична модель, потужність, температура, автоматизація.

**Решетняк С. Р., Донченко Є. І. Дослідження зарядки свинцево-кислотних акумуляторів імпульсним струмом // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

У даній роботі розроблений стенд для автоматичного заряду свинцевого акумулятора з метою підвищення терміну його служби. Приділяється особлива увага способам усунення недозаряду при мінусових температурах і способам недопущення перезаряду при підвищених температурах, що характерно для експлуатації свинцево-кислотних акумуляторів в багатьох областях застосування.

Особливістю контролю недозаряду і перезаряду акумулятора є використання прямих методів вимірювання параметрів зарядних імпульсів: струму і напруги. Запропоновано методику дослідження заряду імпульсним струмом, а також розроблений алгоритм автоматичної зарядки, що дозволяє вести автоматичну зарядку батареї в функції струму з контролем напруги в імпульсному режимі.

Для стенду був запропонований алгоритм визначення оптимального струму заряду, тривалості імпульсів заряду і розряду. Рішення завдання автоматизованого визначення струму заряду досягається складанням графіка залежності величини зарядного опору від струму заряду. Для цього мікроконтролер генерує серію коротких імпульсів струму різних амплітуд і виконує аналіз отриманого графіка залежності зарядного опору від струму.

Для визначення моменту закінчення заряду розроблений спеціальний алгоритм, завдяки чому стенд може працювати як зарядний пристрій. Він реалізований за принципом вимірювання зміни напруги в момент, коли струм через акумулятор дорівнює нулю, при цьому вимір проводиться після короткочасного розрядного циклу.

Виконана робота показала, що імпульсний заряд в функції струму зі знайденими параметрами імпульсів підвищує термін служби до 5 %, запобігає сульфитацію, яскравий електроліз води, перегрів і осипання пластин. Розроблений стенд дозволив вести оптимальний заряд свинцевого акумулятора при низьких (до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і високих (до  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температурах.

**Ключові слова:** імпульсний заряд, свинцево-кислотний акумулятор, мікроконтролерний стенд.

**Сагайда П. І., Зорі А. А. Розробка моделі й методу інтерпретації онтологій і запитів до баз знань із використанням реляційної моделі зберігання даних // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

У даній статті розвинено розроблену раніше методологію проектування сховищ даних і знань для рішення завдань обробки й аналізу даних на основі категоріально-онтологічних моделей. Дана методологія поєднує, на відміну від існуючих методик, проектування за допомогою інформаційних і даталогічних моделей з використанням різних діаграмних методик і мов моделювання. Такий підхід дозволив усунути недоліки й доповнити переваги різних підходів до проектування й одержати раціональну структуру сховищ даних і знань. На підставі отриманих результатів розроблено модель і метод відображення сховища знань у форматі онтологічної моделі, представленої засобами Ontology Web Language з аксіомами у вигляді виразів Descriptive Logic, разом із правилами, представленими на Semantic Web Rule Language, у реляційне подання бази знань (з використанням реляційної моделі зберігання даних), з відповідним перетворенням запитів на Semantic Query Web Rule Language у запити на Structured Query Language / Stored Procedures and Triggers Language. Відмінність розробленої моделі, методу й методики на їхній основі, а також запропонованих алгоритмів розробки й відображення концептів і правил, міститься у використанні в ході такої інтерпретації категоріально-онтологічних моделей сховищ знань і даних у різних форматах подання. Відображення сховищ знань у реляційну модель зберігання даних дозволило реалізувати програмні компоненти комп'ютерних систем інтелектуальної обробки даних з високою продуктивністю опрацювання даних і знань, у тому числі на базі вбудованих систем. Отримані в даному дослідженні результати дозволили реалізувати ряд програмних компонентів комп'ютерних систем для виробничих підприємств. Оцінка системного ефекту від впровадження запропонованої методики показала, що швидкість виконання інтерпретованих на основі реляційної моделі зберігання запитів до онтологічних моделей істотно зросла.

**Ключові слова:** інтелектуальна обробка даних, методи інженерії знань, категоріально-онтологічне моделювання, реляційна модель даних.

**Суботович В. П., Угольніков С. В., Бабкова Н. В., Ольховська О. Л. Методика і система виявлення структури періодичної складової динамічного процесу складного складу // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянуто задачу виявлення структури і визначення параметрів періодичних складових при експериментальному дослідженні динамічних процесів полігармонічного складу з інтенсивною шумовою компонентою. Запропонована методика на основі поняття частотної функції відгуку. Показано, що за умови ергодичності і стаціонарності досліджуваного процесу і виконання осереднення по ансамблю реалізацій рішення задачі може бути отримано шляхом аналізу співвідношень збільшення частот гармонік і збільшення їх різниці фаз для замірів одночасно виконаних в рознесених в просторі точках. Проаналізовано умови застосування методики. Запропоновано структуру вимірювально-інформаційної системи, що реалізує методику. Наведено приклад практичного застосування розробленої методики для аналізу пульсацій потоку в проточній частині парової турбіни.

На основі розглянутої методики сформована схема вимірювально-інформаційного комплексу для виявлення структури періодичних динамічних процесів і визначення їх параметрів. Структура комплексу дозволяє йому працювати як в повністю автоматичному режимі, так у взаємодії з оператором. Наявність проміжних накопичувачів інформації дозволяє використовувати підсистеми комплексу автономно.

Методика аналізу приросту фазочастотної характеристики і елементи вимірювально-інформаційного комплексу використані для ідентифікації взаємозв'язку і параметрів періодичної складової пульсацій потоку в турбоустановці з метою виявлення джерела віброзбурення вимушених коливань лопаткового апарату. Розроблена методика показала свою результативність при аналізі динамічних процесів, зареєстрованих в експерименті.

**Ключові слова:** динамічний процес, гармонійний склад, експериментальні дослідження, частотна функція відгуку, фазова частотна характеристика, різниця фаз, вимірювально-інформаційна система, швидке перетворення Фур'є.

**Суботін О. В., Бородай Р. А. Підвищення продуктивності верстата шляхом модернізації його системи керування // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Наведено модернізацію системи керування оброблювального центру СBFK 130 з метою підвищення його продуктивності. Існуюча система управління верстату в цілому на сьогоднішній день не відповідає жодному з вимог якості, надійності і продуктивності. Модернізація системи управління верстата проведена за рахунок розробки модуля керування приводом головного руху. В якості комплексного показника надійності використовується коефіцієнт готовності, який повинен скласти 0,995 для автоматичного режиму роботи за рахунок вибору елементів з найменшою вірогідністю відмови, розробки сучасної системи діагностики та захисту від аварій. Необхідна точність залежить від роботи практично усіх компонентів системи управління, а продуктивність верстату досягається удосконаленням режимів різання, застосуванням нової прогресивної технології із зменшенням неробочого для інструменту часу, модернізацією верстатного електрообладнання. В цьому плані, для доведення вказаних показників до встановлених значень, проведено конфігурування модернізованої системи управління верстатом для забезпечення максимальної динаміки і точності. Для модернізації використовується програмований контролер SIMATIC S7-300 виробництва фірми SIEMENS, обрана система ЧПК SINUMERIK 840D у комбінації з лінійкою приводів SIMODRIVE 611 digital. Для перевірки якості роботи електроприводу головного руху і оцінки якості перехідних процесів складено його модель в середовищі MATLAB. Аналіз роботи системи керування електроприводом в перехідних режимах доводить адекватність проведених досліджень. Зроблено висновок про доцільність застосування саме векторної системи управління електроприводом, яка задовольняє встановленим вимогам технологічного процесу.

**Ключові слова:** контролер, система керування, електропривід головного руху, векторне управління, модель, конфігурування, програмування.

**Сус С. П. Особливості проектування оптичних засобів контролю наявності виробів у термічних установках // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянута можливість застосування фотоелектричного методу для виявлення виробів усередині термічних установок довжиною до 100 метрів. На основі аналізу встановлено, що самим вдалим є фотоелектричний метод, при якому пристрої контролю повинні працювати в активному режимі «на просвіт». При цьому джерело зондувального оптичного сигналу розміщується з одного боку термічної установки, а приймач – із протилежного. Вироби, що рухаються в термічній установці, є індикуємими об'єктами. Однак потужність оптичного сигналу, що потрапляє на приймач, постійно змінюється. Крім того, застосування такого режиму не дозволяє точно визначати місце появи індикуємих об'єктів у контрольованій зоні. Визначена сукупність зовнішніх факторів, що ускладнюють застосування фотоелектричного методу. Встановлено, що пічне середовище з однієї сторони подавляє зондувальний оптичний сигнал, а з іншої – є потужним джерелом оптичних перешкод. Отримані вирази, що зв'язують співвідношення діаметрів прийомної оптичної системи й оптичного променя в місці приймання. Виконана оптимізація параметрів оптичних систем пристрою контролю і отриманий вираз для визначення потужності зондувального оптичного сигналу на вході приймача. Встановлено, що для достовірного контролю наявності виробів у термічних установках джерела зондувального сигналу повинні мати широкий (0,7...1,05 мкм) спектр випромінювання. За результатами досліджень виготовлені та випробувані

декілька експериментальних зразків пристроїв контролю. Результати випробувань підтвердили отримані теоретичні положення. Розроблений пристрій може бути застосовано не тільки для контролю параметрів робочого простору термічних установок, але і як пристрій виявлення виробів у важкодоступних зонах, наприклад у прокатному виробництві і т. п.

**Ключові слова:** термічна установка, фотоелектричний метод, пристрій контролю, зондувальний оптичний сигнал, індикуючі об'єкти, спектр випромінювання.

**Тузенко О. О., Балаласва О. Ю. Розробка програмного забезпечення для моделювання роботи універсального поворотного компенсатора з отворами різної форми в пружних пластинах // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянуто роботу універсального поворотного компенсатора похибок напрямку повзуна з отворами в пружних пластинах. Встановлено можливість зміни площі опорної поверхні та жорсткості компенсатора за рахунок варіації коефіцієнта перекриття, що дозволить розширити діапазон технологічних операцій, що виконуються на пресовому обладнанні. Розглянуто конструкцію компенсатора та схему перекриття отворів при повороті однієї пластини відносно іншої. Отримано аналітичні вирази для розрахунку коефіцієнта перекриттів отворів овальної, круглої та багатокутної форми в пластинах компенсатора. Розроблено програмне забезпечення для моделювання роботи універсальних поворотних пружних компенсаторів з отворами різної форми. Програму реалізовано із використанням мов HTML, CSS, JavaScript в середовищі об'єктно-орієнтованого програмування JetBrains WebStorm 2017 із стандартним набором бібліотек. Програмний продукт можна використовувати у всіх сучасних операційних системах (Windows, Mac OS, Linux) та мобільних пристроях (працюючих під iOS та Android) як в якості десктоп-додатку, так і веб-додатку. Приведено результати моделювання за допомогою розробленого програмного забезпечення, які представлені у вигляді чисельних значень та графічних залежностей, для яких підібрано вид апроксимуючих виразів, а коефіцієнти визначаються методом перебору. Аналіз отриманих регресійних залежностей дозволяє визначити вплив геометричних розмірів та кута повороту пластин компенсатора на величину коефіцієнта перекриття. Результати дослідження можуть бути використані при проектуванні та вдосконаленні конструкцій пружних компенсаторів, що дозволить підвищити точність штампованих металовиробів за рахунок зниження пружних деформацій і зменшення похибок системи «прес-штамп».

**Ключові слова:** програмне забезпечення, моделювання, пружний компенсатор, похибки системи «прес-штамп».

**Герасименко О. В., Марков О. С., Інчаков Є. В., Маркова М. О., Житніков Р. Ю. Дослідження процесу кристалізації укорочених злитків для поковок відповідального призначення // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Мета роботи – підвищення якості ковальських заготовок для виробництва поковок з високою якістю. Для досягнення поставленої мети досліджувався процес формування злитків зі спрямованою кристалізацією. Для цього був спроектований і досліджений укорочений ковальський злиток. Такі заготовки дозволяють змінити напрямок кристалізації розплаву. Для дослідження була розроблена методика моделювання. Дослідження проводилося з використанням МСЕ. В результаті чисельного моделювання встановлено, що при вертикальній кристалізації тепловий центр зливка розташований у прибутковій частині. Спрямована кристалізація виключає утворення осової пористості, глибина усадочної раковини становить 5 ... 7 % від висоти тіла зливка. Це на 20 ... 25 % менше, ніж для звичайних ковальських злитків і дозволило виключити появу осової рихлості. В результаті висота усадочної раковини становить 5 ... 7 % від висоти тіла зливка. Основна частина висоти тіла зливка кристалізується з постійним градієнтом температур, що не перевищує граничних значень (4 ... 5°C / мм), які можуть привести до утворення тріщин. Це додатково підтверджується даними розподілу критерію Нияма в тілі зливка. Найвищу температуру протягом усього часу охолодження має верхня частина тіла зливка, а нижчу температуру – його донна частина. Зменшення відведення тепла за рахунок утеплення бічної частини виливниці компенсується інтенсивним відведенням тепла на піддон. Це не призводить до збільшення часу кристалізації в порівнянні з процесом кристалізації звичайного ковальського зливка аналогічної маси.

**Ключові слова:** кування, поковка, злиток, спрямована кристалізація, зворотна конусність, охолоджуваний піддон.

**Кулініч А. А. Моделювання впливу параметрів структури на механічні властивості сплаву АМг10 // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Для ливарних сплавів системи Al–Mg головною характеристикою макроструктури є середній розмір макрозерна, а мікроструктури – середній розмір дендритної чарунки. Дані характеристики структури, у більшості випадків, є взаємопов'язаними, і змінити розміри однієї з них при збереженні розмірів усіх інших на постійному рівні на практиці майже неможливо. Це є стримуючим фактором при побудові адекватних кількісних залежностей між механічними властивостями литого сплаву та однієї з характеристик структури. Також це ускладнює встановлення ступеня вкладу кожної окремої характеристики структури в рівень властивостей

сплавів. Мета роботи – встановити ступінь впливу середнього розміру зерна і дендритної чарунки на рівень механічних властивостей промислового сплаву АМг10 та побудувати математичні моделі залежності рівня механічних властивостей сплаву від даних характеристик структури.

Експериментально досліджено взаємозв'язок між розміром зерна і дендритною чарункою та рівнем механічних властивостей промислового сплаву АМг10. Побудовано математичні моделі залежності рівня механічних властивостей сплаву від даних характеристик структури. На основі аналізу побудованих математичних моделей встановлено ступінь впливу середнього розміру зерна і дендритної чарунки на рівень механічних властивостей промислового сплаву АМг10. В характерному для сплаву АМг10 діапазоні змін характеристик структури залежності між рівнем механічних властивостей і розмірами основних характеристик структури задовільно описуються лінійною функцією, окрім залежності між межею плинності та розміром зерна. Ця залежність описується рівнянням типу Холла-Петча. Встановлено, що зміна розмірів макро- і мікроструктури промислового сплаву АМг10 особливо суттєво впливає на підвищення рівня відносного видовження.

**Ключові слова:** математична модель, структура, механічні властивості, зерно, дендритна чарунка.

**Іскрицький В. М., Водолазська Н. В. Про парне навантаження кріпильних деталей групового різьбового з'єднання в режимі однообхідного затягування // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Розглянута розрахункова схема групового різьбового з'єднання, проведений силовий аналіз і встановлені особливості процесу навантаження його кріпильних деталей при їх почерговому парному затягуванні. Приведено аналіз впливу податливості елементів стику на міру зменшення осьових зусиль в раніше затягнутих кріпильних деталях після вантаження наступних при такій технології складання, приведені аналітичні залежності для визначення зміни ступеня навантаження цих деталей. Зроблено висновок про неможливість досягнення за один обхід затягування нормованих осьових зусиль в усіх кріпильних деталях. Встановлена необхідність проведення подальших обходів затягування для виконання вимоги про герметичність стику або здійснення однообхідного парного затягування з перевантаженням, що забезпечує навантаження у кінці обходу усіх кріпильних деталей однаковим необхідним зусиллям. Встановлена закономірність зміни коефіцієнтів перевантаження послідовно затягуваних пар при однообхідному затягуванні, розроблено алгоритм для здійснення їх розрахунків із застосуванням ЕОМ.

З урахуванням вимог забезпечення герметизації стику виконаний розрахунок зусиль навантаження кріпильних деталей для випадку однообхідного затягування. Приведена графічна інтерпретація результатів розрахунків коефіцієнтів перевантаження для різної кількості збираних пар кріпильних деталей при різних значеннях відносної податливості деталей стику, що забезпечують досягнення в усіх кріпильних деталях нормованих зусиль затягування за один обхід. Показано, що для складання групових різьбових з'єднань з високою відотною податливістю з'єднання і кількістю пар  $N \geq 8$  застосування технології однообхідного затягування стає неможливим за умовами міцності збираних кріпильних деталей. Запропоновані рекомендації по використанню отриманих розрахункових залежностей при однообхідному затягуванні групових різьбових з'єднань.

**Ключові слова:** групове різьбове з'єднання, технологія складання, процес навантаження, силовий аналіз, алгоритмічна модель, почергове парне затягування, однообхідне затягування, нормоване осьове зусилля, коефіцієнт перевантаження.

**Ковалевський С. В., Гущин О. В., Попов А. О. Оснащення для реалізації процесу поверхнево-пластичної деформації при зміцненні робочих поверхонь деталей машин // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

На основі проведених раніше теоретичних і експериментальних досліджень була розроблена конструкція технологічного оснащення для реалізації процесу поверхнево-пластичного деформування робочих поверхонь деталей машин з використанням ролика з круговим профілем. Конструкція пристосування передбачає можливість схрещення осей зміцнювальних роликів відносно осі заготовки. Осі зміцнювальних роликів повернуті на один кут, але з різним знаком. Для пристосування забезпечується можливість самовстановлення на верстатах токарного типу завдяки шарнірному закріпленню на супорті. При цьому зусилля, що виникають в процесі деформування поверхневого шару, замикаються на конструкції пристосування, і не передаються ані на заготовку, ані на елементи верстату. Таким чином досягається найвища точність оброблення деталей. Окрім відомих переваг накочування за такою схемою додатково виникає ефект «перемішування» деформованих шарів матеріалу і з'являється особливий прошарок у прикордонних ділянках, який наближається до наноструктурованої поверхні і має дуже велику зносостійкість. В результаті досягається суттєве підвищення строку служби деталей і вузлів в цілому.

Окрім цього, розроблена конструкція технологічного оснащення для поверхнево-пластичного зміцнення деталей машин також може бути використана і для реалізації процесу накочування як роликками зі спеціальним профілем, так і циліндричними роликками. Але при цьому буде дещо видозмінений вузол зміцнювальних роликів із збереженням запропонованої схеми накочування. Таким чином, схрещування осей при реалізації процесу накочування циліндричними роликками призводить не тільки до зменшення зусиль деформування,



а і до суттєвого зниження негативного впливу сил тертя, оскільки лінійний контакт при цьому значно зменшується і наближається до точкового.

**Ключові слова:** поверхнево-пластична деформація, накочування, зміцнювальний ролик, технологічне оснащення, схрещування осей, напруження зсуву, внутрішні напруження.

**Корчак О. С., Коткова В. В. Розвиток методів запобігання рідинному голодуванню силових циліндрів автоматизованих гідропресових комплексів // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Метою роботи є створення методів запобігання рідинному голодуванню силових гідроциліндрів шляхом аналізу основних причин виникнення цього явища в гідроциліндрах різного функціонального призначення з послідуною розробкою відповідних заходів його усунення. Розглянуті принципові особливості умов експлуатації робочих, зворотних та врівноважувальних циліндрів. Зауважено, що робочі циліндри мають найбільший об'єм серед гідроциліндрів обладнання автоматизованих комплексів та в найбільшій мірі піддаються рідинному голодуванню. Описано метод запобігання рідинному голодуванню під час опускання рухомої поперечини до поковки. Відповідно до цього методу визначають відповідні параметри гідролінії «робочий циліндр – зливний клапан – наповнювально-зливний бак», зливні клапани максимально наближують до робочих циліндрів відповідних ступенів зусиль та зосереджують основну частку загального гідравлічного опору на відповідному зливному клапані. Компонування системи керування ходом наближення гідравлічного преса із запобіганням рідинному голодуванню силових циліндрів передбачає застосування колектора та врівноважувальних циліндрів. Для запобігання рідинному голодуванню силових циліндрів в систему автоматичного керування пресом закладають розроблений в роботі алгоритм, відповідно до якого постійно контролюють показники датчиків системи керування та порівнюють поточний тиск у робочих циліндрах з розрахунковим, визначеним у даний момент часу з урахуванням змінного гідравлічного опору зливного клапана зворотних циліндрів. Наведена та проаналізована математична модель зміни тиску в робочих циліндрах гідравлічного преса при їх заповненні рідиною низького тиску від наповнювально-зливного баку. Надано практичні рекомендації із запобігання рідинному голодуванню силових гідроциліндрів автоматизованих гідропресових комплексів.

**Ключові слова:** прес гідравлічний, циліндр силовий, рідина робоча, рідинне голодування, клапан, тиск, гідролінія.

**Ковальов В. Д., Васільченко Я. В., Мельник М. С., Нестеренко В. М. Комплексний підхід до організації проектних робіт при створенні сучасних мехатронних верстатів // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Мехатроніка як технічна спеціальність і як науковий напрям виникла в 70–80-х роках ХХ століття. Передумовою для її виникнення стали бурхливий розвиток електроніки, кібернетики та обчислювальної техніки в 60–70-х роках і усвідомлення нових можливостей, які відкривало застосування цих наукових розробок в техніці. По суті, змінився принцип побудови складних машин, зокрема металорізальних верстатів. Всі складні внутрішні кінематичні зв'язки тепер реалізуються програмним шляхом. Завдяки можливості оперативної зміни параметрів програмного забезпечення з'явилася можливість гнучко управляти параметрами і структурою внутрішніх кінематичних зв'язків, а також створювати такі передатні функції, які механічним способом реалізувати або вкрай складно, або неможливо. Це дозволило суттєво спростити механічну частину машин. Крім того, стало можливим поліпшити характеристики і розширити можливості машин за рахунок застосування принципів автоматичного і адаптивного управління. Однак на практиці щодо верстатобудування застосування мехатроніки, по суті, вичерпується створенням універсальних верстатів з ЧПУ і верстатів-автоматів, які також реалізуються із застосуванням систем ЧПУ або в крайньому випадку уніфікованих програмованих контролерів. Технічні характеристики цих систем управління часто значно перевищують необхідні для конкретного завдання, а це негативно позначається на собівартості верстата і підвищує вимоги до обслуговуючого персоналу. Така ситуація обумовлена в першу чергу відсутністю на вітчизняних верстатобудівних підприємствах фахівців в області мехатроніки, а також відсутністю сучасних методик проектування з урахуванням вищевказаних можливостей. Попит на обладнання для великосерійного і масового виробництва на ринку є постійним, а це в першу чергу спеціалізовані і спеціальні верстати-автомати, що вимагають порівняно простих спеціалізованих систем управління, тому тема є актуальною. Метою даної роботи є розробка методики проектування мехатронних систем, яка дасть загальний алгоритм дій, спростить постановку завдань для суміжних фахівців і вкаже ті відсутні області знань, до яких необхідно звернутися для успішного і ефективного вирішення поставлених завдань.

**Ключові слова:** методика, мехатронні системи, верстат, верстатний вузол, алгоритм, верстатобудування.

**Ліщенко Н. В. Дослідження наступності аналітичних рішень для визначення температури шліфування // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Метою статті є обґрунтування найбільш простого аналітичного рішення, адекватного реальним умовам профільного зубошліфування. Запропоновано класифікацію аналітичних рішень, які описують температурне поле при профільному зубошліфуванні за критерієм кількості використовуваних просторових координат: три-, дво-, одновимірне рішення диференціального рівняння теплопровідності Фур'є при граничних умовах другого

роду і відповідних початкових умовах. Для цього зазначені аналітичні рішення представлені в безрозмірному виді, що дозволяє зменшити кількість факторів, які на них впливають. Ці фактори однаково впливають на порівнювані аналітичні рішення. Знайдено умови наступності зазначених рішень за формою плями контакту і інтервалу зміни критерію Пекле, виходячи з умови припустимої похибки визначення температури зубошліфування. При виконанні цих умов максимальну температуру можна визначати за двовимірним рішенням для смугового джерела тепла. Умови наступності дозволяють замінити складні аналітичні рішення більше простими, які можна використовувати в підсистемах САПР, моніторингу і технологічної діагностики операції профільного зубошліфування. Встановлено дві умови наступності. По-перше, для прямокутної форми плями контакту, що має габаритні розміри  $2H \times 2L$ , необхідно виконання умови  $H/L < 1$ . При  $H/L = 1$  і  $H/L > 1$  наступність порушується. По-друге, інтервал зміни критерію Пекле повинен становити  $4 \leq H \leq 20$ , що відповідає тепловому джерелу, яке швидко рухається, і режимам багатопрхідного швидкісного профільного зубошліфування на сучасних верстатах з ЧПК.

**Ключові слова:** профільне зубошліфування, температура шліфування, аналітичні рішення, рухоме теплове джерело, форма теплового джерела.

**Ловейкін В. С., Почка К. І. Обґрунтування крайових умов оптимального режиму реверсування роликів формувальної установки за прискоренням третього порядку // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

З метою підвищення надійності та довговічності роликів формувальної установки розраховано комбінований режим зворотно-поступального руху формувального візка з реверсуванням при оптимальних крайових умовах за прискоренням третього порядку. При проведенні оптимізації в якості критерію режиму руху використано критеріальну дію, яка являє собою інтеграл за часом з підінтегральною функцією, що виражає енергію прискорень третього порядку установки. Отримано функції зміни кінематичних характеристик формувального візка при його русі від одного крайнього положення в інше, що відповідають режиму реверсування за прискоренням третього порядку з оптимальним значенням крайових умов. Запропоновано конструкцію приводу установки у вигляді кулачкового механізму та побудовано профіль кулачка для забезпечення комбінованого режиму зворотно-поступального руху формувального візка з реверсуванням при оптимальних крайових умовах за прискоренням третього порядку. Також запропоновано конструкцію роликів формувальної установки з приводом від високомоментного крокового двигуна, що вмонтований в укочувальні ролики формувального візка установки. Використання в установці вказаного приводу приводить до підвищення якості поверхні оброблюваної бетонної суміші, зменшення динамічних навантажень в елементах приводу, зменшення зайвих руйнівних навантажень на рамну конструкцію і, відповідно, до підвищення довговічності установки в цілому. Результати роботи можуть в подальшому бути корисними для уточнення та удосконалення існуючих інженерних методів розрахунку приводних механізмів машин із зворотно-поступальним рухом виконавчих елементів.

**Ключові слова:** роликів формувальна установка, режим руху, кулачковий механізм, кроковий двигун, привод.

**Мельник М. С. Математична модель вбудованого в різальний інструмент гідродинамічного демпфера для визначення оптимальних конструктивних параметрів // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Проблема виникнення автоколивань при обробці довгим нежорстким інструментом є досить актуальною, оскільки розточувальні операції складають значну частку від усіх операцій механічної обробки і виконуються, як правило, на поверхнях з високими вимогами до точності обробки. Єдиним ефективним шляхом підвищення стійкості процесу різання при роботі нежорсткими розточувальними різцями може бути застосування гідравлічних демпферів. Метою даної роботи є розробка математичної моделі, що дозволяє визначити оптимальні конструктивні параметри демпфера виходячи з обмежених розмірів інструмента. За оптимальні параметри демпфера прийнято такі, при яких забезпечується максимальне поглинання потужності вимушених коливань на частоті власних коливань різця при фіксованому значенні амплітуди коливань. На підставі дослідження відомої математичної моделі пов'язаних гармонічних осциляторів з в'язким тертям визначено, що залежність ефективності поглинання енергії коливань від коефіцієнта демпфування має один максимум. Цьому максимуму відповідає оптимальне поєднання розмірів і маси робочого тіла демпфера, а також товщини робочого зазору і в'язкості робочої рідини. Також на основі відомих з гідравліки залежностей був встановлений математичний зв'язок між конструктивними параметрами демпфера і коефіцієнтом демпфування. За допомогою поєднання отриманих математичних моделей була отримана потрібна математична модель, яка дозволяє визначити оптимальне поєднання товщини робочого зазору, в'язкості робочої рідини, маси робочого тіла і жорсткості підвісу при заданих розмірах інструмента.

**Ключові слова:** процес різання, нежорсткий різець, математична модель, конструктивні параметри, демпфер, інструмент.

**Полянський В. І. Теоретичний аналіз параметрів теплового процесу при шліфуванні // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Наведено аналітичні залежності для визначення основних параметрів теплового процесу при механічній обробці матеріалів, з урахуванням досягнення температурою нульового значення при деякій глибині проникнення тепла в поверхневий шар оброблюваної деталі, що дозволило наблизити розрахункову схему до реальних умов обробки та визначити оптимальні параметри механічної обробки. Показано, що зі збільшенням часу обробки температура різання, аналогічно частині тепла, що надходить в стружки, які утворюються при шліфуванні (або в стружку, яка утворюється при лезовій обробці), безперервно збільшується, асимптотично наближаючись до максимального значення, що визначається відношенням умовного напруження різання до питомої теплоємності та щільності оброблюваного матеріалу. При цьому частина тепла, що надходить в поверхневий шар оброблюваної деталі, зі збільшенням часу обробки безперервно зменшується, асимптотично наближаючись до нульового значення. Виходячи з цього, зроблено висновок про ефективність збільшення швидкості взаємного переміщення інструменту й оброблюваної деталі з метою зменшення кількості тепла, що надходить в поверхневий шар оброблюваної деталі, й, відповідно, підвищення якості та продуктивності обробки. Для практичного здійснення цієї умови рекомендується використовувати ефективні процеси високошвидкісного різання й високошвидкісного шліфування, для яких характерне найменше проникнення тепла, що утворюється, в поверхневий шар оброблюваної деталі. Однак на практиці така умова в повному обсязі неможлива, оскільки навіть при високошвидкісній обробці невелика частина тепла, що утворюється, переходить в поверхневий шар оброблюваної деталі, змінюючи структуру оброблюваного матеріалу.

**Ключові слова:** механічна обробка, тепловий процес, температура різання, високошвидкісне різання, шліфування, якість обробки, продуктивність обробки.

**Пригоровська Т. О., Войтенко П. І., Врюкало В. В., Пітулей Л. Д., Роп'як Л. Я., Присяжнюк П. М., Бурда М. Й., Луцак Д. Л., Луцак Л. Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення PDC-доліт для підвищення їх експлуатаційних показників // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Породоруйнівний інструмент є головним елементом бурового обладнання, оскільки безпосередньо здійснює руйнування гірської породи. Найбільш поширеними при бурінні свердловин є долота типу PDC та шарошкові долота. Результати аналізу конструкцій доліт свідчать, що дослідники основну увагу приділяють формі профілю долота. Однак, питання розміщення різців на лопатях долота для забезпечення їх рівномірного спрацювання, та однакової навантаженості різців, залишаються недостатньо вивченими, тобто не обґрунтовано за якими математичними залежностями їх доцільно розміщувати на лопатях долота. При проектуванні PDC-доліт однією із проблем є розроблення конструкторських рішень, які б дозволили забезпечити рівномірне зношування всіх ріжучих елементів долота. Результати проведеного обстеження бурових доліт свідчать про їх нерівномірне спрацювання. Найбільш зношеними є різці, що розміщені якнайдалі від осі долота. Тому проблема вибору схеми закономірності розміщення зубців на лопатях долота є актуальною.

Розглянуто проблему розміщення різців на лопатях долота типу PDC. Встановлено, що при традиційних схемах розміщення не забезпечується рівномірне спрацювання різців, які встановлені на різних радіусах лопатей долота. З метою раціонального розміщення породоруйнівних елементів на лопатях обґрунтовано доцільність використання параболічної спіралі Вогеля. Встановлено, що таке розміщення різців забезпечує однаково стійкість до спрацювання в процесі руйнування гірської породи. Збільшення шляху різання з віддаленням до периферії долота, і відповідно, навантаження компенсується зменшенням ширини зони руйнування гірської породи кожним різцем.

**Ключові слова:** долота PDC, різці, схема розміщення різців, експлуатаційні показники, спіральні моделі.

**Родічев Ю. М., Сорока О. Б., Ковальов В. Д., Васильченко Я. В., Шаповалов М. В. Прискорені випробування різальних пластин при інтенсивному контактному навантаженні // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

В роботі розглянуті шляхи збільшення ресурсу інструменту, оснащеного твердосплавними ріжучими пластинами. Доведено доцільність обробки імпульсним магнітним полем для підвищення об'ємної міцності різального інструменту. Для підтвердження теоретичних результатів запропоновані методики прискорених випробувань різальних пластин при інтенсивному контактному навантаженні. Для попередньої оцінки впливу імпульсної магнітної обробки на зносостійкість твердосплавних інструментів були проведені їх форсовані випробування. В основі форсованих методів лежать фізичні принципи теорії надійності і спадковості. На відміну від повних стійкісних випробувань форсовані випробування дозволяють скоротити час випробувань, витрату інструментального і оброблюваного матеріалу. Принцип екстраполяції по навантаженню стосовно твердосплавним інструментам може бути реалізований методом ступеневого збільшення подачі і методами ступеневого і безступінчастого збільшення швидкості різання. Різальні пластини були випробувані в умовах високого контактного тиску з тертям при підвищених температурах з використанням обладнання і оснастки, застосовуваної при обробці різанням. Отримано, що фаски на пластинах після обробки імпульсним магнітним полем, мають приблизно на 30 % меншу площу поверхні, ніж ті, що утворилися на пластині в початковому

стані. Встановлено, що для пластин після обробки імпульсним магнітним полем спостерігається збільшення обох параметрів, що характеризують опір руйнуванню. Для твердосплавних різальних інструментів, які пройшли магнітну імпульсну обробку, при швидкості різання, які відповідають чорновій обробці, характерне зниження швидкості зносу в 2–2,3 рази. Граничне значення подачі для твердосплавних інструментів, які пройшли обробку імпульсним магнітним полем, збільшується в 1,5–2 рази.

**Ключові слова:** твердосплавні різальні пластини, обробка імпульсним магнітним полем, опір руйнуванню.

**Усов А. В., Тонконогий В. М., Рибак О. В. Розробка САПР технологічного процесу шліфування плазмових покриттів // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

При обробці плазмових покриттів разом з можливістю розвитку дефектів, характерних для деталей із суцільною структурою, існує ризик відшарування покриття та його відриву від основного матеріалу деталі. Тому на етапі проектування технологічних операцій шліфування плазмових покриттів слід враховувати міцність зчеплення з основою та структурні особливості нанесеного шару. Забезпечення якості обробки включає визначення критеріїв міцності та руйнування, що обмежують напруження, які діють у зоні контакту шліфувального круга з поверхнею. На основі цих критеріїв у даній роботі побудована математична модель напружено-деформованого стану зносостійких плазмових покриттів в процесі шліфування. Встановлено функціональні зв'язки між технологічними характеристиками процесу шліфування та умовами, що забезпечують необхідну якість обробленої поверхні. Роль структурних неоднорідностей розглянуто з точки зору їхнього характерного розміру та розподілу відносно зони контакту зі шліфувальним кругом. Також встановлено, що для включень і тріщиноподібних дефектів стрибки компоненти зміщень та напружень в процесі обробки мають різний вигляд. За допомогою коефіцієнту інтенсивності напружень встановлено характер напружено-деформованого стану в околі структурних дефектів та визначені умови, за яких тріщиноподібний мікродфект перетворюється на магістральну тріщину. Таким чином, при створенні САПР шліфування плазмових покриттів необхідно враховувати систему обмежень, що дозволить попередити розвиток дефектів та встановити область значень параметрів обробки, які задовольняють отриманим термомеханічним критеріям та гарантують якість готових виробів.

**Ключові слова:** математична модель, плазмові покриття, шліфування, структурні неоднорідності, критерії руйнування.

**Аксенов В. П., Шеремет А. И. Бездатчиковое управление транспортной тележкой для уменьшения перекосов рамы // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Объектом исследования в работе является транспортная тележка для передачи раскатов грузоподъемностью 30 тонн, разработанная на Новокраматорском машиностроительном заводе. При наладке данного оборудования были замечены перекосы рамы транспортной тележки с последующим зацеплением реборд колес тележки о рельсы, что приводило к аварийному отключению частотного преобразователя привода колес. В работе рассмотрено построение математической модели транспортной тележки для передачи раскатов металла грузоподъемностью 30 тонн в среде математического моделирования MATLAB Multibody. Математическая модель транспортной тележки для передачи раскатов металла грузоподъемностью 30 тонн необходима для получения расчетных величин угла поворота и бокового смещения тележки при различных типах нагрузки с целью построения регулятора перекоса рамы. Исследована динамика перемещения тележки при нагрузке номинальной массой 15 тонн, которая расположена по центру тележки и со смещением от центра тележки вправо. Для создания конструктива транспортной тележки в среде MATLAB Multibody были использованы Solidworks модели механизма, благодаря чему стало возможным смоделировать реальное распределение нагрузок на колеса тележки. Получены математические зависимости угла поворота тележки и бокового смещения тележки от скоростей вращения приводных колес. Полученные результаты моделирования подтверждают полученные математические зависимости для угла поворота и бокового смещения. Результаты моделирования дают возможность оценить относительный угол поворота тележки и ее относительное боковое смещение. Дальнейшая работа ведется в направлении создания регулятора перекоса рамы с нечеткой логикой.

**Ключевые слова:** перекося тележки, боковое смещение, бездатчиковое векторное управление, MATLAB Multibody, асинхронный двигатель, SINAMICS, регулятор, нечеткая логика.

**Холодняк Ю. С., Подлесний С. В., Капорович С. В. Спрощена методика силового розрахунку плоских рам в умовах вимушених коливань // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

Виконано аналіз існуючих методик силового розрахунку балок і плоских рам, які перебувають під дією вимушених коливань. Показано, що розрахунки балок не є проблематичними. Для них розроблені як спрощені методики, які використовують математичні моделі невагомих балок з прикріпленими до них точковими масами, так і більш складні, що враховують маси балок. Існуючі методики силового розрахунку плоских рам мають у своїй основі складні двомірні математичні моделі. Їх реалізація потребує поглибленої математичної підготовки і складних обчислювальних засобів. Тому їх важко застосувати у звичайній інженерній практиці. Спрощених методик силового розрахунку рам, що коливаються, не існує.

Метою даної роботи є розробка спрощеної двомірної математичної моделі вимушених коливань плоских рам з наступним використанням цієї моделі в їх силових розрахунках. Математична модель, що запропонована в роботі, описує коливання невагомої рами з точковою масою при одночасній дії на них вертикальної й горизонтальної гармонійних збуджуючих сил. У основу моделі покладено метод сил, що встановлює зв'язок переміщень рами з силами, які на неї діють. Разом з моделлю отримані залежності для обчислення резонансних частот коливальної системи. Виконані розробки дозволяють визначати динамічні характеристики коливального процесу і розраховувати рами на міцність і жорсткість. Методика такого розрахунку реалізована у середовищі Mathcad 15 і успішно пройшла апробацію на ряді навчальних задач. Результати роботи можуть бути корисними студентам і викладачам технічних ВНЗ, також фахівцям-практикам, що виконують силові розрахунки.

**Ключові слова:** плоскі рами, вимушені коливання, математична модель, резонансні частоти, силові розрахунки.

**Шевляков О. С., Богданова Л. М. Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій Customer Relationship Management для підвищення ефективності бізнес-процесів, що спрямовані на роботу з клієнтами // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43).**

У статті досліджено важливість застосування інформаційних технологій в управлінні підприємством за допомогою програмного забезпечення CRM (Customer Relationship Management) для підвищення ефективності бізнес процесів, що спрямовані на роботу з клієнтами. Проаналізовано літературні джерела з точки зору класифікації систем CRM за функціональними ознаками і за рівнями обробки інформації. Проведено аналіз моделей для кількісної оцінки успішності роботи з клієнтами. Проаналізовано методи утримання і залучення клієнтів різними фірмами. Це індекс чистої підтримки (Net Promoter score, NPS) і індекс якості обслуговування ESQі. Отримана інформація дозволила виявити основні поняття предметної області і зв'язки між ними, виявити основні бізнес-процеси діяльності по утриманню і залученню клієнтів фірми. Розроблено структурно-функціональну модель ПМК (програмно-методичного комплексу) для утримання і залучення клієнтів. Модель складається з контекстної структурно-функціональної діаграми для бізнес-процесу «Реалізація методів залучення та утримання клієнтів фірми». Така методика дозволила представити входи і виходи, учасників системи, а так само нормативні документи для здійснення процесу, вихід бізнес-процесу. З використанням цієї методики також проаналізовано такі підпроцеси основного бізнес-процесу: створення історії взаємин з клієнтами, статистичний аналіз бази клієнтів, статистичний аналіз продаж. Проведено моделювання системи з точки зору прецедентів з застосуванням діаграми прецедентів. Прецеденти створювались на основі об'єднання сценаріїв предметної області, які об'єднані спільною метою користувача. До діаграми включено прецеденти: робота з даними про клієнтів, отримання історії взаємин, робота з інформацією для клієнтів, класифікація клієнтів, аналіз діяльності фірми.

**Ключові слова:** CRM-система, відносини з клієнтами, бізнес-процеси, прецеденти, персоніфікація, лояльність.

---

## АННОТАЦИИ

---

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Абрамская И. Б., Еникеев А. Ф., Захаренков Д. Ю. Информационная технология обработки параметров частотно-модулированного сигнала // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Штатная настройка рабочих циклов дизель-генератора (ДГ) определяет его технико-экономические показатели. Цель работы – повышение точности и производительности аппаратных средств оценивания идентичности рабочих циклов дизель-генератора; разработка упрощенной математической модели кинематической схемы ДГ и идентификация ее параметров; анализ частотных характеристик каналов передачи информации цилиндр-коленчатый вал; построение информационной технологии для оценки идентичности рабочих циклов ДГ на основе цифровой обработки частотно-модулированного сигнала скорости вращения коленчатого вала.

В качестве детерминированной математической модели кинематической схемы дизель-генератора предложена механическая система с одной степенью свободы. Интегриродифференциальное уравнение описывает информационные связи между воздействиями цилиндров и сигналом флуктуаций скорости вращения первой массы. Установлено, что введение трения в это уравнение улучшает стабильность работы канала передачи информации. Предложено представление разностных крутящих моментов цилиндров в виде амплитудных коэффициентов и компьютерным моделированием получено частотное представление сигнала флуктуаций скорости вращения первой массы. Информационная технология оценивания идентичности рабочих циклов создана на основе решения переопределенной системы алгебраических уравнений с использованием алгоритма минимизации невязки. Соответствующие аппаратные средства с использованием рассчитанных значений амплитудных коэффициентов формируют программные изменения настроек процессов подачи топлива и воздуха в цилиндры дизель-генератора.

**Ключевые слова:** математическая модель, дизель-генератор, частотно-модулированный сигнал, амплитудные коэффициенты, флуктуация скорости вращения первой массы, трение.

**Борисенко А. Н., Борисенко Е. А., Шевченко Н. Ю. Повышение метрологических характеристик измерителя фазового запаздывания за счет оптимизации тактовой частоты // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Предложена структурная схема цифрового устройства для измерений сдвига фаз между импульсными последовательностями. Технические возможности устройства позволяют измерять фазовые запаздывания между импульсами последовательностей, которые имеют частоты следования  $F$  и  $0,5F$ . На основе методов теории информации и теории погрешности исследованы метрологические характеристики предложенного фазометра и установлено, что он удовлетворяет требованиям компьютерной системы по точности измерений. Определено, что минимальное значение погрешности фазового запаздывания не зависит от периода следования входных импульсных последовательностей. Отмечено, что предложенное устройство по сравнению с разработанными ранее техническими средствами обладает более высокой точностью измерения фазового запаздывания, поскольку оно обеспечивает минимально возможную погрешность определения этого запаздывания независимо от того, изменяются или не изменяются частоты входных импульсных последовательностей. С целью уточнения метрологических характеристик предложенного фазометра выполнена статистическая обработка экспериментальных данных. На основе информационного подхода получено энтропийное значение погрешности измерений сдвига фаз предложенным устройством. Установлено совпадение результатов теоретических исследований и экспериментальных данных.

**Ключевые слова:** фазовое запаздывание, тактовая частота, фазометр, погрешность, статистическая обработка экспериментальных данных.

**Германов И. Р., Сердюк А. А. Повышение производительности тестирования веб-приложений путём разработки системы автоматизации // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Проанализирован существующий процесс тестирования веб-приложений и выделены основные недостатки. Установлено, что значительный объём работ по созданию программного окружения для тестирования можно автоматизировать. Предложена система автоматизации тестирования, в которой тестировщик выполняет лишь функцию написания тестов, которую трудно автоматизировать. Программная среда создается системой автоматически на основе специального конфигурационного файла, в котором разработчики, фиксируют все необходимые компоненты, их версии, и порядок запуска. Конфигурационный файл является частью кода, чтобы фиксировать в системе контроля версий необходимые компоненты для каждой версии проекта. Для создания программной среды система объединяет все эти компоненты и настраивает их на выполнение тестового

сценария. Выполнение тестов происходит автоматически после каждого изменения программного кода, найденные ошибки классифицируются и записываются в базу данных и передаются в журнал ошибок, а сообщения отправляются сразу после фиксации ошибки независимо от желаний тестировщика. Создана UML-диаграмма вариантов использования системы, в которой тестировщику доступны следующие варианты использования: тестирование проекта, включающее в себя введение тестового сценария и запуск тестирования, которое может выполняться вручную или автоматически, и просмотр журнала ошибок, который представляет собой перечень результатов тестирования. Программисту доступен только просмотр журнала ошибок. Для предлагаемой системы также представлены ER-диаграмма базы данных и диаграмма классов.

**Ключевые слова:** веб-приложение, автоматизация, тестирование, программное окружение, база данных, контейнеризация, тестировщик, код, ошибки.

**Котляр М. Ю., Сердюк А. А. Повышение эффективности обработки заявок call-центра // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Представлен способ повышения эффективности процесса обслуживания в Call-центре путем внедрения системы с графическим редактором для создания и реконструкции алгоритмов обработки заявок. Проведен анализ существующих Call-центров и алгоритмов обслуживания заявок, которые наиболее часто применяются на практике. Проанализирован «жизненный цикл» обработки вызова на рабочем месте оператора. Разработан алгоритм автоматизированной системы обработки заявок. Выявлены методы сокращения расходов в Call-центрах. При использовании системы получена возможность снизить количество операторов, упростить процесс создания и конфигурации алгоритма в графическом редакторе. Описан процесс разработки интерактивного меню, который упрощает процесс изменения и увеличение скорости внедрения алгоритма, повышает гибкость системы к изменению логики и интенсивности потока заявок. Проведена разработка системы обработки заявок и интуитивно понятного графического интерфейса, способного реконструировать алгоритмы. Разработанная система способна оперативно создавать и реконструировать алгоритм обслуживания клиента, за счет этого появилась возможность без глубоких знаний программирования и знания системы, добавлять необходимые компоненты в алгоритм. В результате автоматизации ответов на простые вопросы, сократилось время ожидания соединения с оператором и уменьшилось число абонентов, не дождавшихся ответа. Переход на круглосуточный режим обслуживания звонков способствует росту клиентской базы, что, соответственно, увеличивает доходы компании. Также есть возможность расширения рынка продаж за счет привлечения абонентов из других часовых поясов. Сотрудники, обслуживающие клиентов, освобождаются от рутинной работы и сосредотачиваются на более важных вопросах.

**Ключевые слова:** call-центр, ip-rbx, коммутация, веб-сервис, алгоритм, сервер управления вызовами, operator, обработка заявок, процесс обслуживания.

**Макшанцев В. Г. Модель автоматизированной системы управления процессом мягкого обжатия машины непрерывного литья заготовок // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Разработана модель автоматизированной системы управления процессом мягкого обжатия машины непрерывного литья заготовок, учитывающая значимые факторы, влияющих на зону затвердевания такие как: теплофизические параметры, высота кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок, скорость вытягивания слитка, форма сечения заготовки, влияние химического состава разливаемой стали, а также учитывающие дополнительные значимые факторы, а именно: усадка стали по всей длине слитка, конвективный теплоперенос в жидкой и твердо-жидкой фазах и прогнозирование границ области мягкого обжатия. Предложен порядок взаимодействия основных расчетных процедур, а также процедур обмена данными в сети, при этом выделены основные группы данных, определяющие различные элементы математической модели. Представлена автоматизированная система настройки фактического зазора в приводных роликовых секциях в зоны вторичного охлаждения, поддерживающая разработку и обслуживание данных фактического зазора со средой моделирования процесса охлаждения слитка и таким образом обеспечивающая автоматическое регулирование толщины и конусности непрерывнолитой заготовки. Разработаны алгоритм управления роликовой секцией мягкого обжатия и алгоритм синхронизации движения секции. Предложенная модель управления системой мягкого обжатия позволяет точно определить место приложения усилия обжатия и конусность ручья при формировании слитка, что повысит качество выходного профиля. Модель позволяет с высокой точностью определить параметры зоны мягкого обжатия такие как: положение и длина зоны, учитывая химический состав слитка. В результате улучшается качество центральной части изготавливаемого сляба.

**Ключевые слова:** модель, автоматизированная система управления, мягкое обжатие, непрерывная литая заготовка.

**Олеярник А. В., Беш А. Н. Совершенствование защиты учебного стенда TMDSHVMTRPFCKIT // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрен материал, предназначенный для производителей промышленных приводов, выпускающих новые разработки силового электронного оборудования, снижающие эксплуатационные затраты. Проанализированы элементы электрической принципиальной схемы, приведены причины выхода из строя учебного исследовательского стенда TMDSHVMTRPFCKIT. Рассмотрены особенности условий эксплуатации и функционирования аппаратной защиты; указаны типы микропроцессоров, с которыми функционирует стенд; приведены основные электрические параметры стенда, указаны типы электродвигателей, подключаемых к стенду. Рассмотрены схемотехнические решения, позволяющие блокировать аварийные токи и напряжения, приведена схема защиты силового модуля; освещены результаты испытаний при отсутствии интегрирующей RC цепи и при её наличии; приведена разработанная электрическая принципиальная схема модуля защиты, описание её работы и принципа функционирования в системе стенда; приведен расчет времени срабатывания электронных элементов в модуле защиты и сравнение с нормированными значениями, рекомендованными литературными источниками; приведены рисунки цифровых фотографий модуля защиты, подключенного к стенду. Выполнена разводка платы в среде Altium Designer, показаны компоненты платы, которые соединяются своими выводами с элементами стенда; сконструирована плата, выполненная с применением SMD элементов; приведена информация о подключении к частотному преобразователю. Проведено имитационное испытание работы платы под нагрузкой, зарегистрировано с помощью потенциометра регулирование величины напряжения срабатывания защиты, которое производилось осциллографом и мультиметром при достижении напряжения 180 мВ, что производило включение звуковой (базер) и световой (светодиод) сигнализации и блокирование работы силового интеллектуального модуля преобразователя. Приведены результаты подключения платы защиты к исследовательскому модулю, даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию защиты, что предполагает защиту силового модуля от токов короткого замыкания путем разработки схемы, которая будет работать на принципе токоограничения источника питания.

**Ключевые слова:** система защиты, аварийный режим, время срабатывания, защита стенда в аварийных ситуациях.

**Ольховский М. А., Белкин И. Ю., Кушнир Н. А. Внедрение безаккумуляторных насосных станций в системах гидравлического удаления окалины станов горячей прокатки // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Эффективное удаление окалины при горячей прокатке оказывает существенное влияние на качество готовой продукции прокатного производства, в связи с чем наблюдается тенденция развития систем гидросбива, направленная в сторону повышения давления. В это же время конкуренция на рынке горячей прокатки выдвигает требования энергоэффективности внедряемого оборудования. Одним из возможных путей повышения экономичности работы систем гидросбива является использование насосных станций с частотным приводом. В статье рассмотрена работа такой насосной станции. На основе анализа математических функций, описывающих процесс ее работы, сделано заключение о целесообразности применения насосных станций с регулируемой скоростью в системах гидравлического удаления окалины. Это приводит к очень простой компоновке насосной станции и позволяет более рационально распределить давление по длине стана. Таким образом, насосная станция не привязана к циклограмме работы установок для удаления окалины и может быть использована при любой производительности стана. Описанная в статье насосная станция с частотным приводом была изготовлена на Новокраматорском заводе и успешно внедрена в системе гидросбива стана 2500 Магнитогорского металлургического комбината.

**Ключевые слова:** прокатный стан, гидросбив, насосная станция, частотный привод, схема замещения, абсолютное скольжение, относительное скольжение, относительное напряжение, активная мощность, полная мощность, коэффициент мощности.

**Перейма В. В., Иваненко В. Ю. Использование информационных технологий для разработки мультимедийного сопровождения дисциплине «начертательная геометрия» // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена технология разработки перспективных средств, методов и технологий обучения с использованием современных информационных технологий. Целью работы была разработка мультимедийного интерактивного сопровождения для решения типовых задач в учебно-методическом комплексе по дисциплине «начертательная геометрия». Для достижения поставленной цели были проанализированы научные и методические источники по проблемам использования информационных технологий в обучении и выбраны типовые задачи по начертательной геометрии, процесс решения которых реализовано с помощью компьютерных технологий. Предоставлена классификация видов мультимедиа: линейная мультимедиа, нелинейная, гипермедиа, Live video.

Также проанализировано и выбрано программное обеспечение Adobe Flash Professional для разработки мультимедийного интерактивного сопровождения к дисциплине «начертательная геометрия» и разработано мультимедийное интерактивное сопровождение.



В основе Flash технологии лежит векторный морфинг, то есть плавное «перетекание» одного ключевого кадра в другой. Это позволяет делать достаточно сложные мультипликационные сцены, задавая лишь несколько ключевых кадров для каждого объекта. Основные механизмы реализации анимации в Adobe Flash: покадровая анимация, автоматическая анимация, анимация с применением встроенного языка программирования. Для достижения максимального эффекта следует использовать все механизмы создания анимации. Интерактивность реализуется на основе процедур – наборов команд, написанных в Action Script, которые запускаются при наступлении определенного события – заранее определенное действие пользователя.

**Ключевые слова:** начертательная геометрия, мультимедиа, интерактивное сопровождение, Adobe Flash Professional.

**Подлесный С. В., Жук Я. А., Криворучек В. В. Компетентный подход в сочетании с информационными технологиями в преподавании теоретической механики для электромеханических специальностей // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Генеральной линией современного инженерного образования является его профессионализация. Рассмотрены теоретические основы и модель методической системы формирования ключевых компетенций у студентов электромеханических специальностей в процессе изучения теоретической механики посредством создания такой развивающей образовательно-профессиональной среды, которая позволит формировать основные профессиональные компетенции при использовании междисциплинарной интеграции, современных информационных технологий и электронных образовательных ресурсов, активных методов обучения. В курс теоретической механики включен раздел электромеханических аналогий Лагранжа-Максвелла. Важным приоритетным направлением повышения качества учебного процесса является расширение внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), поиск новых более эффективных форм их использования. Студентам предлагаются задания по компьютерному моделированию различных электромеханических систем (генераторы, неконтактные электромагнитные и электростатические подвесы, электроизмерительные приборы, акселерометры, сейсмографы, униполярные машины, электромагнитные тормоза и др.), в том числе – с привлечением их к участию в выполнении научно-исследовательских работ. Построение адекватных математических моделей электромеханических технических объектов лежит в основе их дальнейшего проектирования, исследования, оптимизации и построения системы управления. В преподавании курса теоретической механики широко используются электронные образовательные ресурсы в таких направлениях: при подготовке и проведении занятий; для создания авторских мультимедийных пособий; в рамках индивидуальной и групповой научной деятельности студентов; в управлении образовательным процессом. Используются дидактические методы и технологии, позволяющие повысить качество подготовки и активизировать самостоятельную работу студентов.

**Ключевые слова:** компетенция, компетентность, информационные технологии, теоретическая механика, электротехнические специальности, электронные образовательные ресурсы, качество образования, Mathcad.

**Подлесный С. В., Ерфорт Ю. А., Жук Я. А., Криворучек В. В. Электронные образовательные ресурсы как основа качественной инженерной подготовки в системе высшего образования // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрены проблемы, связанные с необходимостью наполнения образовательного пространства электронными образовательными ресурсами (ЭОР) надлежащего качества. Электронные средства учебного назначения получили широкое распространение за счет исчерпывающего использования информации и коммуникационных технологий для обучения. ЭОР используются в образовательном процессе в таких направлениях: при подготовке и проведении занятий; для создания авторских мультимедийных пособий; в рамках индивидуальной и групповой научной деятельности студентов; в управлении образовательным процессом. Рассмотрены преимущества и возможности использования информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе, где ЭОР является составляющей в системе внутреннего обеспечения качества подготовки высокопрофессиональных специалистов. Рассмотрены проблемы, связанные с проектированием ЭОР, предложены обобщенные подходы к классификации контента ЭОР. Процесс формирования ЭОР требует использования соответствующего программного обеспечения. На основе применения известных принципов дидактики выделены и сформулированы требования к ЭОР. В качестве примера представлена разработанная кафедрой технической механики Донбасской государственной машиностроительной академии система дистанционного обучения теоретической механике бакалавров инженерных специальностей в электронной среде LMS MOODLE. Курс содержит аннотацию и учебную программу дисциплины; учебную информацию в форме лекций, наглядно-иллюстрационного материала (презентаций, видеоматериалов, рисунков, схем, таблиц, Flash-анимаций), медиаресурсов, справочных материалов и т. .; методические рекомендации по выполнению практических, самостоятельных, расчетно-графических работ; глоссарий; контрольно-измерительные материалы (тестовые задания, учебные задачи) и др.

**Ключевые слова:** высшее образование, электронные образовательные ресурсы, качество образования, информационно-коммуникационные технологии, дистанционное обучение, электронная среда MOODLE, инженерное образование.

**Разживин А. В., Белошапка Е. Д. Математическое моделирование тепловых параметров закалки в термической печи // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена математическая модель, описывающая тепловые процессы при закалке заготовки в вертикальной шахтной печи, основанная на нелинейных дифференциальных уравнениях в частных производных, содержащих граничные условия разного рода, а также условия для определения положения границы фазового перехода. Создание данной математической модели позволит повысить точность системы управления температурным режимом закалки. В статье предложен способ учета пространственного распределения при анализе интегральных показателей энергетических процессов в термической печи путем решения системы дифференциальных уравнений в частных производных. Первое уравнение описывает теплопроводность внутренней среды печи. Второе уравнение описывает теплопроводность (изменение температуры) в объекте закалки в процессе нагрева до температуры выдержки. При математическом описании объекта приняты следующие допущения: нагрев детали происходит путем непосредственного нагрева от горения газо-воздушной смеси и конвекционного теплообмена на поверхности внутripечной среды и описывается мощностью источника тепла, входящим непосредственно в уравнение. На краях детали происходит конвекционный теплообмен с внутripечной средой, температура которой измеряется встроенными термопарами. Такое решение позволяет описать тепловые процессы, распределенные во времени и пространстве. По результатам теоретических исследований процесса теплообмена в замкнутом пространстве печи получены поверхности изменения температуры в процессе нагрева детали.

**Ключевые слова:** термическая печь, закалка, уравнение, температура, теплопроводность, температура, деталь.

**Разживин А. В., Храмов С. О. Анализ распределения энергетических параметров при дуговой плавке металла // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Специальным и актуальным является вопрос оценки некоторых состояний процессов плавки, носящих вероятностный характер и неподдающихся непосредственному контролю. Наиболее актуальными являются проблемы определения перераспределения мощности на электрической дуге при дуговой плавке между расплавленным жидким металлом, шлаком и футеровкой печи. Для аналитического описания распределения мощности на электрической дуге предложено структурно представить дуговую печь тремя взаимодействующими системами: печной трансформатор; электрическая дуга, печь с расплавленным металлом. Вывод уравнений, описывающих электрические и тепловые параметры плавки металла, производится на основе теоретического анализа процессов, происходящих в исследуемом объекте, а также на основе известных конструктивных параметров и характеристик печи. Экспериментальная часть моделирования заключается в получении переходных характеристик объекта. Проведенное математическое описание с целью оценки величины, составляющих мощности на электрической дуге в восстановительный период плавки, позволило определить значение мощности, подведенной к жидкому металлу. Полученные зависимости могут быть использованы для расчета оптимальных режимов нагрева расплава в дуговой сталеплавильной печи, а также для построения динамической модели электротермических процессов плавки и распределения мощности дуги в восстановительный период.

**Ключевые слова:** электрическая дуга, дуговая сталеплавильная печь, уравнение, аналитическое решение, математическая модель, мощность, температура, автоматизация.

**Решетняк С. Р., Донченко Е. И. Исследование зарядки свинцово-кислотных аккумуляторов импульсным током // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

В данной работе разработан стенд для автоматического заряда свинцового аккумулятора с целью повышения срока его службы. Уделяется особое внимание способам устранения недозаряда при минусовых температурах и способам недопущения перезарядки при повышенных температурах, что характерно для эксплуатации свинцово-кислотных аккумуляторов во многих областях применения.

Особенностью контроля недозаряда и перезаряда аккумулятора является использование прямых методов измерения параметров зарядных импульсов: тока и напряжения. Предложена методика исследования заряда импульсным током, а также разработан алгоритм автоматической зарядки, позволяющий вести автоматическую зарядку батареи в функции тока с контролем напряжения в импульсном режиме.

Для стенда был предложен алгоритм определения оптимального тока заряда, длительности импульсов заряда и разряда. Решение задачи автоматизированного определения тока заряда достигается составлением графика зависимости величины зарядного сопротивления от тока заряда. Для этого микроконтроллер генерирует серию коротких импульсов тока разных амплитуд и выполняет анализ полученного графика зависимости зарядного сопротивления от тока.

Для определения момента окончания заряда разработан специальный алгоритм, благодаря чему стенд может работать как зарядное устройство. Он реализован по принципу измерения изменения напряжения в момент, когда ток через аккумулятор равен нулю, при этом измерение проводится после кратковременного разрядного цикла.

Проделанная работа показала, что импульсный заряд в функции тока с найденными параметрами импульсов повышает срок службы до 5 %, предотвращает сульфитацию, обильный электролиз воды, перегрев и осыпание пластин. Разработанный стенд позволил вести оптимальный заряд свинцового аккумулятора при низких (до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и высоких (до  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температурах.

**Ключевые слова:** импульсный заряд, свинцово-кислотный аккумулятор, микроконтроллерный стенд.

**Сагайда П. И., Зори А. А. Разработка модели и метода интерпретации онтологий и запросов к базам знаний с использованием реляционной модели хранения данных // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

В данной статье развита разработанная ранее методология проектирования хранилищ данных и знаний для решения задач обработки и анализа данных на основе категориально-онтологических моделей. Данная методология объединяет, в отличие от существующих методик, проектирование с помощью информационных и даталогических моделей с использованием различных диаграммных методик и языков моделирования. Такой подход позволил устранить недостатки и дополнить достоинства различных подходов к проектированию и получить рациональную структуру хранилищ данных и знаний. На основании полученных результатов разработана модель и метод отображения хранилища знаний в формате онтологической модели, представленной средствами Ontology Web Language с аксиомами в виде высказываний Descriptive Logic, вместе с правилами, выраженными на Semantic Web Rule Language, в реляционное представление базы знаний (с использованием реляционной модели хранения данных), с соответствующим преобразованием запросов на Semantic Query Web Rule Language в запросы на Structured Query Language / Stored Procedures and Triggers Language. Отличие разработанной модели, метода и методики на их основе, а также предложенных алгоритмов разработки и отображения концептов и правил, состоит в использовании в ходе такой интерпретации категориально-онтологических моделей хранилищ знаний и данных в различных форматах представления. Отображение хранилищ знаний в реляционную модель хранения данных позволило реализовать программные компоненты компьютерных систем интеллектуальной обработки данных с высокой производительностью обработки данных и знаний, в том числе на базе встроенных систем. Полученные в данном исследовании результаты позволили реализовать ряд программных компонентов компьютерных систем для производственных предприятий. Оценка системного эффекта от внедрения предложенной методики показала, что скорость выполнения интерпретированных на основе реляционной модели хранения запросов к онтологическим моделям существенно возросла.

**Ключевые слова:** интеллектуальная обработка данных, методы инженерии знаний, категориально-онтологическое моделирование, реляционная модель данных.

**Субботович В. П., Угольников С. В., Бабкова Н. В., Ольховская О. Л. Методика и система выявления структуры периодической составляющей динамического процесса сложного состава // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена задача выявления структуры и определения параметров периодических составляющих при экспериментальном исследовании динамических процессов полигармонического состава с интенсивной шумовой компонентой. Предложена методика на основе понятия частотной функции отклика. Показано, что при условии эргодичности и стационарности исследуемого процесса и выполнения осреднения по ансамблю реализаций решение задачи может быть получено путем анализа соотношений приращения частот гармоник и приращения их разности фаз для замеров одновременно выполненных в разнесенных в пространстве точках. Проанализированы условия применимости методики. Предложена структура измерительно-информационной системы, реализующей методику. Приведен пример практического применения разработанной методики для анализа пульсаций потока в проточной части паровой турбины.

На основе рассмотренной методики сформирована схема измерительно-информационного комплекса для выявления структуры периодических динамических процессов и определения их параметров. Структура комплекса позволяет ему работать как в полностью автоматическом режиме, так во взаимодействии с оператором. Наличие промежуточных накопителей информации позволяет использовать подсистемы комплекса автономно.

Методика анализа приращений фазочастотной характеристики и элементы измерительно-информационного комплекса использованы для идентификации взаимосвязи и параметров периодической составляющей пульсаций потока в турбоустановке с целью выявления источника вибровозмущения вынужденных колебаний лопаточного аппарата. Разработанная методика показала свою результативность при анализе динамических процессов, зарегистрированных в эксперименте.

**Ключевые слова:** динамический процесс, гармонический состав, экспериментальные исследования, частотная функция отклика, фазовая частотная характеристика, разность фаз, измерительно-информационная система, быстрое преобразование Фурье.

**Субботин О. В., Бородай Р. А. Повышение производительности станка путем модернизации его системы управления // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Приведена модернизация системы управления обрабатывающего центра СВФК 130 с целью повышения его производительности. Существующая система управления станка в целом на сегодняшний день не соответствует ни одному из требований качества, надежности и производительности. Модернизация системы управления

станка проведена за счет разработки модуля управления приводом главного движения. В качестве комплексного показателя надежности используется коэффициент готовности, который должен составить 0,995 для автоматического режима работы за счет выбора элементов с наименьшей вероятностью отказа, разработки современной системы диагностики и защиты от аварий. Требуемая точность зависит от работы практически всех компонентов системы управления, а производительность станка достигается совершенствованием режимов резания, применением новой прогрессивной технологии с уменьшением нерабочего для инструмента времени, модернизацией станочного электрооборудования. В этом плане, для доведения указанных показателей до требуемых значений, проведено конфигурирование модернизированной системы управления станком для обеспечения максимальной динамики и точности. Для модернизации используется программируемый контроллер SIMATIC S7-300 производства фирмы SIEMENS, выбрана система ЧПУ SINUMERIK 840D в комбинации с линейкой приводов SIMODRIVE 611 digital. Для проверки качества работы электропривода главного движения и оценки качества переходных процессов составлена его модель в среде MATLAB. Анализ работы системы управления электроприводом в переходных режимах доказывает адекватность проведенных исследований. Сделан вывод о целесообразности применения именно векторной системы управления электроприводом, которая удовлетворяет установленным требованиям технологического процесса.

**Ключевые слова:** контроллер, система управления, электропривод главного движения, векторное управление, модель, конфигурирование, программирование.

**Сус С. П. Особенности проектирования оптических средств контроля наличия изделий в термических установках // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена возможность применения фотоэлектрического метода для обнаружения изделий внутри термических установок длиной до 100 метров. На основе анализа установлено, что самым удачным является фотоэлектрический метод, при котором устройства контроля должны работать в активном режиме «на про-свет». При этом источник зондирующего оптического сигнала размещается с одной стороны термической установки, а приемник – с противоположной. Движущиеся в термической установке изделия являются индицируемыми объектами. Однако мощность поступившего на приемник оптического сигнала постоянно меняется. Кроме того, применение такого режима не позволяет точно определять место появления индицируемых объектов в контролируемой зоне. Определена совокупность внешних факторов, затрудняющих применение фотоэлектрического метода. Установлено, что печная среда с одной стороны подавляет зондирующий оптический сигнал, а с другой – является мощным источником оптических помех. Получены выражения, связывающие соотношения диаметров приемной оптической системы и оптического луча в месте приема. Выполнена оптимизация параметров оптических систем устройства контроля и получено выражение для определения мощности зондирующего оптического сигнала на входе приемника. Установлено, что для достоверного контроля наличия изделий в термических установках источники зондирующего сигнала должны иметь широкий (0,7...1,05 мкм) спектр излучения. По результатам исследований изготовлены и испытаны несколько экспериментальных образцов устройств контроля. Результаты испытаний подтвердили полученные теоретические положения. Разработанное устройство может быть применено не только для контроля параметров рабочего пространства термических установок, но и как устройство обнаружения изделий в труднодоступных зонах, например в прокатном производстве и т. п.

**Ключевые слова:** термическая установка, фотоэлектрический метод, устройство контроля, зондирующий оптический сигнал, индицируемые объекты, спектр излучения.

**Тузенко О. А., Балалаева Е. Ю. Разработка программного обеспечения для моделирования работы универсального поворотного компенсатора с отверстиями различной формы в упругих пластинах // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена работа универсального поворотной компенсатора погрешностей направления ползуна с отверстиями в упругих пластинах. Установлена возможность изменения площади опорной поверхности и жесткости компенсатора за счет варьирования коэффициентом перекрытия, что позволит расширить диапазон технологических операций, выполняемых на прессовом оборудовании. Рассмотрена конструкция компенсатора и схема перекрытия отверстий при повороте одной пластины относительно другой. Получены аналитические выражения для расчета коэффициента перекрытия отверстий овальной, круглой и многоугольной формы в пластинах компенсатора. Разработано программное обеспечение для моделирования работы универсальных поворотных упругих компенсаторов с отверстиями различной формы. Приложение реализовано на языках HTML, CSS, JavaScript в среде объектно-ориентированного программирования JetBrains WebStorm 2017 со стандартным набором библиотек. Программный продукт можно использовать на всех современных операционных системах (Windows, Mac OS, Linux) и мобильных устройствах (работающих под iOS и Android) как в качестве десктоп-приложения, так и веб-приложения. Приведены результаты моделирования с помощью разработанного программного обеспечения, представленные в виде численных значений и графических зависимостей, для которых подобран вид аппроксимирующих выражений, а коэффициенты определяются методом перебора. Анализ полученных регрессионных зависимостей позволяет определять влияние геометрических размеров

и угла поворота пластин компенсатора на величину коэффициента перекрытия. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и совершенствовании конструкций упругих компенсаторов, что позволит повысить точность штампованных металлоизделий за счет снижения упругих деформаций и уменьшения погрешностей системы «пресс-штамп».

**Ключевые слова:** программное обеспечение, моделирование, упругий компенсатор, погрешности системы «пресс-штамп».

**Герасименко А. В., Марков О. Е., Инчаков Е. В., Маркова М. А., Житников Р. Ю. Исследование процесса кристаллизации укороченных слитков для поковок ответственного назначения // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Цель работы – повышение качества кузнечных заготовок для производства поковок с высоким качеством. Для достижения поставленной цели исследовался процесс формирования слитков с направленной кристаллизацией. Для этого был спроектирован и исследован укороченный кузнечный слиток. Такие заготовки позволяют изменить направление кристаллизации расплава. Для исследования была разработана методика моделирования. Исследование производилось с использованием МКЭ. В результате численного моделирования установлено, что при вертикальной кристаллизации тепловой центр слитка расположен в прибыльной части. Направленная кристаллизация исключает образование осевой пористости, глубина усадочной раковины составляет 5...7 % от высоты тела слитка. Это на 20...25 % меньше, чем для обычных кузнечных слитков и позволило исключить появление осевой рыхлости. В результате высота усадочной раковины составляет 5...7 % от высоты тела слитка. Основная часть высоты тела слитка кристаллизуется с постоянным градиентом температур, не превышающим предельных значений (4...5°C / мм), которые могут привести к образованию трещин. Это дополнительно подтверждается данными распределения критерия Нияма в теле слитка. Наивысшую температуру на протяжении всего времени охлаждения имеет верхняя часть тела слитка, а низшую температуру – его донная часть. Уменьшение отвода тепла за счет утепления боковой части изложницы компенсируется интенсивным отводом тепла на поддон. Это не приводит к увеличению времени кристаллизации в сравнении с процессом кристаллизации обычного кузнечного слитка аналогичной массы.

**Ключевые слова:**ковка, поковка, слиток, направленная кристаллизация, обратная конусность, охлаждаемый поддон.

**Кулинич А. А. Моделирование влияния параметров структуры на механические свойства сплава АМг10 // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Для литейных сплавов системы Al-Mg главной характеристикой макроструктуры является средний размер макрозерна, а микроструктуры – средний размер дендритной ячейки. Данные характеристики структуры, в большинстве случаев, являются взаимосвязанными, и изменить размеры одной из них при сохранении размеров всех на постоянном уровне на практике почти невозможно. Это является сдерживающим фактором при построении адекватных количественных зависимостей между механическими свойствами литого сплава и одной из характеристик структуры. Также это усложняет установление степени вклада каждой отдельной характеристики структуры в уровень свойств сплавов. Цель работы – установить степень влияния среднего размера зерна и дендритной ячейки на уровень механических свойств промышленного сплава АМг10 и построить математические модели зависимости уровня механических свойств сплава от заданных параметров структуры.

Экспериментально исследована взаимосвязь между размером зерна и дендритной ячейки и уровнем механических свойств промышленного сплава АМг10. Построены математические модели зависимости уровня механических свойств сплава от заданных параметров структуры. На основе анализа построенных математических моделей установлена степень влияния среднего размера зерна и дендритной ячейки на уровень механических свойств промышленного сплава АМг10. В характерном для сплава АМг10 диапазоне изменений характеристик структуры зависимости между уровнем механических свойств и размерами основных характеристик структуры удовлетворительно описываются линейной функцией, кроме зависимости между пределом текучести и размером зерна. Эта зависимость описывается уравнением типа Холла-Пэтча. Установлено, что изменение размеров макро- и микроструктуры промышленного сплава АМг10 особенно существенно влияет на повышение уровня относительного удлинения.

**Ключевые слова:** математическая модель, структура, механические свойства, зерно, дендритная ячейка.

**Искрицкий В. М., Водолазская Н. В. О парном нагружении крепежных деталей группового резьбового соединения в режиме однообходной затяжки // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Рассмотрена расчетная схема группового резьбового соединения, проведенный силовой анализ и установлены особенности процесса погрузки его крепежных деталей при их поочередной парной затяжке. Приведен анализ влияния податливости элементов стыка на меру уменьшения осевых усилий в ранее затянутых крепежных деталях после погрузки следующих при такой технологии сборки, приведены аналитические зависимости

для определения изменения степени нагрузки этих деталей. Сделан вывод о невозможности достижения за один обход затягивания нормированных осевых усилий во всех крепежных деталях. Установлена необходимость проведения дальнейших обходов затяжки для выполнения требования о герметичности стыка или осуществления однообходного парного затягивания с перегрузкой, что обеспечивает нагрузку в конце обхода всех крепежных деталей одинаковым необходимым усилием. Установлена закономерность изменения коэффициентов перегрузки последовательно затяжек пар при однообходном затягивании, разработан алгоритм для осуществления их расчетов с применением ЭВМ.

С учетом требований обеспечения герметизации стыка выполнен расчет усилий нагрузки крепежных деталей для случая однообходной затяжки. Приведена графическая интерпретация результатов расчетов коэффициентов перегрузки для разного количества собираемых пар крепежных деталей при различных значениях относительной податливости деталей стыка, обеспечивающих достижение во всех крепежных деталях нормированных усилий затягивания за один обход. Показано, что для составления групповых резьбовых соединений с высокой относительной податливостью соединения и количеством пар  $N \geq 8$  применения технологии однообходного затягивания становится невозможным по условиям прочности собираемых крепежных деталей. Предложены рекомендации по использованию полученных расчетных зависимостей при однообходном затягивании групповых резьбовых соединений.

**Ключевые слова:** групповое резьбовое соединение, технология сборки, процесс нагружения, силовой анализ, алгоритмическая модель, поочередная парная затяжка, однообходная затяжка, нормированное осевое усилие, коэффициент перегрузки.

**Ковалевский С. В., Гуцин А. В., Попов А. В. Оснащение для реализации процесса поверхностно-пластической деформации при укреплении рабочих поверхностей деталей машин // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

На основе проведенных ранее теоретических и экспериментальных исследований была разработана конструкция технологической оснастки для реализации процесса поверхностно-пластического деформирования рабочих поверхностей деталей машин с использованием ролика с круговым профилем. Конструкция приспособления предусматривает возможность пересечения осей укрепляющих роликов относительно оси заготовки. Оси укрепляющих роликов возвращены на один угол, но с разным знаком. Для приспособления обеспечивается возможность самоустановки на станках токарного типа благодаря шарнирному закреплению на суппорте. При этом усилия, возникающие в процессе деформирования поверхностного слоя, замыкаются на конструкции приспособления и не передаются ни на заготовку, ни на элементы станка. Таким образом достигается высокая точность обработки деталей. Кроме известных преимуществ накатки по такой схеме дополнительно возникает эффект «перемешивания» деформированных слоев материала и появляется особый слой в пограничных участках, который приближается к наноструктурированной поверхности и имеет очень большую износостойкость. В результате достигается существенное повышение срока службы деталей и узлов в целом.

Кроме этого, разработанная конструкция технологической оснастки для поверхностно-пластического упрочнения деталей машин также может быть использована и для реализации процесса накатки как роликами со специальным профилем, так и цилиндрическими роликами. Но при этом будет несколько видоизменен узел укрепляющих роликов с сохранением предложенной схемы накатки. Таким образом, скрещивания осей при реализации процесса накатки цилиндрическими роликами приводит не только к уменьшению усилий деформирования, а и к существенному снижению негативного воздействия сил трения, поскольку линейный контакт при этом значительно уменьшается и приближается к точечному.

**Ключевые слова:** поверхностно-пластическая деформация, накатка, укрепляющий ролик, технологическая оснастка, скрещивание осей, напряжение смещения, внутренние напряжения.

**Корчак Е. С., Коткова В. В. Развитие методов предотвращения жидкостного голодания силовых цилиндров автоматизированных гидропрессовых комплексов // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Целью работы является создание методов предотвращения жидкостного голодания силовых гидроцилиндров путем анализа основных причин возникновения этого явления в гидроцилиндрах различного функционального назначения с последующей разработкой соответствующих мероприятий по его устранению. Рассмотрены принципиальные особенности условий эксплуатации рабочих, возвратных и уравнивающих цилиндров. Отмечено, что рабочие цилиндры имеют наибольший объем среди гидроцилиндров оборудования автоматизированных комплексов и в наибольшей мере подвержены жидкостному голоданию. Описан метод предотвращения жидкостного голодания во время опускания подвижной поперечины к поковке. В соответствии с этим методом определяют соответствующие параметры гидролинии «рабочий цилиндр – сливной клапан – наполнительно-сливной бак», сливные клапаны максимально приближают к рабочим цилиндрам соответствующих ступеней усилий и сосредотачивают основную долю общего гидравлического сопротивления на соответствующем сливном клапане. Компоновка системы управления ходом приближения гидравлического пресса с предотвращением жидкостного голодания силовых цилиндров предусматривает использование коллектора

и уравнивающих цилиндров. Для предотвращения жидкостного голодания силовых цилиндров в систему автоматического управления прессом закладывают разработанный в работе алгоритм, согласно которому постоянно контролируют показатели датчиков системы управления и сравнивают текущее давление в рабочих цилиндрах с расчетным, определенным в конкретный момент времени с учетом переменного гидравлического сопротивления сливного клапана возвратных цилиндров. Приведена и проанализирована математическая модель изменения давления в рабочих цилиндрах гидравлического пресса при их заполнении жидкостью низкого давления из наполнительно-сливного бака. Даны практические рекомендации по предотвращению жидкостного голодания силовых гидроцилиндров автоматизированных гидропрессовых комплексов.

**Ключевые слова:** пресс гидравлический, цилиндр силовой, жидкость рабочая, жидкостное голодание, клапан, давление, гидролиния.

**Ковальов В. Д., Мельник М. С., Васильченко Я. В., Нестеренко В. М. Комплексный подход к организации проектных работ при создании современных мехатронных станков // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Мехатроника как техническая специальность и как научное направление возникла в 70–80-х годах XX века. Предпосылкой для ее возникновения стало бурное развитие электроники, кибернетики и вычислительной техники в 60–70-х годах и осознание новых возможностей, которые открывало применение этих научных разработок в технике. По сути, изменился принцип построения сложных машин, в частности металлорежущих станков. Все сложные внутренние кинематические связи теперь реализуются программным путем. Благодаря возможности оперативного изменения параметров программного обеспечения появилась возможность гибко управлять параметрами и структурой внутренних кинематических связей, а также создавать такие передаточные функции, которые механическим способом реализовать либо крайне сложно, либо невозможно. Это позволило предельно упростить механическую часть машин. Кроме того, стало возможным улучшить характеристики и расширить возможности машин за счет применения принципов автоматического и адаптивного управления. Однако на практике в отношении станкостроения применение мехатроники, по сути, исчерпывается созданием универсальных станков с ЧПУ и станков-автоматов, которые также реализуются с применением систем ЧПУ или, в крайнем случае, унифицированных программируемых контроллеров. Технические характеристики этих систем управления зачастую значительно превышают требуемые для конкретной задачи, а это негативно сказывается на себестоимости станка и повышает требования к обслуживающему персоналу. Такая ситуация обусловлена в первую очередь отсутствием на отечественных станкостроительных предприятиях специалистов в области мехатроники, а также отсутствием современных методик проектирования с учетом вышеуказанных возможностей. Спрос на оборудование для крупносерийного и массового производства на рынке имеется постоянно, а это в первую очередь специализированные и специальные станки-автоматы, требующие сравнительно простых специализированных систем управления, поэтому тема является актуальной. Целью данной работы является разработка методики проектирования мехатронных систем, которая даст общий алгоритм действий, упростит постановку задач для смежных специалистов, и укажет те недостающие области знаний, к которым необходимо обратиться для успешного и эффективного решения поставленных задач.

**Ключевые слова:** методика, мехатронные системы, станок, станочный узел, алгоритм, станкостроение.

**Лищенко Н. В. Исследование преемственности аналитических решений для определения температуры шлифования // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Целью статьи является обоснование наиболее простого аналитического решения, адекватного реальным условиям профильного зубошлифования. Предложена классификация аналитических решений, описывающих температурное поле при профильном зубошлифовании по критерию количества используемых пространственных координат: трех-, дву- и одномерное решение дифференциального уравнения теплопроводности Фурье при граничных условиях второго рода и соответствующих начальных условиях. Для этого указанные аналитические решения представлены в безразмерном виде, что позволяет уменьшить количество влияющих на них факторов, которые оказывают одинаковое влияние на сравниваемые аналитические решения. Найдены условия преемственности указанных решений по форме пятна контакта и интервалу изменения критерия Пекле, исходя из условия допустимой погрешности определения температуры зубошлифования. При выполнении этих условий максимальную температуру можно определять по двумерному решению для полосового источника тепла. Условия преемственности позволяют заменить сложные аналитические решения более простыми, которые можно использовать в подсистемах САПР, мониторинга и технологической диагностики операции профильного зубошлифования. Установлено два условия преемственности. Во-первых, для прямоугольной формы пятна контакта, имеющего габаритные размеры  $2H \times 2L$ , необходимо выполнение условия  $H / L < 1$ . При  $H / L = 1$  и  $H / L > 1$  преемственность нарушается. Во-вторых, интервал изменения критерия Пекле должен составлять  $4 \leq H \leq 20$ , что соответствует тепловому источнику, который быстро движется, и режимам многопроходного скоростного профильного зубошлифования на современных станках с ЧПУ.

**Ключевые слова:** профильное зубошлифование, температура шлифования, аналитические решения, подвижный тепловой источник, форма теплового источника.

**Ловейкин В. С., Почка К. И. Обоснование краевых условий оптимального режима реверсирования роликовой формовочной установки по ускорению третьего порядка // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

С целью повышения надёжности и долговечности роликовой формовочной установки рассчитан комбинированный режим возвратно-поступательного движения формовочной тележки с реверсированием при оптимальных краевых условиях по ускорению третьего порядка. При проведении оптимизации в качестве критерия режима движения использовано критериальное действие, которое представляет собой интеграл по времени с подынтегральной функцией, которая выражает энергию ускорений третьего порядка установки. Получены функции изменения кинематических характеристик формовочной тележки при её движении от одного крайнего положения в другое, которые соответствуют режиму реверсирования по ускорению третьего порядка с оптимальным значением граничных условий. Предложена конструкция привода установки в виде кулачкового механизма и построен профиль кулачка для обеспечения комбинированного режима возвратно-поступательного движения формовочной тележки с реверсированием при оптимальных краевых условиях по ускорению третьего порядка. Также предложена конструкция роликовой формовочной установки с приводом от высокомоментного шагового двигателя, который вмонтирован в укатывающие ролики формовочной тележки установки. Использование в установке указанного привода приводит к повышению качества поверхности обрабатываемой бетонной смеси, уменьшению динамических нагрузок в элементах привода, уменьшению лишних разрушительных нагрузок на рамную конструкцию и, соответственно, к повышению долговечности установки в целом. Результаты работы могут в дальнейшем быть полезными для уточнения и усовершенствования существующих инженерных методов расчёта приводных механизмов машин с возвратно-поступательным движением исполнительных элементов.

**Ключевые слова:** роликовая формовочная установка, режим движения, кулачковый механизм, шаговый двигатель, привод.

**Мельник М. С. Математическая модель встроенного в режущий инструмент гидродинамического демпфера для определения оптимальных конструктивных параметров // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Проблема возникновения автоколебаний при обработке длинным нежестким инструментом является весьма актуальной, поскольку расточные операции составляют значительную долю от всех операций механической обработки и выполняются, как правило, на поверхностях с высокими требованиями к точности обработки. Единственным эффективным путем повышения устойчивости процесса резания при работе нежесткими расточными резцами может быть применение гидравлических демпферов. Целью данной работы является разработка математической модели, позволяющей определить оптимальные конструктивные параметры демпфера исходя из ограниченных размеров инструмента. Оптимальными параметрами демпфера приняты такие, при которых обеспечивается максимальное поглощение мощности вынужденных колебаний на частоте собственных колебаний резца при фиксированном значении амплитуды колебаний. На основании исследования известной математической модели связанных гармонических осцилляторов с вязким трением определено, что зависимость эффективности поглощения энергии колебаний от коэффициента демпфирования имеет один максимум. Этому максимуму соответствует оптимальное сочетание размеров и массы рабочего тела демпфера, а также толщины рабочего зазора и вязкости рабочей жидкости. Также на основе известных из гидравлики зависимостей была установлена математическая связь между конструктивными параметрами демпфера и коэффициентом демпфирования. С помощью объединения полученных математических моделей была получена нужная математическая модель, которая позволяет определить оптимальное сочетание толщины рабочего зазора, вязкости рабочей жидкости, массы рабочего тела и жесткости подвеса при заданных размерах инструмента.

**Ключевые слова:** процесс резания, нежесткий резец, математическая модель, конструктивные параметры, демпфер, инструмент.

**Полянский В. И. Теоретический анализ параметров теплового процесса при шлифовании // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Приведены аналитические зависимости для определения основных параметров теплового процесса при механической обработке материалов, с учетом достижения температурой нулевого значения при некоторой глубине проникновения тепла в поверхностный слой обрабатываемой детали, что позволило приблизить расчетную схему к реальным условиям обработки и определить оптимальные параметры механической обработки. Показано, что с увеличением времени обработки температура резания, аналогично доле тепла, уходящего в образующиеся стружки при шлифовании (или в образующуюся стружку при лезвийной обработке), непрерывно увеличивается, асимптотически приближаясь к максимальному значению, определяемому отношением условного напряжения резания к удельной теплоемкости и плотности обрабатываемого материала. При этом доля тепла, уходящего в поверхностный слой обрабатываемой детали, с увеличением времени обработки непрерывно уменьшается, асимптотически приближаясь к нулевому значению. Исходя из этого, сделан вывод об эффективности увеличения скорости взаимного перемещения инструмента и обрабатываемой детали с целью уменьшения количества тепла, уходящего в поверхностный слой обрабатываемой детали, и, соответственно, повышения качества и производительности обработки. Для практического осуществления данного условия рекомен-



дуются использовать эффективные процессы высокоскоростного резания и высокоскоростного шлифования, для которых характерен наименьший перенос образующегося тепла в поверхностный слой обрабатываемой детали. Однако на практике такое условие в полном объеме неосуществимо, поскольку даже при высокоскоростной обработке небольшая часть образующегося тепла переходит в поверхностный слой обрабатываемой детали, изменяя структуру обрабатываемого материала.

**Ключевые слова:** механическая обработка, тепловой процесс, температура резания, высокоскоростное резание, шлифование, качество обработки, производительность обработки.

**Пригоровская Т. А., Войтенко П. И., Врюкало В. В., Питулей Л. Д., Ропяк Л. Я., Присяжнюк П. М., Бурда М. И., Луцак Д. Л., Луцак Л. Д. Конструкторско-технологическое обеспечение производства PDC-долот для повышения их эксплуатационных показателей // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Породоразрушающий инструмент является главным элементом бурового оборудования, поскольку непосредственно осуществляет разрушения горной породы. Наиболее распространенными при бурении скважин является долота типа PDC и шарошечные долота. Результаты анализа конструкций долот свидетельствуют, что исследователи основное внимание уделяют форме профиля долота. Однако, вопрос размещения резцов на лопастях долота для обеспечения их равномерного износа, и одинаковой нагруженности резцов остаются недостаточно изученным, то есть не обоснованно по которым математическими зависимостями их целесообразно размещать на лопастях долота. При проектировании PDC-долот одной из проблем является разработка конструкторских решений, которые бы позволили обеспечить равномерный износ всех режущих элементов долота. Результаты проведенного обследования буровых долот свидетельствуют об их неравномерном износа. Наиболее изношенными являются резцы, расположенные дальше от оси долота. Поэтому проблема выбора схемы закономерности размещения зубцов на лопастях долота является актуальной.

Рассмотрена проблема размещения резцов на лопастях долота типа PDC. Установлено, что при традиционных схемах размещения не обеспечивается равномерный износ резцов, которые установлены на различных радиусах лопастей долота. С целью рационального размещения породоразрушающих элементов на лопастях обоснована целесообразность использования параболической спирали Вогеля. Установлено, что такое размещение резцов обеспечивает одинаковую устойчивость к износу в процессе разрушения горной породы. Увеличение пути резания с удалением к периферии долота, и соответственно, нагрузка компенсируется уменьшением ширины зоны разрушения горной породы каждым резцом.

**Ключевые слова:** долота PDC, резцы, схема размещения резцов, эксплуатационные показатели, спиральные модели.

**Родичев Ю. М., Сорока А. Б., Ковалев В. Д., Васильченко Я. В., Шаповалов М. В. Ускоренные испытания режущих пластин при интенсивном контактном нагружении // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

В работе рассмотрены пути увеличения ресурса инструмента, оснащенного твердосплавными режущими пластинами. Доказана целесообразность обработки импульсным магнитным полем для повышения объемной прочности режущего инструмента. Для подтверждения теоретических результатов предложены методики ускоренных испытаний режущих пластин при интенсивном контактном нагружении. Для предварительной оценки влияния импульсной магнитной обработки на износостойкость твердосплавных инструментов были проведены их форсированные испытания. В основе форсированных методов лежат физические принципы теории надежности и наследственности. В отличие от полных стойкостных испытаний форсированные испытания позволяют сократить время испытаний, расход инструментального и обрабатываемого материала. Принцип экстраполяции по нагрузке применительно к твердосплавным инструментам может быть реализован методом ступенчатого увеличения подачи и методами ступенчатого и бесступенчатого увеличения скорости резания. Режущие пластины были испытаны в условиях высокого контактного давления с трением при повышенных температурах с использованием оборудования и оснастки, применяемой при обработке резанием. Получено, что фаски на пластинах после обработки импульсным магнитным полем, имеют примерно на 30 % меньшую площадь поверхности, чем те, что образовались на пластине в исходном состоянии. Установлено, что для пластин после обработки импульсным магнитным полем наблюдается увеличение обоих параметров, характеризующих сопротивление разрушению. Для твердосплавных режущих инструментов, прошедших импульсную лазерную обработку, при скоростях резания, соответствующим черновой обработке, характерно снижение скорости износа в 2–2,3 раза. Предельное значение подачи для твердосплавных инструментов, прошедших импульсную лазерную обработку, увеличивается в 1,5–2 раза.

**Ключевые слова:** твердосплавные режущие пластины, обработка импульсным магнитным полем, сопротивление разрушению.

**Усов А. В., Тонконогий В. М., Рыбак О. В. Разработка САПР технологического процесса шлифования плазменных покрытий // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

При обработке плазменных покрытий помимо возможности развития дефектов, характерных для деталей со сплошной структурой, существует риск отслоения покрытия и его отрыва от основного материала детали. Поэтому на этапе проектирования технологических операций шлифования плазменных покрытий следует учитывать прочность сцепления с основой и структурные особенности нанесенного слоя. Обеспечение качества обработки включает определение критериев прочности и разрушения, которые ограничивают напряжения, действующие в зоне контакта шлифовального круга с поверхностью. На основании этих критериев в данной работе построена математическая модель напряженно-деформированного состояния износостойких плазменных покрытий в процессе шлифования. Установлены функциональные связи между технологическими характеристиками процесса шлифования и условиями, которые обеспечивают необходимое качество обработанной поверхности. Роль структурных неоднородностей рассмотрена с точки зрения их характерного размера и распределения относительно зоны контакта со шлифовальным кругом. Также установлено, что для включений и трещиноподобных дефектов скачки компоненты смещений и напряжений в процессе обработки имеют разный вид. С помощью коэффициента интенсивности напряжений определен характер напряженно-деформированного состояния в окрестности структурных дефектов и найдены условия, при которых трещиноподобный микродефект превращается в магистральную трещину. Таким образом, при создании САПР шлифования плазменных покрытий необходимо учитывать систему ограничений, что позволит предупредить развитие дефектов и определить область значимых параметров обработки, удовлетворяющих полученным термомеханическим критериям и гарантирующим качество готовых изделий.

**Ключевые слова:** математическая модель, плазменные покрытия, шлифование, структурные неоднородности, критерии разрушения.

**Аксьонов В. П., Шермет О. І. Бездатчикове керування транспортним візком для зменшення перекосу рами // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Об'єктом дослідження у роботі є транспортний візок для передачі розкатів вантажопідйомністю 30 тон, яка була розроблена на Новокраматорському машинобудівному заводі. Під час налаштування цього обладнання були зафіксовані перекоси рами транспортного візка з подальшим зачепленням реборд коліс візка за рейки, що призводило до аварійного відключення частотного перетворювача привода коліс. У роботі розглянуто побудова математичної моделі транспортного візка для передачі розкатів металу вантажопідйомністю 30 тон у середовищі математичного моделювання MATLAB Multibody. Математична модель транспортного візка для передачі розкатів металу вантажопідйомністю 30 тон необхідна для отримання розрахункових величин кута повороту та бокового зміщення візка при різних типах навантаження з метою побудови регулятора перекосу рами. Досліджена динаміка переміщення візка при навантаженні номінальною вагою 15 тон, яка розташована по центру візка та зі зміщенням від центру візка вправо. Отримано математичні залежності кута повороту візка та бокового зміщення візка від швидкостей обертання приводних коліс. Отримані результати моделювання підтверджують отримані математичні залежності для кута повороту та бокового зміщення. Подальша робота ведеться в напрямку створення регулятора перекосу рами з нечіткою логікою.

**Ключові слова:** перекося візка, бокове зміщення, бездатчикове векторне керування, MATLAB Multibody, асинхронний двигун, SINAMICS, регулятор, нечітка логіка.

**Холодняк Ю. С., Подлесный С. В., Капорович С. В. Упрощённая методика силового расчёта плоских рам в условиях вынужденных колебаний // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

Выполнен анализ существующих методик силового расчёта балок и плоских рам, пребывающих под действием вынужденных колебаний. Показано, что расчёты балок не являются проблематичными. Для них разработаны как упрощённые методики, использующие математические модели невесомых балок с закреплёнными на них точечными массами, так и более сложные, учитывающие массы балок. Существующие методики силового расчёта плоских рам имеют в своей основе сложные двумерные математические модели. Их реализация требует углублённой математической подготовки и сложных вычислительных средств. Поэтому их трудно применить в обычной инженерной практике. Упрощённых методик силового расчёта колеблющихся рам не существует.

Целью настоящей работы является разработка упрощённой двумерной математической модели вынужденных колебаний плоских рам с последующим использованием этой модели в их силовых расчётах. Предложенная в работе математическая модель описывает колебания невесомой рамы с точечной массой при одновременном действии на них вертикальной и горизонтальной гармонических возмущающих сил. В основу модели положен метод сил, устанавливающий связь перемещений рамы с действующими на неё силами. Вместе с моделью получены зависимости для вычисления резонансных частот колеблющейся системы. Выполненные разработки позволяют определять динамические характеристики колебательного процесса и рассчитывать раму на прочность и жёсткость. Методика такого расчёта реализована в среде Mathcad 15 и успешно апробиро-

вана на ряде учебных задач. Результаты работы могут быть полезны студентам и преподавателям технических ВУЗов, а также специалистам-практикам, выполняющим силовые расчёты.

**Ключевые слова:** плоские рамы, вынужденные колебания, математическая модель, резонансные частоты, силовые расчёты.

**Шевляков А. С., Богданова Л. М. Исследование методов, моделей и информационных технологий Customer Relationship Management для повышения эффективности бизнес-процессов, которые направлены на работу с клиентами // Вестник ДГМА. – 2018. – № 1 (43).**

В статье исследованы важность применения информационных технологий в управлении предприятием с помощью программного обеспечения CRM (Customer Relationship Management) для повышения эффективности бизнес-процессов, направленных на работу с клиентами. Проанализированы литературные источники с точки зрения классификации систем CRM по функциональным признакам и по уровням обработки информации. Проведен анализ моделей для количественной оценки успешности работы с клиентами. Проанализированы методы удержания и привлечения клиентов различными фирмами. Это индекс чистой поддержки (Net Promoter score, NPS) и индекс качества обслуживания ESQI. Полученная информация позволила выявить основные понятия предметной области и связи между ними, выявить основные бизнес-процессы деятельности по удержанию и привлечению клиентов фирмы. Разработана структурно-функциональная модель ПМК (программно-методического комплекса) для удержания и привлечения клиентов. Модель состоит из контекстной структурно-функциональной диаграммы для бизнес-процесса «Реализация методов привлечения и удержания клиентов фирмы». Такая методика позволила представить входы и выходы, участников системы, а именно нормативные документы для осуществления процесса, выход бизнес-процесса. С использованием этой методики также проанализированы такие подпроцессы основного бизнес-процесса: создание истории взаимоотношений с клиентами, статистический анализ базы клиентов, статистический анализ продаж. Проведено моделирование системы с точки зрения прецедентов с применением диаграммы прецедентов. Прецеденты создавались на основе объединения сценариев предметной области, которые объединены общей целью пользователя. В диаграмме включены прецеденты: работа с данными о клиентах, получения истории взаимоотношений, работа с информацией для клиентов, классификация клиентов, анализ деятельности фирмы.

**Ключевые слова:** CRM-система, отношения с клиентами, бизнес-процессы, прецеденты, персонификация, лояльность.

## ABSTRACTS

---

### TECHNICAL SCIENCES

**Abramska I. B., Yenikieiev O. F., Zakharenkov D. Y. Information technology for processing the parameters of the frequency-modulated signal // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The regular configuration of the diesel engine operating cycles (DH) determines its technical and economic performance. The purpose of the work is to increase the accuracy and productivity of the hardware for assessing the identity of the diesel engine operating cycles; development of a simplified mathematical model of the kinematic DH scheme and identification of its parameters; analysis of frequency characteristics of data transmission channels cylinder-crankshaft; the construction of information technology for assessing the identity of the working cycles of DG on the basis of digital processing of the frequency-modulated signal of the speed of the crankshaft.

As a deterministic mathematical model of the kinematic scheme of a diesel generator, a mechanical system with one degree of freedom is proposed. The integrodifferential equation describes information connections between the effects of cylinders and the signal of fluctuations in the speed of rotation of the first mass. It is established that the introduction of friction in this equation improves the stability of the information transfer channel. A representation of the difference torque of the cylinders in the form of amplitude coefficients is proposed and a frequency representation of the fluctuation signal of the rotation speed of the first mass is obtained by computer simulation. Information technology for evaluating the identity of work cycles is created on the basis of solving an over determined system of algebraic equations using the residual minimization algorithm. The corresponding hardware using the calculated values of the amplitude coefficients form program changes in the settings of the processes of fuel and air supply to the cylinders of the diesel generator.

**Keywords:** mathematical model, diesel generator, frequency-modulated signal, amplitude coefficients, fluctuation of the rotation speed of the first mass, friction.

**Borisenko A. N., Borisenko E. A., Shevchenko N. Yu. The enhancement of metrological characteristics of phase shift meter due to clock frequency optimization // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

A block diagram of a digital device for measuring the phase shift between pulse sequences is proposed. The technical properties of the device allow measuring between pulse sequences that have repetition rates of  $F$  and  $0.5F$ . Based on the methods of information theory and error theory, the metrological characteristics of the proposed phase meter have been explored and it is established that it meets the requirements of a computer system for measuring accuracy. It is determined that the minimum error value of the phase delay is independent of the repetition period of the input pulse sequences. It is noted that the proposed device, in comparison with the previously developed technical means, has a higher accuracy of phase delay measurement, since it provides the minimum possible error in determining this delay, irrespective of whether the frequencies of the input pulse sequences change or do not change. To refine the metrological characteristics of the proposed phase meter, statistical processing of the experimental data was performed. On the basis of the information approach, the entropy value of the measurement error of the phase shift by the proposed device is obtained. The results of theoretical studies and experimental data coincide.

**Keywords:** phase delay, clock frequency, phase meter, error, statistical processing of experimental data.

**Hermanov I. R., Serdjuk A. A. Improving the performance of web application testing by developing an automation system // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

In this paper, we analyzed the existing process of testing Web applications and highlighted the main shortcomings. It is established that a significant amount of work to create a software environment for testing can be automated. A test automation system is proposed in which the tester performs only the function of writing tests, which is difficult to automate. The software environment is created automatically by the system on the basis of a special configuration file in which the developers fix all the necessary components, their versions, and the startup order. The configuration file is part of the code to capture the required components for each version of the project in the version control system. To create a software environment, the system combines all these components and configures them to run a test scenario. The tests are executed automatically after each code change, the errors found are classified and written to the database and sent to the error log, and the messages are sent immediately after the error is committed regardless of the tester's wishes. A UML diagram of the use cases for the system is available in which the tester can use the following test cases: test the project, including the introduction of a test script and the launch of testing that can be performed manually or automatically, and the error log view, which is a list of test results. The programmer is only available to view the error log. The ER-diagram of the database and the class diagram are also presented for the proposed system.

**Keywords:** web application, automation, testing, software environment, database, containerization, tester, code, errors.

**Kotliar M. Y., Serdyuk A. A. Increase an efficiency of processing calls of call-center // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The thesis improves an efficiency of a service process in the Call Center by implementing a system with a graphical editor to create and reconstruct the algorithms for processing applications. The analysis of existing Call-centers and algorithms of service of applications which are most often applied in practice is carried out. The "life cycle" of call processing in the operator's workplace is demonstrated. The algorithm of the automated system for processing applications is developed. Methods of cost reduction in Call-centers are revealed. When using the system, it is possible to reduce the number of operators, simplify the process of creating and configuring the algorithm in a graphical editor. Describes the process of developing an interactive menu that simplifies the process of changing and increasing the speed of implementation of the algorithm, increases the flexibility of the system to change the logic and intensity of the flow of applications. The development of a system for processing applications and an intuitive graphical interface capable of reconstructing algorithms was carried out. The system is able to quickly create and reconstruct the algorithm serving the client, due to this there was an opportunity without a deep knowledge of programming and knowledge of the system, adding the necessary components to the algorithm. As a result of automating answers to simple questions, the waiting time for connection with the operator decreased and the number of subscribers who did not wait for an answer decreased. Transition to a round-the-clock mode of service of calls promotes growth of client base, that, accordingly, increases company's incomes. Also, there is the possibility of expanding the sales market by attracting subscribers from other time zones. Employees serving customers are freed of routine work and focus on more important issues.

**Keywords:** call-center, ip-pbx, commutation, web service, algorithm, call management server, operator, application processing, service process.

**Makshantsev V. G. The model of a process control system of soft-reduction continuous casting machine // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The model of a process control system of soft-reduction continuous casting machine, taking into account the relevant factors, influencing the solidification zone such as: thermal parameters, the height of the mold continuous casting machine, the pulling rate of the ingot, billet cross-sectional shape, the effect of the chemical composition of cast steel, as well as considering the additional significant factors, namely the shrinkage of the entire length of steel ingot, the convective heat transfer in the liquid phase and hard-liquid phases and prediction boundaries of the region soft reduction procedure proposed interaction of the main computational procedures and data exchange procedures in the network, at the same time highlights the main groups of data defining the various elements of the mathematical model. Presented automated actual system configuration of the gap in the roller drive sections in the secondary cooling zone, which supports the development and maintenance of the actual gap from the cooling process modeling environment data ingot and thus enables automatic control of the thickness and taper continuously cast billet. Developed the control algorithm roller soft reduction section and section synchronization algorithm motion. The proposed model of the control system soft reduction to determine the exact place of the application of compression force and the taper of the creek in the formation of the ingot that will improve the quality of the output profile. The model allows to accurately determine the parameters of the soft reduction zone such as zone position and length, taking into account the chemical composition of the ingot. This improves the quality of the central part of the slab being manufactured.

**Keywords:** model, automated control system, soft-reduction, continuously cast billet.

**Oleyarnik A. V., Besh A. N. Improvement of the protection of the training stand TMDSHVMTRPFCKIT // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The material intended for manufacturers of industrial drives that produce new developments of power electronic equipment that reduce operating costs is considered. The elements of the electrical circuit are analyzed, the reasons for the failure of the educational research stand TMDSHVMTRPFCKIT are given. Features of operating conditions and functioning of hardware protection are considered; the types of microprocessors with which the stand functions; the basic electric parameters of the stand are given, types of the electric motors connected to the stand are specified. Circuitry solutions are considered that allow blocking fault currents and voltages, a scheme for protecting the power module is given; The test results are shown in the absence of an integrating RC circuit and if there is one; the developed electrical circuit diagram of the protection module is described, a description of its operation and the principle of functioning in the stand system; the calculation of the response time of electronic components in the protection module and a comparison with the normalized values recommended by the literature sources; figures of digital photos of the protection module connected to the stand are given. The board is made in the Altium Designer environment, the board components are shown, which are connected by their terminals to the stand elements; a board made using SMD elements was designed; information about the connection to the frequency converter is given. A simulated test of the board under load was recorded using a potentiometer to control the value of the protection trip voltage that was produced by an oscilloscope and a multimeter when a voltage of 180 mV was reached, which activated the sound (light) and light (LED) alarms and blocked the operation of the intelligent converter power module. The results of connection of the protection board to the research module are given, recommendations for further improvement of the protection are given, which implies protection of the power module against short-circuit currents by developing a circuit that will work on the principle of current limiting of the power supply.

**Keywords:** protection system, emergency mode, response time, stand protection in emergency situations.

**Olkhovsky M. A., Belkin I. Yu., Kushnir N. A. Introduction of noncumulative pumping stations in hydraulic descaling systems of hot rolling mills // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

Effective descaling during hot rolling has a significant impact on the quality of finished products of rolling production, in connection with which, there is a tendency of development of descaling systems directed towards increasing pressure. At the same time, competition in the market demands energy efficiency of the equipment being introduced. One of the possible ways to improve the efficiency of descaling systems is the use of pumping stations with frequency drives. The article deals with the work of such a pumping station. Based on the analysis of mathematical functions describing the process of its work, it was concluded that the use of pumping stations with adjustable speed in descaling systems is feasible. This leads to a very simple layout of the pumping station and allows more rational distribution of pressure along the rolling mill. Thus, the pumping station is not tied to the cyclogram of the operation of the descaling equipment and can be used at any rolling mill productivity. Described in the article, the pumping station with frequency drive was made at the Novokramatorsky plant and successfully implemented in the descaling system of rolling mill 2500 in Magnitogorsk Metallurgical Plant.

**Keywords:** rolling mill, descaling, pumping station, frequency converter, substitute sheet, absolute slippage, relative slippage, relative voltage, active power, full power, power factor.

**Pereyma V. V., Ivanenko V. Yu. Using information technologies for the development of multimedia's accompaniment of the discipline "descriptive geometry" // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

In the given work the technology of development the perspective means, methods and technologies of studying with the use of modern information technologies was presented. The purpose of the work was the development of multimedia interactive support for solving typical tasks in the educational-methodical complex on the discipline "Descriptive geometry". In order to achieve this goal, scientific and methodical sources on the problems of using information technologies in education were analyzed and typical problems from descriptive geometry were selected, the process of their solution being implemented with the help of computer technologies. The classification of varieties the multimedia is provided: linear multimedia, nonlinear, hypermedia, live video.

Also Adobe Flash Professional software was analyzed and selected to develop multimedia interactive support to the discipline "Descriptive geometry" and multimedia interactive support was developed.

At the heart of Flash technology lies the vector morphing, that is, the smooth "flow" of one keyframe into another. This allows you to make rather complex animated scenes by choosing only a few key frames for each object. The main mechanisms for implementing animation in Adobe Flash are single-frame animation, auto animation, animation using the embedded language of programming. To achieve the maximum effect, you should use all the mechanisms for creating an animation. Interactivity is implemented on the basis of procedures – sets of commands written in Action Script, which are launched at the onset of a specific event – a predefined action of the user.

**Keywords:** descriptive geometry, multimedia, interactive, Adobe Flash Professional.

**Podlesny S. V., Zhuk Ya. A., Krivoruchek V. V. Competence approach in combination with information technologies in the teaching of theoretical mechanics for electromechanical specialties // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

Professionalization is the key point of the modern engineering education. In the article, readers will find the theoretical foundations and model of the methodical system of forming key competencies for students of electromechanical specialties in the process of studying theoretical mechanics by means of creating such an evolving educational and professional environment that will allow forming the main professional competencies using interdisciplinary integration, modern information technologies and electronic educational resources, active teaching methods. A section of electromechanical analogies of Lagrange-Maxwell is included in the course of theoretical mechanics. Expanding communicative technology and implementing its more sophisticated forms are important for enhancing quality of higher education. Students are offered tasks on computer modeling of various electromechanical systems (generators, contactless electromagnetic and electrostatic suspensions, electromagnetic measuring devices, accelerations, seismographs, unipolar machines, electromagnetic brakes, etc.) including – involving them to participate in the performance of research and development. Providing adequate mathematical models of electromechanical technical objects is the basis for their further projecting, researching, optimization, and management. The electronic educational resources are widely used in the teaching process e.g. for preparing and delivering lectures, creating authoring multimedia courses, organizing collective and individual students' research work, and management purposes. Didactic methods and technologies are used to improve the quality of training and to increase the independent work of students.

**Keywords:** competence, information technology, theoretical mechanics, electromechanical specialties, electronic educational resources, quality of education, Mathcad.

**Podlesny S. V., Yerfort Yu. A., Zhuk Ya. A., Krivoruchek V. V. Electronic educational resources as a basis for qualitative engineering training in the system of higher education // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The problems connected with the necessity of filling the educational space with the proper electronic educational resources (EER) are considered. Electronic teaching aids have been widespread due to the exhaustive use of information and communication technologies for training. EERs are used in the educational process in the following areas: during preparation and conducting of classes; to create author's multimedia manuals; within the limits of individual and group scientific activity of students; in the management of the educational process. The advantages and possibilities of using information and communication technologies in the educational process, where EER is a component in the system of internal quality assurance of training of highly professional specialists, are considered. The problems connected with the design of the EER are considered, and generalized approaches to the classification of EER content are proposed. The process of generating EER requires the use of appropriate software. Based on the application of the well-known principles of didactics, the requirements for EER are highlighted and formulated. An example is the developed by the Department of Technical Mechanics of the Donbass State Engineering Academy, the system of distance learning of theoretical mechanics of bachelors of engineering specialties in the electronic environment LMS MOODLE. The course contains an annotation and a curriculum of discipline; educational information in the form of lectures, visual and illustrative material (presentations, video materials, drawings, charts, tables, Flash animations), media resources, reference materials, etc.; methodical recommendations for the implementation of practical, independent, calculation and graphic works; glossary; control and measuring materials (test assignments, training tasks), etc.

**Keywords:** higher education, electronic educational resources, quality of education, information and communication technologies. distance learning, electronic environment MOODLE, engineering education.

**Razzhivin A. V., Beloshapka E. D. Mathematical modeling of thermal parameters of quenching in a thermal furnace // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The mathematical model describing the thermal processes during quenching of a billet in a vertical shaft furnace based on nonlinear partial differential equations containing boundary conditions of various kinds, as well as the conditions for determining the position of the boundary of the phase transition is considered. The creation of this mathematical model will improve the accuracy of the temperature control system of tempering. The method of taking into account the spatial distribution in the analysis of integral parameters of energy processes in a thermal furnace by solving a system of partial differential equations is proposed. The first equation describes the thermal conductivity of the internal environment of the furnace. The second equation describes the thermal conductivity (temperature change) in the quenching object during heating to the soaking temperature. In the mathematical description of the object, the following assumptions are accepted: the heating of the part takes place by direct heating from the combustion of the gas-air mixture and convection heat exchange on the surface of the intracamical medium and is described by the power of the heat source entering directly into the equation. At the edges of the part, convection heat exchange takes place with the inside environment, the temperature of which is measured by the built-in thermocouples. Such a solution allows us to describe thermal processes distributed in time and space. Based on the results of theoretical studies of the heat transfer process in a confined space of the furnace, the surfaces of temperature changes were obtained during the heating of the part.

**Keywords:** thermal furnace, hardening, equation, temperature, thermal conductivity, temperature, detail.

**Razzhivin A. V., Khramov S. O. Analysis of the distribution of energy parameters for arc melting of metal // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

A special and topical issue is the evaluation of certain states of smelting processes that are of a probabilistic nature and are not directly controlled. The most urgent are the problems of determining the redistribution of power on an electric arc during arc melting between a molten metal melt, slag and furnace lining. For an analytical description of the distribution of power on an electric arc, it is proposed to structurally represent an arc furnace by three interacting systems: a furnace transformer; electric arc, furnace with molten metal. The derivation of equations describing the electrical and thermal parameters of metal melting is carried out on the basis of a theoretical analysis of the processes occurring in the object under investigation, as well as on the basis of the known design parameters and characteristics of the furnace. The experimental part of the simulation consists in obtaining the transient characteristics of the object. The performed mathematical description for the purpose of estimating the value of the electric arc power in the recovery period of melting made it possible to determine the value of the power supplied to the liquid metal. The obtained dependences can be used for calculating the optimal modes of heating the melt in an arc steelmaking furnace, and also for constructing a dynamic model of electrothermal melting processes and distribution of arc power during the recovery period.

**Keywords:** electric arch, the arc steel-smelting furnace, the equation, the analytical decision, mathematical model, heat power, temperature, automation.

**Reshetnyak S. R., Donchenko E. I. Research of charge of lead-acid batteries by impulse current // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

In this paper, a stand was developed to automatically charge a lead-acid battery in order to increase its service life. Special attention is paid to the ways to eliminate undercharging at subzero temperatures and ways to prevent recharging at elevated temperatures, which is typical for the operation of lead-acid batteries in many applications.

A feature of monitoring undercharging and recharging the battery is the use of direct methods for measuring the parameters of the charge pulses: current and voltage. A technique for studying charge by impulse current has been proposed, and an automatic charging algorithm has been developed that allows automatic charging of the battery as a current function with voltage control in the pulsed mode.

For the stand, an algorithm was proposed for determining the optimum charge current, the duration of the charge and discharge pulses. The solution of the problem of the automated determination of the charge current is achieved by plotting the dependence of the charge resistance on the charge current. For this purpose, the microcontroller generates a series of short current pulses of different amplitudes and performs an analysis of the obtained plot of the charge resistance versus current.

To determine the end of the charge, a special algorithm is developed, so that the stand can function as a charger. It is implemented on the principle of measuring the change in voltage at the time when the current through the accumulator is zero, while the measurement is carried out after a short-term discharge cycle.

The work done has shown that the impulse charge as a function of the current with the found pulse parameters increases the service life by up to 5 %, prevents sulphitation, copious electrolysis of water, overheating and shedding of the plates. The developed stand allowed to conduct an optimum charge of the lead accumulator at low (up to -20 °C) and high (up to +35 °C) temperatures.

**Keywords:** impulse charge, lead - acid battery, microcontroller stand.

**Sahaida P. I., Zori A. A. Development of model and method for interpreting ontologies and queries to knowledge bases using the data storage relational model // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The thesis improves the previously developed methodology for designing data warehouses and knowledge for solving data processing and analysis tasks based on categorical-ontological models. This methodology combines, in contrast to existing methods, design using information and datalogistic models using various diagram techniques and modeling languages. Such an approach made it possible to eliminate the drawbacks and complement the merits of various design approaches and obtain a rational structure of data and knowledge repositories. Based on the obtained results, the model and the method for mapping a knowledge warehouse in the format of an ontological model, represented by Ontology Web Language with axioms in the form of Descriptive Logic statements, together with the rules expressed on the Semantic Web Rule Language, into a relational representation of the knowledge base (using the data storage relational model), with the appropriate conversion of queries on Semantic Query Web Rule Language to queries on Structured Query Language / Stored Procedures and Triggers Language. The difference between the developed model, method and methodic based on them, as well as the proposed algorithms for developing and mapping concepts and rules, consists in using categorical-ontological models of knowledge and data warehouses in various presentation formats during such interpretation. The mapping of knowledge warehouses into the data storage relational model made it possible to implement software components of computer systems for intelligent data processing with high processing performance for data and knowledge, including those based on embedded systems. The results, obtained in this study, allowed to implement a number of software components of computer systems for manufacturing enterprises. The evaluation of the system effect from the implementation of the proposed method showed that the query executing speed for ontological models interpreted on the basis of the data storage relational model increased significantly.

**Keywords:** intellectual data processing, knowledge engineering methods, categorical-ontological modeling, relational data model.

**Subbotovich V. P., Ugolnikov S. V., Babkova N. V., Olkhovska O. L. Methodology and system of detection of structure of periodic component dynamic process of complex composition // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The problem of revealing the structure and determining the parameters of periodic components during the experimental study of dynamic processes of a polyharmonic composition with an intense noise component is considered. A technique is proposed based on the notion of the frequency response function. It is shown that under the condition of ergodicity and stationarity of the process under investigation and averaging over the ensemble of realizations, the solution of the problem can be obtained by analyzing the ratio of the increment of the harmonic frequencies and the increment of their phase difference for measurements simultaneously performed in spaces spaced apart in space. The conditions for the applicability of the procedure are analyzed. The structure of the measurement and information system that implements the methodology is proposed. An example of practical application of the developed technique for the analysis of flow pulsations in the flowing part of a steam turbine is given.

On the basis of the considered technique a scheme of a measuring-information complex is formed for revealing the structure of periodic dynamic processes and determining their parameters. The structure of the complex allows it to work both in fully automatic mode, so in interaction with the operator. The availability of intermediate storage devices allows the subsystems of the complex to be used autonomously.



The technique for analyzing the increments of the phase-frequency characteristic and the elements of the measuring and information complex are used to identify the interrelation and parameters of the periodic component of the flow pulsations in the turbine installation in order to identify the source of vibration perturbation of the forced oscillations of the scapula. The developed technique showed its effectiveness in the analysis of dynamic processes recorded in the experiment.

**Keywords:** dynamic process, harmonic composition, experimental studies, frequency response function, phase frequency response, phase difference, measuring and information system, fast Fourier transform.

**Subotin O. V., Boroday R. A. Improving the productivity of the machine by modernizing its control system // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The article shows the modernization of the control system of the CBFK 130 processing center in order to increase its productivity. The existing machine control system as a whole today does not meet any of the requirements of quality, reliability and performance. Modernization of the machine control system was carried out by developing the main drive drive control module. As a complex indicator of reliability, the availability factor is used, which should be 0.995 for the automatic mode of operation due to the selection of elements with the least probability of failure, the development of a modern diagnostic system and protection against accidents. The required accuracy depends on the operation of almost all components of the control system, and the productivity of the machine is achieved by improving the cutting modes, using a new progressive technology with decreasing the non-working time for the tool, and upgrading the machine electrical equipment. In this plan, in order to bring these values to the required values, the modernized machine control system was configured to provide the maximum dynamics and accuracy. For modernization, the SIMATIC S7-300 programmable controller manufactured by SIEMENS is used, the SINUMERIK 840D CNC system is selected in combination with the SIMODRIVE 611 digital drive line. To test the quality of the main drive electric drive and evaluate the quality of transient processes, its model is compiled in the MATLAB environment. Analysis of the operation of the main drive electric drive control system in transient regimes proves the adequacy of the conducted studies. It is concluded that it is expedient to use the vector control system of an electric drive that meets the established requirements of the technological process.

**Keywords:** controller, control system, main drive electric drive, vector control, model, configuration, programming.

**Sus S. P. The features of the designing optical means for controlling the presence of products in thermal installations // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The possibility of applying a photoelectric method for detecting products inside thermal installations up to 100 meters in length is considered. On the basis of the analysis it is established that the most successful is the photoelectric method, in which the monitoring devices must operate in an active "lumen" mode. In this case, the source of the sounding optical signal is located on the one side of the thermal installation, and the receiver is located on the opposite site. Moving in a thermal installation products are identifiable objects. However, the power of the optical signal delivered to the receiver is constantly changing. In addition, the use of such mode can not accurately determine the location of the displayed objects in the controlled area. A set of external factors that make it difficult to apply the photoelectric method has been determined. It has been established that the furnace medium, on the one hand, provides a probing optical signal, and, on the other hand, it is a powerful source of optical interference. Expressions connecting the ratio of the diameters of the receiving optical system and the optical beam at the receiving site have been obtained. Optimization of the parameters of optical control and use systems for determining the power of the probing optical signal at the receiver input has been performed. It has been established that for reliable control of the presence of products in thermal installations the sources of the probing signal must have a wide (0.7 ... 1.05  $\mu\text{m}$ ) emission spectrum. Based on the results of the research, several experimental samples of the control devices have been manufactured and tested. The results of the tests confirmed the theoretical positions obtained. The developed device can be used not only to control the technical processes, but also in but also as a product detection device in hard-to-reach areas, for example, in rolling production, etc.

**Keywords:** thermal installation, photoelectric method, monitoring device, sounding optical signal, displayed objects, radiation spectrum.

**Tuzenko O. A., Balalaeva E. Yu. Development of software for modeling the operation of a universal rotary compensator with openings of various shapes in elastic plates // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The operation of universal rotary compensator of slide-block direction errors with openings in elastic plates is considered. There is established a possibility of changing the area of the bearing surface and the stiffness of the compensator due to variation of the contact ratio, which will allow expanding the range of technological operations performed on press equipment. The construction of the compensator and the scheme of contact of the openings are considered when turning one plate relative to the other. Analytic expressions are obtained for calculating the contact ratio of openings of oval, round and polygonal shapes in compensator plates. The software for modeling the work of universal rotary elastic compensators with openings of various shapes has been developed. The application is implemented in HTML, CSS, JavaScript in the JetBrains WebStorm 2017 object-oriented programming environment with a standard set of libraries. The software can be used on all modern operating systems (Windows, Mac OS, Linux)

and mobile devices (running under iOS and Android) both as a desktop application and as a web application. The results of modeling using the developed software are given, presented in the form of numerical values and graphical dependencies, for which the form of approximating expressions is selected, and the ratios are determined by the search method. Analysis of obtained regression dependences allows determining the influence of the geometric sizes and the rotation angle of the compensator plates on the value of contact ratio. The results of the research can be used to engineer and improve the design of elastic compensators, which will increase the accuracy of stamped metal products by reducing the elastic deformations and the errors of the "press-and-die" system.

**Keywords:** software, modeling, elastic compensator, error of the "press-and-die" system.

**Gerasimenko O. V., Markov O. E., Inchakov E. V., Markova M. O., Gitnikov R. U. Investigation of the crystallization process of shortened ingots for forgings of responsible destination // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The aim of the work is an improving the quality of blacksmith blanks for the production of forgings with high quality. The process of forming ingots with directed crystallization was studied for achieving of this goal. For this purpose, a shortened forging ingot was designed and investigated. Such workpieces allow to change the crystallization direction of the melt. For research, the modelling methodology was developed. The study was carried out with using FEM. As a result of numerical simulation, it is established that the thermal center of the ingot crystallization is located in the profitable part with vertical crystallization. Directional crystallization eliminates the formation of axial porosity, the depth of the shrinkage cavity has been 5 ... 7 % of the ingot body height. It is on 20 ... 25% less than for conventional forging ingots and allowed to eliminate the appearance of axial porosity. As a result, the height of the shrinkage cavity has been 5 ... 7 % of the ingot body height. The main part of the body height of the ingot crystallizes with a constant temperature gradient not exceeding the limit values (4 ... 5° C / mm), which can lead to the formation of cracks. It is confirmed by the distribution of the Niyam criterion in the ingot body. The highest temperature throughout the cooling time is the upper part of the ingot body, and the lowest temperature is a bottom part. Reduction of heat transfer due to warming of the mold side is compensated by intensive heat removal to the ingots bottom. It does not lead to an increase in the crystallization time in comparison with the process of crystallization of a conventional forging ingot of similar mass.

**Keywords:** forging, forged parts, ingot, directional solidification, reverse taper, cooled bottom.

**Kulinich A. A. Modeling of the influence of structure parameters on mechanical properties of AMr10 alloy // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

For foundry alloys of the Al-Mg system, the main characteristic of the macrostructure is the average size of the macro-grain, and the microstructure is the average size of the dendritic cell. These characteristics of the structure, in most cases, are interrelated, and changing the size of one of them while maintaining the size of all others at a constant level in practice is almost impossible. This is a deterrent in the construction of adequate quantitative dependencies between the mechanical properties of the cast alloy and one of the characteristics of the structure. It also makes it possible to establish the degree of contribution of each individual structure characteristic to the level of properties of alloys. The purpose of the work is to determine the degree of influence of the average grain size and dendritic cell on the level of mechanical properties of industrial alloy AMG10 and to construct mathematical models of the dependence of the level of mechanical properties of the alloy on the data of the structural characteristics.

The relationship between the grain size and the dendritic cell and the level of mechanical properties of AMr10 industrial alloy was experimentally investigated. The mathematical models of the dependence of the level of mechanical properties of the alloy on the data of the structural characteristics are constructed. On the basis of the analysis of the constructed mathematical models, the degree of influence (relative contribution) of the average grain size and the dendritic cell on the level of mechanical properties of the industrial alloy AMr10 is established. In the AMr10-specific alloy range the changes in the structural characteristics, the relationship between the level of mechanical properties and the size of the main characteristics of the structure are satisfactorily described by a linear function, except for the relationship between the flow boundary and the grain size. This dependence is described by the Hall-Petch type equation. It was established that the change in the size of the macro- and microstructure of the AMr10 alloy significantly influences the relative elongation level.

**Keywords:** mathematical model, structure, mechanical properties, grain, dendritic cell.

**Iskrizkiy V. M., Vodolazskaya N. V. About pair loading of fixing details of grouped threaded connection in a mode of an one-roundabout tightening // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The settlement scheme of grouped threaded connection is considered in this paper. The power analysis is carried out and features of loading process of its fixing details at their serial pair tightening are established. The analysis of influence of a pliability of joint elements on extent of reduction of axial efforts in earlier tightened fixing details after loading of the subsequent at such technology of assembly is provided. Analytical dependences for definition of change of extent of loading of these details are given. It is impossibility to achieve for one round tightening of standard axial efforts in all fixing details. Need of carrying out the subsequent rounds of an tightening for implementation of the requirement about joint tightness or implementation of an one-roundabout pair tightening with an overload providing

loading at the end of round of all fixing details to identical demanded effort is established. Mechanism of change of overload factors of consistently at an one-roundabout tightened pairs is determined, the algorithm for implementation of their calculations with use of the computer is developed.

Taking into account requirements of ensuring of joint hermetization, calculation of loading efforts of fixing details for a case of an one-roundabout inhaling is executed. Values of overload factors are also received and their graphic interpretation for various number of assembled pairs of fixing details is given. The presented overload factors provide achievement of normalized efforts of an inhaling in all fixing details. It is shown that for assembly of group threaded connections with a high relative pliability of connection and quantity pairs  $N \geq 8$  application of technology of an one-roundabout inhaling becomes impossible on conditions of durability of assembled fixing details. Recommendations about use of the received settlement dependences are offered at an one-roundabout tightening of grouped threaded connections.

**Keywords:** grouped threaded connection, technology of assembly, loading process, power analysis, algorithmic model, serial pair tightening, one-roundabout tightening, standard axial effort, overload factor.

**Kovalevsky S. V., Hushchyn O. V., Popov A. O. Equipment for surface-plastic deformation when working surfaces hardening of machine parts // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

Jigging design for surface-plastic deformation of machine components working surfaces using a circular roller has been developed and based on the theoretical and experimental studies which had been carried out earlier. The attachment design provides for the capability of axes crossing of the strain-hardening rollers relative to the workpiece axis. The axes of the strain-hardening rollers are turned through the same angle but with different signs. The possibility of self-aligning on the lathe is ensured for the device due to the pinning on the slide assembly. Meanwhile, the forces that come about during the deformation of the surface layer are locked to the device design and transmitted neither to the workpiece nor to the lathe's components. Thus, the highest working accuracy is achieved. Besides the known advantages of knurling in such way, the effect of "mixing" the deformed layers of the material additionally occurs and a special interlayer emerges within the border areas which approximates to the nanostructured surface and has a very high wear resistance. As a result, a significant increase of parts' and the whole assemblies' durability is achieved.

Besides, the engineered jigging design for surface-plastic hardening of machine parts can also be applied to knurling both by special shape rollers and cylindrical rollers. But the strain-hardening rollers unit will be altered a bit with the preservation of knurling way which has been suggested. So the axes crossing when knurling with the cylindrical rollers leads not only to the deformation forces reduction but also to the essential rundown of friction forces negative impact so long as the linear contact decreases considerably in so doing and approximates to the point one.

**Keywords:** surface-plastic deformation, knurling, strain-hardening roller, jigging, axes crossing, shear stresses, internal stresses.

**Korchak E. S., Kotkova V. V. Development of hydraulic fluid starvation preventing methods of power cylinders in hydro-presses complexes // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The purpose of the work is to create methods for preventing fluid starvation of power cylinders by means of analysis of the main causes of this phenomenon in hydraulic cylinders of various functional purposes with the subsequent development of appropriate measures to eliminate it. The principal features of operating conditions of power, return and counterbalance cylinders are considered. It is noted that the power cylinders have the largest volume among the hydraulic cylinders of the equipment of the automated complexes and to the greatest extent they are subjected to liquid starvation. The method of preventing liquid starvation during the lowering of a moving cross-section to the forging is described. In accordance with this method, appropriate parameters of the hydraulic line "power cylinder – drain valve – filling and exhausting receiver" are determined, drain valves are mounted as close as possible to the power cylinders of the corresponding stage of force and concentrate the main part of the general hydraulic resistance on the corresponding drain valve. The arrangement of the approach stroke control system of hydraulic press is to prevent fluid starvation of the power cylinders and involves the usage of collector and counterbalance cylinders. To prevent liquid starvation of power cylinders the developed algorithm is included in the system of automatic control of the press in accordance with which indicators of the control system sensors are constantly verified and compared with the current pressure in the power cylinders with the estimated value determined at this moment taking into account the variable hydraulic resistance of the drain valve of the return cylinders. Mathematical model of pressure changing in power cylinders of hydraulic press is presented and analyzed while its filling with a low pressure liquid from a filling and exhausting receiver. Practical recommendations of preventing liquid starvation of power hydraulic cylinders of automated hydraulic press complexes are provided.

**Keywords:** hydraulic press, power cylinder, hydraulic fluid, hydraulic fluid starvation, valve, pressure, hydraulic line.

**Kovalov V. D., Vasilchenko Y. V., Melnik M. S., Nesterenko V. M. An integrated approach to the organization of design work in the creation of modern mechatronic machines // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

Mechatronics as a technical profession, and as a scientific direction emerged in the '70s ... 80s of the twentieth century. A prerequisite for its occurrence has been the rapid development of electronics, cybernetics and computer technology in the '60s ... 70s and awareness of the new opportunities offered by the application of these scientific developments in technology. In fact it changed the principle of constructing complex machines, such as machine tools. All the complex internal kinematic constraints are now being implemented in software. With the ability to quickly change the software settings the opportunity to flexibly control the parameters and structure of the internal kinematic constraints, and create such transfer functions, which are implemented by mechanical means or extremely difficult, or impossible. This has to simplify the mechanical part of the machine allowed. Also it became possible to improve the performance and extend the capabilities of machines through the use of automatic and adaptive management principles. However, in practice in respect of the application machine tool mechatronics essentially confined to the creation of universal CNC machine tools and automatic machines, which are also implemented using numerical control systems, or at least unified programmable controllers. Technical characteristics of the control systems is often significantly higher than required for a specific task, and this adversely affects the cost of the machine and increases the demand for service. This situation is due primarily to the lack of domestic machine tool companies' specialists in the field of mechatronics, and the lack of modern methods of design, taking into account the above-mentioned features. Demand for equipment for large-scale and mass production in the market has constantly, and it is primarily specialized machines and special machines that require relatively simple specialized control systems, so the subject is topical. The aim of this work is to develop a technique of designing of mechatronic systems, which will give a general algorithm of actions, will facilitate setting objectives for related professionals, and indicate those missing areas of knowledge that must be addressed for the successful and effective solution of tasks. requiring relatively simple specialized control systems, so the subject is topical. The aim of this work is to develop a technique of designing of mechatronic systems, which will give a general algorithm of actions, will facilitate setting objectives for related professionals, and indicate those missing areas of knowledge that must be addressed for the successful and effective solution of tasks. requiring relatively simple specialized control systems, so the subject is topical. The aim of this work is to develop a technique of designing of mechatronic systems, which will give a general algorithm of actions, will facilitate setting objectives for related professionals, and indicate those missing areas of knowledge that must be addressed for the successful and effective solution of tasks.

**Keywords:** methodology, mechatronic systems, machine-tool, machine-tool unit, algorithm, machine-tool construction.

**Lishchenko N. V. Study of the Analytical Solutions Continuity to Determine the Grinding Temperature // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The purpose of the article is to justify the most simple analytical solution that is adequate to the actual conditions of profile grinding. In the paper a classification of analytical solutions is proposed to describe the profile gear grinding temperature field in accordance with the number of spatial coordinates criterion used: three-, two-, one-dimensional solutions of the Fourier differential heat equation under the second kind boundary conditions and with corresponding initial conditions. To do this so, these analytical solutions are presented in a dimensionless form, which makes it possible to reduce the number of factors influencing them, when the factors have the same effect on the analytical solutions being compared. It is established that the conditions for the continuity of these solutions are determined by the shape of the contact spot and the interval of variation of the Peclet criterion, based on the condition of the permissible error in determining the temperature of the gear grinding. When these conditions are carried out, the maximum temperature can be determined from the two-dimensional solution for the strip heat source. The continuity conditions make it possible to replace complex analytic solutions with simpler ones, that can be used in corresponding CAD, monitoring and technological diagnostics subsystems for the profile gear grinding operation. There are two continuity conditions. First, for the rectangular shape of the contact spot  $2H \times 2L$ , which has overall dimensions, it is necessary to fulfill the condition  $H/L < 1$ . For  $H/L = 1$  and  $H/L > 1$  succession is violated. Secondly, the interval of change in the Peclet criterion should  $4 \leq H \leq 20$  be that of a fast-moving heat source and of multiprocessing speed-shaped grinding on modern CNC machines.

**Keywords:** profile grinding, grinding temperature, analytical solutions, moving heat source, heat source shape.

**Loveykin V. S., Pochka K. I. Justification of regional conditions of the optimum mode of reversal of roller forming installation on acceleration of the third order // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

For the purpose of increase in reliability and durability of roller forming installation the combined mode of back and forth motion of the forming cart with reversal under optimum regional conditions on acceleration of the third order is calculated. When carrying out optimization as criterion of the mode of the movement criteria action which represents integral on time with subintegral function which expresses energy of accelerations of the third order of installation is used. Functions of change of kinematic characteristics of the forming cart at her movement are received from one extreme situation in another which correspond to the reversal mode on acceleration of the third order with optimum value of boundary conditions. The design of the drive of installation in a type of the cam mechanism is offered and the

cam profile for providing the combined mode of back and forth motion of the forming cart with reversal under optimum regional conditions on acceleration of the third order is constructed. The design of roller forming installation with the drive from the high-moment step engine which is built in the rolling rollers of the forming cart of installation is also offered. Use in installation of the specified drive leads to increase in quality of a surface to the processed concrete mix, reduction of dynamic loadings in drive elements, to reduction of excess destructive loads of a frame design and, respectively, to increase in durability of installation in general. Results of work can be further useful to specification and improvement of the existing engineering methods of calculation of driving mechanisms of cars with back and forth motion of executive elements.

**Keywords:** roller forming installation, mode of the movement, cam mechanism, step engine, drive.

**Melnyk M. S. Mathematical model of the hydrodynamic damper in the cutting tools for determining the optimum design parameters // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The problem of occurrence of self-oscillations during processing by a long non-rigid tool is very actual, since boring operations represent a significant fraction of all machining operations and are often performed on surfaces with high requirements for precision machining. The only effective way to increase the stability of the cutting process during the operation of non-rigid boring cutters can be using of hydraulic dampers. The purpose of this work is to develop a mathematical model that allows you to determine the optimal design parameters of the damper based on the limited dimensions of the tool. The optimal damper parameters are those for which the maximum absorption of the forced oscillation power at the natural frequency of the tool is ensured for a fixed value of the amplitude of the oscillations. Based on the study of the known mathematical model of coupled harmonic oscillators with viscous friction, it is determined that the dependence of the absorption efficiency of the vibration energy on the damping coefficient has one maximum. This maximum corresponds to the optimal combination of the dimensions and mass of the damper's working solid, as well as the thickness of the working gap and the viscosity of the working fluid. Also, on the basis of the known dependences of hydraulics, a mathematical relationship was established between the design parameters of the damper and the damping coefficient. By combining the obtained mathematical models, the required mathematical model was obtained, which allows to determine the optimal combination of the thickness of the working gap, the viscosity of the working fluid, the mass of the working solid and the rigidity of the suspension for the given dimensions of the tool.

**Keyword:** process of cutting, non-rigid cutter, mathematical model, design parameters, damper, tool.

**Polyansky V. I. Theoretical analysis of the parameters of the thermal process during grinding // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The analytical dependences for determination of the main parameters of the thermal process during the mechanical processing of materials are given in the work, taking into account the achievement of zero temperature at a certain depth of heat penetration into the surface layer of the workpiece, which allowed to approximate the design scheme to the real processing conditions and determine the optimal parameters of machining. It is shown that, with increasing processing time, the cutting temperature, like the fraction of heat leaving into the resulting chips during grinding (or into the resulting shavings during blade cutting), increases continuously asymptotically approaching the maximum value determined by the ratio of the nominal cutting stress to the specific heat and density of the processed material. At the same time, the proportion of heat leaving into the surface layer of the workpiece decreases continuously with increasing processing time, asymptotically approaching the zero value. On the basis of this, it is concluded that the speed of mutual movement of the tool and the workpiece increases with the purpose of reducing the amount of heat leaving into the surface layer of the workpiece and, accordingly, improving the quality and productivity of processing. For practical implementation of this condition, it is recommended to use effective high-speed cutting and high-speed grinding processes, which are characterized by the least transfer of generated heat to the surface layer of the workpiece. However, in practice this condition is not feasible in full, since even with high-speed processing a small part of the generated heat passes into the surface layer of the workpiece, changing the structure of the processed material.

**Keywords:** mechanical processing, thermal process, cutting temperature, high-speed cutting, grinding, processing quality, processing capacity.

**Pryhorovska T. O., Voytenko P. I., Vryukalo V. V., Pitulej L. D., Ropyak L. Ya., Prysyzhnyuk P. M., Burda M. Y., Lutsak D. L., Lutsak L. D. PDC drill bit production and technological support for their performance indicators increasing // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The destructive tool is the main element of the drilling equipment, because it directly destroys the rock. The most widespread drilling rigs are the PDC type bit and shaft bits. The results of the analysis of the structures of the dolts indicate that the researchers focus on the shape of the profile of the bit. However, the problem of placing chisels on the blades of the bit to ensure their uniform operation, and the same loading of the cutters, remain insufficiently studied, that is, it is not substantiated by what mathematical dependencies they should be placed on the blades of the bit. When designing PDC-pallets, one of the problems is the development of design solutions that would allow uniform wear and tear of all cutting elements of the bit. The results of the survey of drill bits indicate their uneven operation. The most worn out are incisors that are positioned as far from the axis of the bit. Therefore, the problem of choosing the pattern of patterns of placement of teeth on the blades of a bit is relevant.

In the article the problem of placing the reeds on the blades of a bit of type PDC is considered. It is established that under traditional schemes of placement the uniform operation of the teeth, which are installed on different radius of the blades of a bit, is not provided. With the purpose of rational placement of rock-cutting elements on the shovels, the expediency of using the Vaugel parabolic spiral was substantiated. It is established that such a placement of cutters provides the same stability to trigger during the destruction of rock. Increasing the cutting path with the distance to the periphery of the bit, respectively, the load is offset by a decrease in the width of the zone of destruction of the rock with each cutter.

**Keywords:** PDC bit, cutters, chip placement diagram, performance indicators, spiral models.

**Rodichev Y. M., Soroka A. B., Kovalev V. D., Vasilchenko Y. V., Shapovalov M. V. Accelerated testing of cutting plates at an intensity contact loading // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

In the paper, ways of increasing the resource of a tool equipped with carbide cutting inserts are considered. The expediency of processing by a pulsed magnetic field for increasing the volume strength of a cutting tool is proved. To confirm the theoretical results, the methods of accelerated testing of cutting inserts with intensive contact loading are proposed. For a preliminary assessment of the effect of pulsed magnetic treatment on the wear resistance of carbide tools, their forced tests were carried out. At the heart of forced methods lie the physical principles of the theory of reliability and heredity. Unlike full-strength tests, forced tests allow reducing the test time, the consumption of tool and processed material. The principle of extrapolation by load with regard to carbide tools can be broken by the method of stepwise feed increase and by the methods of stepped and stepless speed increase of cutting. The cutting inserts were tested under conditions of high contact pressure with friction at elevated temperatures using equipment and accessories used in cutting operations. It is found that the chamfers on the plates after processing by the pulsed magnetic field have approximately 30 % less surface area than those formed on the plate in the initial state. It is established that for the plates after treatment with a pulsed magnetic field, an increase is observed in both parameters characterizing the fracture resistance. For carbide cutting tools that have undergone an impulse laser treatment, at cutting speeds corresponding to roughing, it is typical to reduce the wear rate by 2 to 2.3 times. The limiting value of the feed for carbide tools, which have undergone pulsed laser treatment, increases by a factor of 1.5–2 times.

**Keywords:** carbide inserts, pulsed magnetic field treatment, fracture resistance.

**Usov A. V., Tonkonogy V. M., Rybak O. V. Development of plasma coatings grinding technological process // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

During the process of an abrasive material removal the possibility of different defects formation is rather high. In addition to the defects typical for the workpieces with solid structure, grinding plasma coatings bears the risk of an adhesive contact destruction and debonding of the coating layer from a substrate material. Therefore, adhesive strength and structural defects of the coating layer should be considered at the stage of designing technological operations of grinding plasma coatings. In order to provide the required quality of surface processing, it is necessary to determine strength and fracture criteria that limit stresses occurring in the contact area of the grinding wheel and the surface. In this article the mathematical model of wear-resistant plasma coatings' stress-strain state during the grinding process is developed based on these strength and fracture criteria. Functional relationship between technological characteristics of the grinding process and the conditions that provide the required quality of surface processing is determined. Influence of the structural heterogeneities is considered regarding their typical linear dimension and their arrangement close to the grinding wheel and the processed surface contact area. Extended analysis also revealed that displacement and stress components jumps in the process of grinding are different for inclusions and for the grinding cracks. Characteristics of the stress-strain state in the area of the structural defects are determined using stress intensity factor and the conditions that cause growing of the grinding microcracks into a main fatigue crack are found. Thus, in the process of the plasma coatings grinding CAD development the system of the constraints that would prevent defects formation should be taken into account. It allows to determine possible values of grinding parameters that meet the conditions of the obtained thermomechanical criteria and guarantee the quality of the finished product.

**Keywords:** mathematical model, plasma coatings, grinding, structural defects, fracture criteria.

**Aksonov V. P., Sheremet O. I. Sensorless control of the transport trolley to reduce the skewing of the frame // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

The object of the study is a transport trolley for the transfer of rolls with a lifting capacity of 30 tons, developed at the NKMZ. When adjusting this equipment, the skewing of the frame of the transport trolley were noticed, followed by the engagement of the wheels of the trolley wheels against the rails, which led to an emergency shutdown of the frequency converter of the wheel drive. The paper deals with the construction of a mathematical model of a transport trolley for the transfer of metal rolls with a payload capacity of 30 tons in the mathematical modeling environment of MATLAB Multibody. A mathematical model of a transport trolley for transferring metal rolls with a payload capacity of 30 tons is necessary to obtain the calculated values of the angle of rotation and lateral displacement of the trolley for various types of load in order to construct a skew adjustment frame. The dynamics of moving the trolley under load with a nominal mass of 15 tons, which is located in the center of the trolley and with a displacement from

the center of the trolley to the right, is investigated. To create the transport trolley construct in the MATLAB Multibody environment Solidworks models were used, which made it possible to simulate the real distribution of loads on the wheels of the trolley. Mathematical dependences of the angle of rotation of the trolley and lateral displacement of the trolley on the speeds of rotation of the drive wheels are obtained. The obtained simulation results confirm the obtained mathematical dependences for the angle of rotation and lateral displacement. The simulation results give an opportunity to estimate the relative rotation angle of the trolley and its relative lateral displacement. Further work is being done in the direction of creating a frame skew controller with fuzzy logic.

**Keywords:** trolley skew, crab, sensorless vector control, MATLAB Multibody, asynchronous motor, SIN-AMICS, control, fuzzy logic.

**Kholodniak Yu. S., Podliesnyi S. V., Kaporovych S. V. Simplified method of power calculation of plane frames under conditions of forced oscillations // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

Analysis of existing methods of power calculation of beams and plane frames under the influence of forced oscillations is performed. It is shown that calculations of beams are not problematic. For such calculations there have been developed both simplified methods, which use mathematical models of weightless beams with point masses fixed to them, as well as more complex ones, which take into account the masses of the beams. The existing techniques for power calculations of plane frames are based on complex two-dimensional mathematical models. Their implementation requires in-depth mathematical training and complex computing facilities. Therefore, they are difficult to apply in ordinary engineering practice. There are no simplified methods of power calculation of oscillating frames.

The purpose of this paper is to develop a simplified two-dimensional mathematical model of forced oscillations of plane frames with subsequent application of this model to power calculations. The mathematical model proposed in this paper describes oscillations of a weightless frame with a point mass and simultaneous action of vertical and horizontal harmonic disturbing forces. The model is based on the method of forces, which establishes the relationship between the movement of the frame and the forces acting on it. Together with the model, dependences were obtained for calculating resonant frequencies of the oscillating system. The completed developments allow to determine dynamic characteristics of the oscillation process and to calculate frames for strength and rigidity. The methodology for this calculation is implemented in the Mathcad 15 environment and has been successfully tested on a number of learning tasks. The results of the work may be useful to students and teachers of technical universities, as well as practitioners who perform power calculations.

**Keywords:** plane frame, forced oscillation, mathematical model, resonant frequency, power calculation.

**Shevlyakov A. S., Bogdanova L. M. Research of methods, models and information technologies of Customer Relationship Management is for the increase of efficiency of business processes that is sent to work with clients // Herald of the DSEA. – 2018. – № 1 (43).**

In the article investigational importance of application of information technologies in a management by an enterprise by means of CRM (Customer Relationship Management) software for the increase of efficiency business of the processes sent to work with clients. Literary sources are analyzed from the point of view of classification of the systems of CRM on functional signs and on the levels of treatment of information. The analysis of models is conducted for the quantitative estimation of success of work with clients. The methods of withholding and acquisition of customers different firms are analyzed. It is an index of clean support (Net Promoter score, NPS) and index of quality of maintenance of ESQi. The got information allowed to educe the basic concepts of subject domain and connection between them, to educe the basic business processes of activity on withholding and acquisition of customers of firm. The structural-functional model of PMC (program and methodical complex) is worked out for withholding and acquisition of customers. A model consists of context structural-functional diagram for a business process "Realization of methods of bringing in and withholding of clients of firm". Such methodology allowed to present entrances and exits, participants of the system, namely normative documents for realization of process, exit of business process. With the use of this methodology such subprocesses of basic business process are also analyzed: creation of history of customer relationships, statistical analysis of base of clients, statistical analysis of sales. The design of the system is conducted from the point of view of precedents with the use of diagram of precedents. Precedents were created on the basis of association of scenarios of subject domain, that is incorporated by the general aim of user. In a diagram precedents are plugged: work with data about clients, receipts of history of mutual relations, work with information for clients, classification of clients, analysis of activity of firm.

**Keywords:** CRM-system, relations with clients, business processes, precedents, personification, loyalty.