Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я

Наукове видання

Тези доповідей
XXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

У чотирьох частинах
Ч. І

Харків 2015

ББК 73
І 57
УДК 002

Голова конференції: Сокол Є.І. (Україна).

Співголови конференції: Торма А. (Угорщина), Поанта А. (Румунія), Стракеляна Й. (Німеччина), Хамрола А.(Польща), Ілчев І. (Болгарія).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції, Ч.І (**20-22** травня 2015р., Харків) / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – 359 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів

ББК 73
© Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2015

ЗМІСТ

Секція 1. Інформаційні та управляючі системи 4

Секція 2. Математичне моделювання в механіці і системах управління 33

Секція 3. Технологія та автоматизоване проектування в машинобудуванні 74

Секція 4. Фундаментальні та прикладні проблеми транспортного машинобудування 142

Секція 5. Моделювання робочих процесів в теплотехнологічному, енергетичному обладнанні та проблеми енергозбереження 239

Секція 6. Нові матеріали, комп'ютерна графіка та сучасні технології обробки металів 306

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Астахов Д.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Целью работы является анализ и практическое использование методов обработки изображений с целью распознавания объектов.

В качестве теоретической основы использовался поиск объектов по методу Виолы-Джонса (Viola-Jones)[1].Для того, чтобы производить какие-либо действия с данными, в этом методе используется интегральное представление изображения. Элементы матрицы рассчитываются по следующей формуле (1):

$$I(x,y) = \sum_{\substack{x'<x \\ y'<y}} i(x',y') \qquad (1)$$

где $i(x',y')$ – яркость пикселя исходного изображения.

Важнейшим достоинством интегрального представления изображения является возможность быстрого вычисления суммы пикселей произвольного прямоугольника, а также любой другой фигуры, которую можно аппроксимировать несколькими прямоугольниками, за линейное время[2] (2):

$$I(x,y) = i(x,y) + I(x-1,y) + I(x,y-1) - I(x-1,y-1) \qquad (2)$$

Для описания изображения и распознавания образов используются различные признаки. В методе Виолы-Джонса используются прямоугольные признаки, также называемые примитивами Хаара. По алгоритму выбираются примитивы, наилучшим образом характеризующие объект.

Поиск объекта в данном методе осуществляется по принципу сканирующего окна. Из изображения выбирается прямоугольная область, также называемая RegionofInterest (ROI). В этой области происходит поиск объекта с использованием комплекса примитивов. Если все классификаторы удовлетворяют условиям поиска – регион помечается как область с вероятностью нахождения на ней объекта. Окно перемещается по изображению, меняя масштаб. Объект считается найденным в месте перекрытия нескольких вероятных областей.

Поставленная задачи была выполнена на языке C++ для ОС Windows. Для реализации алгоритмов компьютерного зрения использовалась библиотека с открытым исходным кодом OpenCV

Таким образом, использованный метод показал свою эффективность для решения поставленной задачи и может рассматриваться как перспективный в области распознавания объектов.

Литература:

1 Viola–Jones object detection framework [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Viola-Jones_object_detection_framework

2 Интегральное изображение [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://robocraft.ru/blog/computervision/536.html

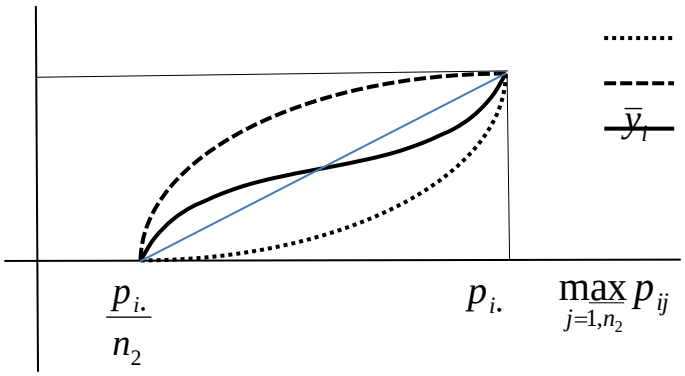
ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТУПЕНЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ, ЩО ВИМІРЮЮТЬСЯ В ШКАЛІ НАЙМЕНУВАНЬ

Безменова О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуті питання оцінювання ступеня зв'язку між параметрами, вимірюваними в шкалі найменувань. Зроблено припущення про те, що зв'язок у цьому випадку може бути оцінено ймовірністю правильного передбачення значення одного параметра за значенням іншого. У цьому випадку максимальний зв'язок між двома параметрами X_1 і X_2 буде існувати тільки у випадку, коли будь-якому значенню параметра X_1 буде відповідати одне і тільки одне значення параметра X_1. Мінімальному зв'язку буде відповідати випадок неможливості передбачення значення випадкової величини X_2 за значенням величини X_1. Виходячи з цього, зв'язок між параметрами X_1 і X_2 можна оцінювати за максимальною ймовірністю передбачення за значенням параметра X_1 значення параметра X_2, а як показник ступеня залежності X_2 від X_1 розглядати суму ймовірностей за всіма можливими значеннями. Аналогічно можна оцінити зворотний вплив X_2 на X_1.

На підставі зроблених припущень побудовано показники, орієнтовані на лінійну залежність від максимальних ймовірностей окремих значень, а також показники з еліптичною залежністю. На основі запропонованих показників сформовані коефіцієнти зв'язку, що приймають значення у інтервалі [0, 1]з досягненням значення 1 при наявності максимального зв'язку і значення 0 – при його відсутності.

Наведений нижче рисунок ілюструє залежність окремих складових y_i можливих коефіцієнтів ступеня зв'язку від максимальних ймовірностей окремих значень.



Отримано статистичні оцінки запропонованих показників ступеня зв'язку, що базуються на принципі максимальної правдоподібності.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧАЮЩИХ СИСТЕМ СВЧ ДИАПАЗОНА

Белокобыльский А.В.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков

В данной работе рассмотрены вопросы разработки и исследования программного обеспечения процесса измерения характеристик излучающих систем СВЧ диапазона. Программное обеспечение позволяет управлять антеннами (приемник и передатчик сигнала) и структурировать полученный сигнал.

В данном научном сегменте прослеживается недостаточное количество подобного ПО и его высокая стоимость. Это ПО отличается простотой и интуитивностью управления, оно является доступным что разительно выделяет его среди аналогичных программных продуктов.

В результате реализации проекта был создан простой и доступный программно-аппаратный комплекс, который представляет широкий спектр в изучении диаграмм направленности антенн СВЧ диапазона.

Программное обеспечение позволяет наглядно изучить и проанализировать данный полученные при измерении характеристик излучающих систем СВЧ диапазона, построить диаграммы направленности, а также преобразовать полученные данные для дальнейшего анализа и исследований.

Результаты работы программы могут быть использованы для оценки:

- измерения диаграмм направленности в реальном времени;
- нормировка полученных результатов;
- калибровка полученных результатов;
- усреднение результатов измерений;
- проведения дальнейших исследований излучающих систем на основе полученных данных.

Проект нуждается в дальнейшей работе в плане многочастотной передачи и приема сигнала, а так же структурирования полученных данных в виде частотной матрицы.

Литература:

1. Марков Г.Т.Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов**.** / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов.1975. – 528 с.
2. Пуловкин А.П.Основы теории антенн./А.П. Пуловкин, Ю.Н. Панасюк, А.А. Иванков.2011. – 92с.
3. Юрцев О.А./ Методическое пособие по курсу «Антенны и устройства СВЧ» для студентов специальности «Радиотехника»./ О.А. Юрцев - Минск: 1997. Элементы общей теории антенн.

ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ У ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ

Борейко Н.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для створення особистісно орієнтованої технології з фізичного виховання спочатку необхідно визначити особисті цілі, потреби та мотиви студентів технічних навчальних закладів до занять фізичного виховання. Діагностування мотивів "успіху" визначило, що на першому місці (від 83 до 85% студентів) серед усіх мотивів є мотив поліпшення здоров'я. Тому через актуальну і свідому для більшості студентів мотивацію поліпшення здоров'я викладачу необхідно саме здоров'я показати обов'язковим компонентом в моделі інженера (як обов'язкового компонента працездатності, надійності та професійного довголіття), тобто з метою сприяння професійній підготовці доцільно спочатку навчати технології покращення здоров'я.

Концепція здоров'я містить такі компоненти: ознаки самопочуття, індивідуальні симптоми норми і відхилень, розвиток систем організму, стратегії поведінки для забезпечення здоров'я. У нашому дослідженні кожному студентові пропонувалося створити особисту концепцію здоров'я, яка має складатися (виходячи із моделі культури здоров'я В.Горащука [2]) з таких структурних елементів: 1) методологічний концепт: обґрунтування системного підходу до організації власної концепції здоров'я; 2) теоретичний концепт: свідоме здобуття знань через вивчення та аналіз існуючих розробок щодо поліпшення здоров'я; 3) технологічний концепт: розробка технології здоров'я – її компоненти: етапи, мету до кожного етапу, принципи, засоби, результат до кожного етапу; 4) методичний концепт: опанування методики індивідуального використання фізичних вправ, розподілу навантаження,.

Після створення такого алгоритму студенту пропонується переходити на наступний рівень – створення технології професійного зростання засобами фізичного виховання (поряд із забезпеченням здоров'я формуються особистісні, фізичні, психічні якості майбутнього інженера).

Через залучення студента викладачем до позиції активного дослідника себе як майбутнього фахівця, який здійснює пошук шляхів самореалізації особистого потенціалу створювались гуманні стосунки.

Створення студентом особистої концепції здоров'я, індивідуальної програми фізичного виховання і дотримання змісту наведених концептів сприятиме їхньому ефективному самовихованню та забезпечить високий рівень фізичної підготовленості студентів технічних ВНЗів.

Література:

1. Борейко Н.Ю. Педагогічні умови професійно-прикладної фізичної підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. – Луганськ, 2008. – 21с.

2. Горащук В.П. Теоретичні і методологічні засади формування культури здоров'я школярів: Авореф. дис. д-ра. пед. наук: 13.00.01. – Х., 2004. – 40с.

АРХІТЕКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ ЛЕКСИКОГРАФІЧНИХ РЕСУРСІВ

Борисова Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вирішення проблеми автоматизованого формування лексикографічних ресурсів є актуальним тому що, використання спеціальних автоматичних лексикографічних ресурсів у програмах автоматизованої та автоматичної обробки природномовних текстів значно підвищує ефективність та якість такої обробки, що за умов постійного зростання кількості електронної інформації є необхідним. Крім того, лексикографічні ресурси є відображенням концептуальної моделі певної предметної області, тому що вони містять поняття, зв'язки між ними, дефініції цих понять, це надає можливість вивчати ці предметні області, відслідковувати зміни, які у них відбуваються, і т.п.

У роботі розглянуто інформаційну систему автоматизованого формування лексикографічних ресурсів, яка забезпечує задоволення інформаційних потреб користувача щодо лексикографічної обробки інформації, а також обробки інформації з вже існуючих словників предметної області. Призначення інформаційної системи реалізується через її функції: автоматизоване створення лексикографічних ресурсів різного призначення (зокрема, термінологічних словників певної предметної області, словників синонімів термінів предметної області, галузевих лексикографічних ресурвіс), видобування термінів предметної області з текстів, автоматизований збір, обробка, зберігання лексикографічної інформації, інформаційна підтримка користувачів та ін.

Для математичного забезпечення інформаційної системи розроблено моделі відношень між природномовними об'єктами різних рівнів та моделі формалізації знань, а також засоби опису інтелектуальних функцій людини. На базі цих моделей побудовано методи та алгоритми процесів, які здійснюються в інформаційній системі та складають її алгоритмічне забезпечення.

Архітектуру інформаційної системи реалізовано на основі Internet/Intranet-технології з елементами безпосередньої взаємодії в локальній мережі операційної системи Windows, вона включає різні апаратно-програмні компоненти. Функціонування розробленої інформаційної системи забезпечується програмою, яка є сукупністю програмних засобів, що реалізують середовище зберігання і обробки даних, інтерфейс доступу до даних і оболонку роботи з ними. Середовищем зберігання даних є мережева СУБД Microsoft SQL Server. Інтерфейс обміну реалізується з використанням web-сервера Apache. Оболонка роботи з даними представляє собою програму, що реалізує основні функції системи управління даними. Програма працює через web-інтерфейс. Застосування системи за представленою архітектурою забезпечує оптимальну організацію роботи користувачів з її інформаційними ресурсами.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ, НА ПРИМЕРЕ ФУТБОЛЬНОГО КЛУБА

Бочарников И.А., Орловский Д.Л.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В наше время точное и быстрое определение состояния предприятия является необходимостью для того чтобы предприятие было конкурентоспособно и успешно развивалось. В данной работе рассмотрим вопрос определения состояния предприятия на примере футбольного клуба.

Диагностика состояния футбольного клуба позволяет отнести его к одному из 4 классов состояний: критическому, кризисному, преуспевающему и успешному. Диагностика состояния футбольного клуба проводиться на основе его показателей эффективности деятельности. Такие показатели можно выделить с помощью сбалансированной системы показателей(Balanced Score Card, BSC). BSC – это система стратегического управления компанией на основе измерения и оценки ее эффективности по набору оптимально подобранных показателей, отражающих все аспекты деятельности организации, как финансовые, так и нефинансовые. Диагностика состояния футбольного клуба является сложным процессом из-за необходимости обработки огромных объёмов данных. Исходя из вышесказанного, точная и быстрая диагностика состояния футбольного клуба практически невозможна без использования специализированного программного обеспечения. Программное обеспечение будет иметь клиент-серверную архитектуру. Несомненным преимуществом клиент-серверной архитектуры является приближенность данных к процессам вычисления. Практически, все расчеты выполняются на сервере, что увеличивает быстродействие в десятки и сотни раз. Технология клиент-сервер в отличие от файл-серверной дает пользователю большую безопасность, устойчивость, согласованность, масштабируемость, повышенную конфиденциальность и надежность обработки и хранения информации.

Приложение создано с использованием высокоуровневого языка программирования PHP 5.5. Для хранения больших объемов информации о показателях эффективности деятельности и других необходимых данных используется база данных MySQL. Приложение создано с использованием Yii framework. Yii – фрэймворк, написанный на языке PHP, и реализующий парадигму MVC. Данный фрэймворк призван облегчить и ускорить разработку, также, Yii характеризуется высокой производительностью, надежностью и простотой. Yii использует паттерн проектирования MVC(Model-View-Controller), в следствии чего приложение имеет высокий уровень расширяемости. Интерфейс приложения создан с использованием языка разметки веб-документов HTML5, и языка стилей CSS3, а также с использованием языка JavaScript и его библиотеки jQuery и технологии AJAX-запросов к серверу, что позволяет изменять внешний вид страниц приложения без их перезагрузки.

ПОСТРОЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ТРАЕКТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Ворона П.И., Орловский Д.Л.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одним из возможных средств планирования и анализа деятельности предприятия является построение его траектории развития. Процедура выявления проблемных ситуаций (т.е. существенных отклонений фактического режима работы от запланированного) состоит из ряда этапов и заключается в построении плановых и фактических траекторий характеристик предприятия и их анализа. Раннее обнаружение проблемных ситуаций заключается в построении прогнозных траекторий характеристик предприятия, а также траекторий допустимых отклонений [1].

При построении траектории деятельности предприятия возникает потребность сбора и анализа первичной информации. Существует множество различных подходов, позволяющих решить эту задачу. Одним из возможных является применение сбалансированной системы показателей (BSC – Balanced Scorecard). Задача сбалансированной системы показателей состоит в том, чтобы трансформировать миссию предприятия в конкретные, вполне осязаемые задачи и показатели. Эти показатели представляют собой баланс между внешними и внутренними характеристиками наиболее значимых бизнес-процессов, инноваций, обучения и роста. Это равновесие между показателями результатов прошлой деятельности и будущего роста [2].

Цели и показатели данной системы формируются в зависимости от мировоззрения и стратегии каждого конкретного предприятия и рассматривают его деятельность по четырем критериям: финансовому, взаимоотношения с клиентами, внутренним бизнес-процессом, а также обучению и развитию персонала. Процесс сбора и обновления данных должен осуществляться на регулярной основе. Собранные данные должны быть достоверными и отражать текущую ситуацию деятельности предприятия. Регулярность обновления данных должна определяться потребностью в них со стороны органов стратегического и оперативного управления. Для разных показателей период их обновления может быть различным. Источником данных могут служить различные виды отчетности предприятия: финансовая, производственная и т.д. На основании документации определяется множество показателей, которые можно получить как непосредственно из отчетных документов, так и в результате обработки таких документов.

Литература:

1. Лепа Р.Н. Ситуационный механизм подготовки и принятия управленческих решений на предприятии: методология, модели и методы: Монография. – Донецк: ООО «Юго-Восток, ЛТД», 2006.

2. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию: 2-е изд., пер. с англ. – М.: Олимп–Бизнес,2003.

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ ДИСТРИБЬЮЦИИ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ УКРАИНЫ

Годлевский И.М., Шевченко К.С., Евлахова Д.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время одной из важнейших задач для Украины, взамен спонтанному волонтерскому движению, является формирование логистической сети дистрибьюции материального обеспечения вооруженных сил (ВС) Украины, которая должна быть создана под руководством Министерства обороны (МО). Правильно построенная логистическая система обеспечивает качество решения проблемы за счет: сокращения товарных запасов, снижения себестоимости продукции, рационального использования транспортных мощностей, обеспечения отдельных подразделений ВС логистическим сервисом. Формирование организационной структуры управления логистикой дистрибьюции материального обеспечения ВС МО Украины осуществляется в рамках Референтной модели операций в цепях поставок (Supply Chain Operations Reference Model, SCOR-model).

Основой для синтеза организационной структуры управления является задача конфигурирования логистической сети (КЛС), в результате решения которой определяются потоки готовой продукции от поставщиков до потребителей, которыми являются подразделения ВС МО Украины. При КЛС определяются характеристики, количество и местоположение складов МО Украины на национальном и региональном уровнях.

Далее решаются следующие задачи:1) формирование участников сети цепочек поставок; 2) формирование центров влияния (координации цепи) и анализ связей в цепочках поставок; 3) синтез иерархической организационной структуры управления; 4) формирование локальных задач и задач координации; 5) оптимизация логистической системы на основе межорганизационной и межфункциональной координации; 6) принятие решения по выбору структуры и системы организационного управления логистикой дистрибуции.

Авторами разработана информационная технология решения первой задачи, которая состоит из двух подзадач: а) выбор стратегий ведения бизнеса для отдельных бизнес-процессов; б) выбор конкретных исполнителей ведения бизнеса. В качестве альтернативных вариантов ведения бизнеса используются: функциональные подразделения МО Украины, 3PL-провайдеры (Third Party Logistics Provider), 4PL-провайдеры, которые являются системными интеграторами и LLP-провайдеры (Lead Logistics Provider).

Дальнейшие исследования авторов посвящены разработке моделей и методов межорганизационной и межфункциональной координации двухуровневых систем, которые используются при синтезе многоуровневых иерархических организационных систем управления.

КОНФИГУРИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СЕТИ ДИСТРИБЬЮЦИИ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ УКРАИНЫ

Годлевский И.М., Пинаева А.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В современных условиях развития Украины одной из наиболее актуальных проблем является усиление обороноспособности страны, которое невозможно без построения современной логистической сети (ЛС) дистрибьюции материального обеспечения вооруженных сил. Материальными потоками готовой продукции (ГП) могут быть: обмундировние, лекарства, продукты питания, горюче-смазочные материалы и т.д.

В работе рассматривается задача конфигурирования ЛС как один из этапов проектирования цепей поставок на основе Референтной модели операций в цепях поставок (Supply Chain Operations Reference model, SCOR-mod). SCOR – модель разработана международной организацией – Советом по цепям поставок и на сегодняшний день признается в качестве международного межотраслевого стандарта при планировании и управлении цепями поставок. Она относится к классу процессно-ориентированных моделей. Идеология SCOR-модели заключается в сочетании принципа неразрывности товарного и информационного потоков одновременно с функциональной интеграцией.

Задача конфигурирования логистической сети (КЛС) рассматривается для двух типов звеньев: транспортировка ГП и хранение ГП и предоставляет каркас для реализации логистических операций. Рассматривается ЛС с заданным количеством уровней горизонтальной структуры. На нулевом уровне находятся поставщики ГП, предприятия которые географически разнесены на большой территории. Консолидация ГП проводится на уровне национальных складов Министерства обороны (МО) Украины. Далее осуществляется транспортировка ГП на разукрупняющие склады МО регионального уровня, с которых продукция поставляется на уровень локальных складов отдельных подразделений вооруженных сил Украины, которые являются потребителями продукции. В качестве критериев решения задачи КЛС выступают суммарные затраты на хранение и транспортировку ГП, а также уровень сервиса (доступность и функциональность). Решение двухкритериальной задачи осуществляется на основе метода уступок. На первом этапе решается задача минимизации общих логистических издержек и определяется пороговый уровень сервиса на основе показателей: норма насыщения спроса и длительность выполнения заказов потребителей. Далее делается уступка по общим логистическим издержкам и определяется возможный рост сервисного обслуживания потребителей. В качестве управляющих воздействий используются различные модификации: складской сети, функционального цикла, политики страховых запасов.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Гонтарь Ю.Н., Кустов А.А., Баранова Ю.Н., Чередниченко О.Ю.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Накопленные объемы информации и постоянно увеличивающиеся темпы ее роста определяют актуальность и значимость исследований в области информационного поиска. Развитие сетевых технологий, в том числе и Интернет, способствуют значительному увеличению доступных информационных ресурсов и объемов передаваемой информации. Как правило, это разнородная, динамическая, слабо структурированная и избыточная информация.

Во многом поиск определяется слабо формализуемыми и нечеткими условиями, в значительной степени зависящими от опыта и предпочтений человека. Далеко не всегда пользователь информационно-поисковой системы может четко и однозначно сформулировать именно тот набор ключевых слов, который и приведет его к искомому результату. Представленные на сегодняшний день в большинстве популярных поисковых систем способы организации полнотекстового поиска и методы анализа документов не учитывают в достаточной мере человеческий фактор. Все это обуславливает актуальность и значимость исследований, направленных на решение проблемы адекватного отображения информационных потребностей пользователей.

Одним из вариантов решения этой проблемы является поиск документов по образцу, когда человек задает некоторый документ в качестве образца, а система, реализующая данный вариант поиска подбирает документы подобные заданному (подобные по содержанию, тематике). Анализ существующих исследований, посвященных решению задач поиска документов по образцу, выявил отсутствие достаточно проработанной теории и практики решения задач тематического анализа неструктурированной, естественно-языковой текстовой информации произвольного содержания.

В работе предлагается модель структурного представления текста в виде ориентированного мультиграфа, а также рассматриваются вопросы анализа такой модели применительно к решению задач поиска документов по образцу. Реализовать поиск документов по образцу предлагается на основе решения двух основных задач: 1. Выделение тематики документа, которая отражает содержание документа через множество ключевых слов, находящихся в некоторой зависимости друг от друга. 2. Вычисление тематической близости документов, что дает возможность проранжировать документы по степени значимости.

Разработка моделей тематического обобщения набора документов и оценки тематической близости документов является предметом дальнейших исследований.

ОЦЕНКА РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДИСКРЕТНЫХ РЕКУРСИВНЫХ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

Зотов В.Г.

Национальный аэрокосмический университет им.Н.Е. Жуковского, г. Харьков

В работе рассматриваются вопросы робастной устойчивости дискретных рекурсивных корректирующих фильтров (ДРКФ) минимального порядка при действии ограниченных внутренних возмущений в ЦВМ. При реализации ДРКФ на ЦВМ предусмотрены различные методы устранения или минимизации ошибок квантования сигнала и коэффициентов. К ним относятся различные схемные решения, масштабирования и др. [1]. Однако при изменении эксплуатационных характеристик ЦВМ эти методы будут иметь погрешности, что может привести к неустойчивости ДРКФ. При этом априори известно, что ДРКФ собственно устойчивы и обеспечивают устойчивость замкнутой скорректированной сложной динамической системы.

Для сохранения собственной устойчивости ДРКФ, необходима устойчивость семейства его характеристических полиномов, образуемых при разбросе значений коэффициентов ДРКФ. Теорема Харитонова [2] и ее дискретные аналоги для дискретных систем не работают. В работе используется частотный критерий робастной модальности Цыпкина Я.З. – Поляка Б.Т. [3], согласно которому об устойчивости семейства дискретных характеристических полиномов можно судить по одной кривой модифицированного годографа.

Возмущение коэффициентов номинального характеристического полинома ДРКФ представлено в виде системы неравенств с неотрицательными весами для коэффициентов и амплитудой интервалов неопределенности в соответствии с [4]. Анализ результатов исследования показывает, что модифицированные годографы ДРКФ, отвечают требованиям критерия робастной модальности. Предложенная методика оценки ДРКФ может быть эффективно использована при проектировании дискретных систем управления.

Литература:

1. Айчифер Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический подход [Текст]: 2-е издание, пер. с англ. /Э.С. Айчифер, Б.У. Джервис. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2008. – 992 с.

2. Харитонов В.Л. Асимптотическая устойчивость семейства систем линейных дифференциальных уравнений [Текст] / В.Л. Харитонов //Дифференциальные уравнения. – 1978. – Т.14, № 11. – С. 2008-2086 .

3. Цыпкин Я. З. Частотный критерий робастной модальности линейных дискретных систем [Текст] /Я.З. Цыпкин , Б.Т. Поляк // Автоматика и телемеханика. – 1990. - № 4. – С. 3-9.

4. Vicino A. Some results on robust Stability of discrete-time systems [Текст] / A. Vicino // IEEE Automat. Contr. - 1988. – vol. AC-33.№ 9. – pp. 844-867.

BPM-СИСТЕМЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-СТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Копп А.М., Орловский Д.Л.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

BPM-системы (Business Process Management) – это класс программных продуктов, которые помогают управлять бизнес-процессами предприятия [1].

Основное назначение BPM-систем связано с повышением эффективности работы предприятия, снижением затрат на выпуск продукции или предоставление услуг и улучшением системы управления.

Среди информационных систем, обеспечивающих автоматизацию и управление бизнес-процессами, BPM-системы находятся на стыке трех классов корпоративного программного обеспечения (рис. 1) [1].

1 ECM-системы (Enterprise content management), которые обеспечивают управление цифровыми документами и другими типами контента, а также их хранение, обработку и доставку в рамках организации.

2 Системы управления ресурсами, такие как ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), которые позволяют управлять и контролировать материальные и человеческие ресурсы. Эти системы автоматизируют управление ресурсами.

3 CASE-средства (Computer-Aided Software/System Engineering), такие как ARIS, BPWin, ERWin, Rational Rose, которые позволяют моделировать и проводить анализ процессов организации. Эти системы автоматизируют моделирование и создание процессов.

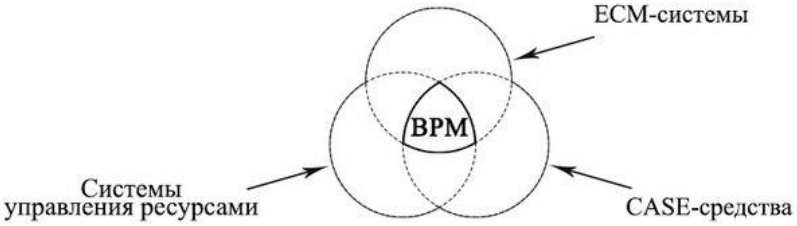


Рис. 1. Классы корпоративного программного обеспечения

Бизнес-структуру предприятия образует связанное множество бизнес-процессов, конечной целью которого является выпуск продукции. Совершенствование бизнес-процессов является важной составляющей любого предприятия, поскольку это позволяет ему оставаться конкурентоспособным, а также помогает повышать уровень обслуживания клиентов.

За счет применения BPM-систем появляется возможность определять бизнес-процессы предприятия, представлять их графические схемы, выполнять управление, анализ и дальнейшее совершенствование [1].

Литература:

1 BPM-системы [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу: http://www.kpms.ru/General_info/BPM_System.htm.

ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ КНИГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ У БІБЛІОТЕЦІ ВНЗ

Кочуєва З.А.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Якісне формування та раціональне використання фонду навчальної літератури є найважливішим завданням бібліотеки будь-якого ВНЗ. Комплектування фонду бібліотеки ВНЗ здійснюється відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України. У роботі запропоновано вирішення актуальної при стратегічному управлінні навчальним процесом задачі комплектування фонду бібліотеки ВНЗ на основі аналізу книгозабезпеченості дисциплін навчального плану певної спеціальності. Для цього було розроблено відповідну програмну систему, яку було протестовано у відділі автоматизації Науково-технічної бібліотеки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Робота з програмною системою та розрахунки проводилися на прикладі спеціальності «Прикладна лінгвістика», підготовку фахівців за якою здійснює кафедра інтелектуальних комп'ютерних систем факультету інформатики і управління НТУ «ХПІ».

Система має дружній інтерфейс. Працювати з нею можна через пункти головного меню «Навчальний процес», «Фонд навчальної літератури», «Книгозабезпеченість». Обравши пункт головного меню, користувач може ввести або скорегувати дані, переглянути звіти або результати розрахунків. Вихідною інформацією для роботи програмної системи є: структура та зміст навчального плану спеціальності «Прикладна лінгвістика»; відомості щодо інформаційного забезпечення дисциплін спеціальності; дані з фонду Науково-технічної бібліотеки НТУ «ХПІ» щодо видань, які використовуються у навчальному процесі вказаної спеціальності. Розроблена програмна система підтримує функцію імпорту даних щодо фонду навчальної літератури з текстового файлу, що генерується автоматизованою інформаційно-бібліотечною системою «ИРБИС», яка використовується у науково-технічній бібліотеці НТУ «ХПІ». У програмній системі реалізовано можливість одночасного доступу до неї великої кількості користувачів, а також контроль доступу користувачів в залежності від категорії користувача (адміністратор системи, бібліотекар, співробітник кафедри або деканату і т.п.). У результаті роботи програмної системи можна отримати дані щодо книгозабезпеченості за окремою дисципліною, за циклами дисциплін навчального плану, за спеціальністю в цілому.

Таким чином, використання розробленої програмної системи надає співробітникам відділів автоматизації та комплектування бібліотеки ВНЗ можливість прийняття управлінських рішень щодо комплектування фонду бібліотеки, а також оптимізації розподілу фінансування, що в умовах недостатнього зовнішнього фінансування й відповідно обмежених можливостей придбання навчальної літератури є надзвичайно актуальним.

АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВ RGB , HSB , LAB , LUV ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОИСКА ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Кравчук А.В., Яковлева Е.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Данная работа была посвящена сравнению цветовых пространств RGB, XYZ, HSB, Luv, Lab с целью выявления наиболее подходящего для использования при анализе цветных изображений. Актуальность данного исследования объясняется тем, что выбор цветового пространства оказывает существенное влияние на результат решения таких задач, как распознавание, сегментация, поиск изображений и т.д., где признаки, описывающие изображения, вычисляются на основе одного из цветовых пространств. Использование такого цветового пространства, которое наилучшим образом поддерживает соответствие между цветовым восприятием человека искажений и возможностью количественного измерения данных искажений, позволит существенно повысить качество алгоритмов поиска цветных изображений.

По принципу действия цветовые модели можно условно разделить на три класса: аддитивные (RGB), основанные на сложении цветов; субтрактивные (CMY, CMYK), основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез); перцепционные (HSB, HLS, LAB, Luv, YCC), базирующиеся на восприятии. Цветовая модель RGB является наиболее распространенной, она используется при отображении картинки на экране, но при этом является аппаратнозависимой. Как и XYZ, цветовая модель RGB является перцептивно (визуально) неравномерной и не достаточно точно отображает настоящий цвет изображения, также обладает коррелированностью цветовых каналов, это значит, что при увеличении яркости одного канала, другие уменьшают ее. Поэтому она не может эффективно использоваться для вычисления цветовых расстояний. Цветовые модели Lab и HSB более точно воспроизводят цвет с точки зрения восприятия человеческим глазом.

Особенное внимание уделялось цветовой модели Luv, так как она является перцептивно равномерной и позволяет определить различие цветов для человека с «усредненным» зрением. Не смотря на то, что цветовой охват у этой модели гораздо ниже чем у RGB, это не является недостатком при решении многих задач анализа изображений. Цветовое пространство Luv – непрерывное однородное преобразование пространства XYZ. Основное преимущество этого цветового пространства состоит в том, что оно учитывает восприятие цветов человеком и различие между цветами определяется очень простой формулой евклидового расстояния.

В результате экспериментов для дальнейшего использования в решениях задач поиска изображений было выбрано пространство Luv, т.к. именно оно показало наилучшие соответствие между цветовым восприятием человека искажений и возможностью количественного измерения данных искажений. В дальнейших исследованиях планируется кроме евклидового расстояния исследовать другие формулы цветовых различий, например, CIEDE2000.

ВАНИЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ В МОДЕЛИ РЫНКА ГАЗА, ГЕНЕРИРУЮЩЕГО УЛЫБКУ ВОЛАТИЛЬНОСИ

Куликов А.В., Куценко А.С., Малых Н.О.
Московский физико-технический институт (государственный университет), г. Москва
Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

Волатильность, которую можно получить из формулы Блэка-Шоулза-Мертона (1973), подставив в нее рыночные цены ванильных опционов, изменяется в зависимости от срока погашения и размера страйка.
Характерную форму получающейся поверхности волатильности принято называть улыбкой волатильности. Улыбка отражает отклонения реалий рынка от допущений, лежащих в основе модели Блэка-Шоулза-Мертона. Цены экзотических опционов – в частности, таковым является свинг контракт – чувствительны по отношению к процессу, лежащему в основе динамики изменения поверхности улыбки. Поэтому возникает вопрос о построении процесса, изображающего динамику рынка и воспроизводящего улыбку волатильности для ванильных опционов.

На практике стохастическая волатильность редко используется сама по себе. Основная причина заключается в том, что чистая стохастическая модель волатильности генерирует улыбку вне зависимости от начального уровня цены спот. Локальная же волатильность, наоборот, явно зависит от цены спот в каждый момент времени (и ее начального значения). Действительность располагается где-то между ними. Впервые такая модель была предложена Jet et al. [1]: было предложено использовать модель Хестона с поправкой на локальную волатильность, описываемую мультипликативным процессом, зависящим от состояния.

В нашей работе взята предложенная модель локальной стохастической волатильности для описания рынка природного газа и осуществляется поиск аналитического решения задачи нахождения цены ванильного опциона.

Литература:

1. *Jex, M., Henderson, R., Wang, D.* Pricing Exotics under the Smile. – RISK. – 1999, November. – pp. 72–75.

ПОСТРОЕНИЕ ШКАЛ СОСТАВНЫХ КРИТЕРИЕВ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лютенко И.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Качество образования является сложным многоаспектным неоднородным объектом, во многом зависящим от уровня ресурсного обеспечения. В свою очередь, оценка ресурсного обеспечения должна учитывать многомерность, разнородность размерности, интервалов возможных значений, шкал измерений его различных характеристик.

Процедура решения задачи многокритериального оценивания включает несколько этапов. Вначале возможно проведение снижения размерности признакового пространства путем построения иерархической системы составных критериев. Далее последовательно формируются шкалы всех составных критериев. Процедура агрегирования показателей носит последовательный характер, т.е. полученные группы критериев объединяются поочередно в новые группы следующего уровня иерархии и так далее вплоть до единственного интегрального критерия самого верхнего уровня, если это необходимо. ЛПР определяет также смысловое содержание критериев и градаций шкал оценок. Схема решения задачи многокритериального оценивания состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Сформировать множество исходных показателей (признаков).

Шаг 2. Сформировать порядковые шкалы исходных показателей в зависимости от типа задачи.

Шаг 3. Сформировать множество составных критериев т.е. интегральных показателей, которые агрегируют исходные характеристики.

Шаг 4. Сформировать порядковые шкалы составных критериев. Каждая градация шкалы составного критерия является комбинацией градаций оценок исходных показателей.

Шаг 5. Выбрать способ построения шкал составных критериев (агрегирования показателей). Построить шкалы составных критериев всех иерархических уровней, включая верхний уровень.

Шаг 6. Решить задачу. Если получен удовлетворительный результат решения, то алгоритм завершает работу, иначе переход к шагу 7.

Шаг 7. Если результат, полученный на шаге 6, не удовлетворяет ЛПР, то предлагается либо изменить способ построения шкалы составного критерия (переход к шагу 5), либо изменить градации шкалы составного критерия (переход к шагу 4), либо сформировать новое множество составных критериев (переход к шагу 3).

Таким образом, предложенный подход позволяет проводить оценивание сложных многоаспектных объектов гетерогенной природы, уменьшая размерность пространства признаков, агрегируя информацию, но не снижая ценности получаемой информации для принятия решений.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА «WEB SHOP» В РАМКАХ БИЛЛИНГОВОГО ПРОЕКТА «VC BILLING NEW» НА ОСНОВЕ ПОДХОДА DOMAIN DRIVEN DESIGN

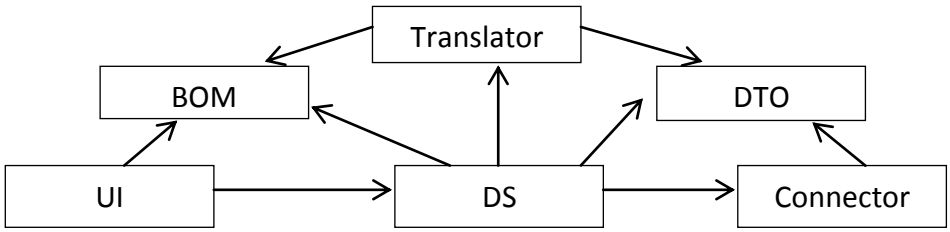
Максименко Е.М., Яковлева Е.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Проект «VCBillingNew» представляет собой разработку ПО для биллинговых систем. Веб-сервис «WebShop» является частью данного проекта, который должен обеспечивать функциональность рабочего места оператора при обработке заказов на покупку оборудования от абонентов системы. Оператор имеет возможность контролировать жизненный цикл заявки, а так же формировать необходимые статистические отчеты.

При разработке данной системы использовался подход Domain Driven Design (DDD). DDD - это способ проектирования, который фокусируется, прежде всего, на предметной области, на объектах реального мира, их поведении и взаимодействии, то есть фокусируется на модели и бизнес-логике, а не на структуре данных. При таком подходе создаются модели предметных областей, в которые входит сложная бизнес-логика, устраняющая промежуток между реальными условиями бизнеса и кодом.

Для оценки доработки нового функционала в рамках методологии DDD, используется пирамида, показанная на рисунке 1.



BOM – бизнес-объекты системы;

DTO – модель представления таблицы базы данных;

Translator – класс, реализующий перевод BOM в DTO и обратно;

Domain Service (DS) – реализация бизнес – методов (оперирует BOM);

Connector – реализация методов работы с базой данных;

UI – реализация графического интерфейса.

Рис.1 – Пирамида DDD

При таком подходе, проектирование системы осуществлялось в три основных этапа:

1. Создание BOM/DS – обсуждается совместно с бизнес-аналитиком;
2. Расписание BOM, создание DS с mock-данными, создание UI.
3. BackEnd – работа с базой данных.

Таким образом, при смене метода хранения данных, изменению подвергнется только часть BackEnd, при этом модули BOM/DS/UI останутся без изменений. То есть, данные изменения никак не заденут ранее согласованный с заказчиком UI и реализованные бизнес требования.

ВОПРОСЫ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ТИПОВЫХ ЭМИССИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕНТГЕНОВСКИХ ТРУБОК

Малахова М.О., Рева С.Н., Стервоедов Н.Г.
Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков

Изменение экспозиционной дозы рентгеновского снимка в медицинских диагностических аппаратах может осуществляться регулированием тока, протекающего через рентгеновскую трубку (анодный ток трубки). Зависимость анодного тока от тока накала представляется в виде эмиссионных характеристик трубки [1].

Эмиссионные характеристики, как правило, приводятся в паспорте на рентгеновскую трубку. Они являются усредненными для данного типа трубки, определяют общую тенденцию функциональных зависимостей, но применительно к конкретному образцу рентгеновской трубки могут рассматриваться с учетом достаточно больших погрешностей. Отклонение индивидуальных характеристик от типовых обуславливается наличием индивидуальных конструктивных особенностей, состоянием вакуума внутри прибора, качеством поверхности катода и другими факторами. Эмиссионные характеристики катода меняются также в процессе эксплуатации трубки.

Однако процесс построения семейства эмиссионных характеристик, необходимых для обеспечения точности установки анодного тока для каждого экземпляра рентгеновских трубок, является достаточно трудоемким. Поэтому зачастую, на практике, вместо индивидуальных эмиссионных характеристик конкретного экземпляра рентгеновской трубки, применяются типовые (обобщенные) характеристики. Подобное упрощение приводит к искажению экспозиционной дозы, что негативно сказывается на качестве рентгеновского снимка, а зачастую к неоправданному завышению степени воздействия рентгеновского облучения на пациента.

В связи с выше сказанным особую актуальность приобретает разработка методов адаптация типовых (обобщенных) характеристик под конкретный экземпляр рентгеновской трубки.

Рассматриваемый в работе метод индивидуализации эмиссионных характеристик позволяет на основании экспериментальных данных, полученных в результате проведения нескольких контрольных экспозиций, выполнить преобразование типовых эмиссионных характеристик к виду, удовлетворяющему техническим требованиям к точности установки параметров [2].

Литература:

1. ГОСТ 26140-84, Аппараты рентгеновские медицинские. Общие технические условия. М.: Госстандарт СССР, 1984.

2. М.О. Малахова, А. И. Перминов, С.Н. Рева. Метод адаптации эмиссионных характеристик рентгеновской трубки к экспериментальным данным. //Вісник Харківського національного університету. Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління» – №890, випуск 13, – 2010, с.165-177.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Манжула Е.В., Голоскоков О.Е
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Состояние финансов предприятия оказывает значительное влияние на формирование общегосударственных и региональных денежных фондов. Чем устойчивее финансовое положение предприятий, тем обеспеченнее государство и его структуры, более полно удовлетворяются социальные и другие нужды общества.

Для эффективного функционирования организации нужно своевременно определять ее финансовое состояние, производить оценку его ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости и поиск путей повышения и укрепления финансовой стабильности.

Целью работы является исследование проблемы диагностики финансового состояния предприятия, проведение обзора методов и подходов к решению поставленной задачи, постановка задачи, разработка обеспечения системы диагностирования финансового состояния предприятия.

Анализ финансового состояния разделяют на внешний и внутренний.

Внешний анализ осуществляется инвесторами, поставщиками материальных и финансовых ресурсов, контролирующими органами на основе публикуемой отчетности. Внешний анализ предполагает использование стандартизированных методик, как правило, используется ограниченное количество базовых показателей. Основной акцент делается на сравнительные методы, так как пользователи внешнего финансового анализа чаще всего находятся в состоянии выбора.

Внутренний анализ проводится службами предприятия, его результаты используются для планирования, контроля и прогнозирования финансового состояния предприятия. Его цель – обеспечить планомерное поступление денежных средств и разместить собственные и заемные средства таким образом, чтобы получить максимальную прибыль и исключить банкротство.

Показатели анализа, распределяются по следующим группам: показатели ликвидности, показатели финансовой устойчивости, показатели деловой активности, показатели рентабельности.

Выбрано два подход, с помощью которых будет решаться поставленная задача: подход классической теории распознавания образов (алгоритм Хо-Кашьяпа используется для разделения классов), нейросетевая технология (алгоритм обратного распространения ошибки с помощью которого происходит обучение нейронной сети).

В ходе проведенных исследований был проведен анализ проблемы диагностики финансового состояния предприятия, обзор источников по финансовому анализу и диагностированию. Финансовое состояние предприятия было отнесено к одному из предложенных классов, что является необходимым для разработки планов и прогнозов финансового оздоровления предприятий.

РОЗПІЗНАВАННЯ СТАНУ КЛІЄНТА ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА КЛІЄНТООРІЄНТОВАНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Машейко Г.О., Орловський Д.Л.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах основою стратегії успішного існування і подальшого розвитку підприємств на ринку стає ефективне управління взаємовідносинами з клієнтами, тобто застосування CRM – стратегії. CRM (Customers Relationship Management - управління взаємовідносинами з клієнтами) - це клієнтоорієнтована стратегія, ґрунтована на застосуванні передових управлінських і інформаційних технологій, за допомогою яких компанія вибудовує взаємовигідні стосунки зі своїми клієнтами [1]. Орієнтація підприємств на удосконалення відносин з клієнтами обумовлена рядом тенденцій, зокрема посиленням конкуренції, підвищенням вимог покупців до якості пропонованих продуктів і рівня сервісу, зниженням ефективності традиційних маркетингових засобів, а також появою нових технологій взаємодії з клієнтами і функціонування підрозділів підприємства.

Слід позначити, що в сучасних умовах виникає багато різних ситуацій при взаємодії з клієнтами. Вони вимагають опису, узагальнення і накопичення досвіду, пов’язаного з цими ситуаціями. Ситуаційне управління дозволяє здолати труднощі управління слабоструктурованими об'єктами шляхом використання професійного досвіду і знань, накопичених в конкретній проблемній області [2]. Це передбачає необхідність швидкого діагностування стану клієнтів з метою підтримки вироблення адекватних управлінських рішень. Для цього використовуються методи ситуаційного менеджменту, елементом якого є діагностування. Щоб діагностувати стан клієнта треба його спочатку розпізнати, для вирішення цієї задачі пропонується реалізувати блоки класифікатора та корелятора, загальновідомої схеми ситуаційного управління, яка складається з аналізатора, класифікатора, корелятора, блоку випадкового вибору та екстраполятора. Класифікатор відносить поточну ситуацію до одного або декількох класів, яким відповідають рішення. Ця інформація передається в корелятор, в якому зберігаються усі логіко-трансформаційні правила (ЛТП). Корелятор визначає те ЛТП, яке має бути використане і видає рішення про дію на об'єкт. При правильному розпізнаванні та встановленні стану клієнта приймається найбільш ефективні управлінські рішення, які допоможуть зберегти проблемного клієнта і зміцнити співпрацю з іншими клієнтами.

Література:

1. Кудинов А. CRM: Практика эффективного бизнеса. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2012. – 463 с.
2. Гюльмамедов Р. Г. Метод построения стратегии в системах ситуационного управления / Р. Г. Гюльмамедов // Информационно-управляющие системы. — 2011. — № 6. — С. 36 — 39.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯЦИЙ В ТЕКСТАХ

Петрасова С.В., Хайрова Н.Ф.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассматривается задача идентификации семантических корреляций в текстах для представления отношений между партиципантами предложений в виде семантической сети.

Для выявления смысла в текстах предлагается моделирование когнитивной деятельности человека, основанное на использование семантико-синтаксических средств анализа текстов. При этом переход от отдельных слов к семантически близким коллокациям позволяет учитывать семантическую эквивалентность и многозначность единиц языка.

При автоматическом определении неявно выраженных в естественно-языковых конструкциях семантических корреляций эквивалентности и толерантности между партиципантами предложений, относящимися к одной и той же семантической роли, предлагается использовать метод компонентного анализа [1], основанный на использовании знаний глоссария.

В предлагаемой логико-лингвистической модели связывается семантическая и синтаксическая информация. Для формализации семантически близких коллокаций используются семантико-грамматические падежи, определяемые отношением множеств категорий с помощью аппарата алгебры предикатов [2].

С точки зрения семантического анализа синтаксическая структура предложения – это конструкция, состоящая из явных признаков, с помощью которых можно осуществлять глобальное управление. Поэтому для автоматической обработки смысла формально определяем семантический падеж через синтаксическую структуру предложения.

В результате анализа семантико-синтаксических связей коллокаций текста, содержащих семантически близкие концепты с одним и тем же актантным значением, идентифицируем семантические корреляции, а также унифицируем формальное представление предложений близких по смыслу.

Описанная в работе логико-лингвистическая модель предназначена для улучшения эффективности семантической обработки текстов.

Литература:

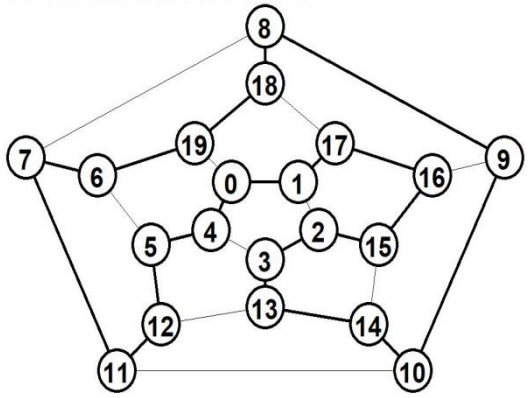
1. Кобозева И. М. Лингвистическая семантика: Учебное пособие / И. М. Кобозева. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 352 с.

2. Бондаренко М. Ф. Теория интеллекта: учебник / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко. – Харьков : Комп. СМИТ, 2007. – 576 с.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПОИСКА ГАМИЛЬТОНОВА ЦИКЛА НА ГРАФЕ

Прокопенков В.Ф.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Из википедии известно, что термин гамильтонов цикл введён в честь ирландского математика У. Гамильтона, который впервые исследовал задачу «кругосветного путешествия» по додекаэдру. В этой задаче вершины символизировали известные города, а рёбра – соединяющие города дороги. Путешественник должен проехать «вокруг света» по пути, который проходит через все вершины, но посетив их только по одному разу. В дискретной математике эта задача формулируется как задача поиска гамильтонова цикла на графе. Решение этой задачи по-прежнему является актуальной. Для постановки задачи в оптимальном виде сложность её решения оценивается как $(n-1)!$, именно столько в общем случае нужно перебрать вариантов, чтобы выбрать наилучший маршрут. Считается, что в оптимальной постановке эта задача не имеет алгоритмов решения полиномиальной сложности. Но существуют полиномиальные алгоритмы, находящие приближённые решения к оптимальному решению.



Для решения этой задачи автором был разработан эвристический алгоритм полиномиальной сложности, эксплуатирующий параллельную архитектуру современных ПЭВМ. Алгоритм был протестирован на полном и неполном графах, сгенерированных программным способом. Для классического теста – додекаэдра (координаты вершин которого на плоскости указаны в табл.) на ПЭВМ с процессором Intel®Core™i3-3240 CPU@3.40GHz разработанный алгоритм нашёл указанные ниже решения за 0,03248519 минуты:

Вершина		
№	*Координаты*	
	x	*y*
0	*694*	*945*
1	*905*	*945*
2	*971*	*744*
3	*800*	*620*
4	*628*	*744*
5	*438*	*682*
6	*267*	*973*
7	*39*	*1047*
8	*800*	*1600*
9	*1560*	*1047*
10	*1270*	*152*
11	*329*	*152*
12	*470*	*346*
13	*800*	*420*
14	*1129*	*346*
15	*1161*	*682*
16	*1332*	*973*
17	*1023*	*1107*
18	*800*	*1360*
19	*576*	*1107*

<0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,0> (8178);
<3,2,1,17,18,8,7,6,19,0,4,5,12,11,10,9,16,15,14,13,3> (7231);
<3,4,0,19,6,5,12,11,7,8,18,17,1,2,15,16,9,10,14,13,3> (7231);
<5,4,0,1,17,16,15,2,3,13,14,10,9,8,18,19,6,7,11,12,5> (7227).

Лучшее решение отображено на рисунке жирной линией и имеет длину 7227 пикселей. Необходимо отметить, что для полного графа разработанный алгоритм всегда находит оптимальное решение (подтверждено практически). Доказательство такого свойства для неполного графа требуется. Оценка сложности разработанного алгоритма сделана приближённо и предварительно оценивается полиномом порядка 4.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ БЕЗУСЛОВНОЙ, УСЛОВНОЙ, ГЛОБАЛЬНОЙ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

СЕВРИН В.П., НИКУЛИНА Е.Н., ЛЮТЕНКО Д.А.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Численные методы оптимизации представляют мощные инструменты разработки оптимальных систем. Создание компьютерной лаборатории для исследования и развития методов безусловной, условной, глобальной и многокритериальной оптимизации является актуальной проблемой. В системе MATLAB авторами создана лаборатория методов оптимизации OPTLAB, которая используется для изучения методов и при решении практических задач. С помощью этой лаборатории разработаны программы множества методов оптимизации и решены многие задачи оптимизации реальных систем.

Цель доклада состоит в представлении развития лаборатории методов безусловной, условной, глобальной и многокритериальной оптимизации.

Лаборатория OPTLAB построена по модульному принципу, где каждый модуль выполняет определенные функции для решения задач оптимизации, применены принципы максимальной простоты и надежности, а также исключения дублирования программного кода. Для уменьшения количества формальных параметров подпрограмм, повышения надежности и упрощения согласования работы комплекса программ применены глобальные структуры данных – OPTIONS и STATE, которые согласуют взаимодействие всех подпрограмм с минимальным объемом программного кода и определяют структуру самой лаборатории. Введены функции для табличного и графического представления процесса оптимизации. Реализованы многие методы одномерной, многомерной безусловной, условной и многокритериальной оптимизации. Для глобальной оптимизации систем разработаны подпрограммы методов глобального поиска и генетических алгоритмов. Создан набор тестовых функций для методов оптимизации.

Важной особенностью лаборатории является то, что исходные функции задач оптимизации вызываются с помощью различных вспомогательных подпрограмм, которые реализуют связь подпрограмм методов оптимизации с конкретной оптимизационной задачей, вычисляют значения целевой функции, устанавливают счетчик числа вычислений функции, вызывают подпрограммы проверки критериев выхода. Проверка критериев выхода выполняется при каждом вычислении целевой функции, что позволяет определить эффективность методов оптимизации. Предусмотрена возможность сохранения данных процесса оптимизации с последующей возможностью представлять эти данные в табличном и графическом видах, а также для дальнейшего продолжения процесса оптимизации, ранее прерванного из-за ограниченности времени счета. Реализованы функции для графического представления переходных процессов в динамических системах.

СЕМАНТИЧНА ІНТЕГРАЦІЯ КОРПОРАТИВНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЛОБАЛЬНИХ WEB-РЕСУРСІВ

Ткачук М.В., Сокол В.Є., Сокол В.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут », м. Харків
«Академія Смарт», ТОВ, м. Харків

Задачі інтеграції ресурсів даних виникає у разі впровадження у вже існуючу корпоративну ІТ-інфраструктуру деякої нової системи, зокрема, системи управління ІТ-послугами. Для її вирішення на технологічному рівня досить ефективно може бути застосована сервіс-орієнтована програмна архітектура [1].

Більш складною проблемою є коректне визначення семантичної близькості інформаційних об'єктів та їх зв'язків, які належать до різних баз даних (БД) у ІТ-системах. Існуючи методи для розв'язання цієї задачі передбачають використання онтологічних моделей інтеграції даних [2], а також залучення для цього вже існуючих глобальних онтологічних Web-ресурсів, таких як, наприклад, WordNet (wordnet.princeton.edu) та Omega (www.adampease.org/OP/).

Для підвищення ефективності застосування такого підходу важливім є використання метрик повноти відповідних онтологій. Одну з таких метрик якості *Dc* пропонується розраховувати за формулою:

$$Dc = \frac{\sum_{i=0}^{n}(f(l_i)+\alpha*\sum_{j=0}^{m_i} f(h_{ij}))}{n*(1+\alpha)},$$

де: *f(x)* – функція оцінки повноти онтології для пошуку певного елементу даних або інформаційного атрибуту БД, *x* – множина лексем у назві елементів даних, *n* – кількість таких елементів, *m* – кількість атрибутів в елементі даних, *α* – коефіцієнт важливості назви атрибута у порівнянні із назвою елемента даних, $h_{i,j}$ – матриця назв інформаційних атрибутів, l_i – матриця слів назв елементів даних.

Для обчислення цієї метрики в подальшому передбачена програмна реалізація відповідного набору базових функцій (API) для семантичного аналізу схем БД, які мають бути інтегрованими.

Література:

1. Сокол В.Є. Розробка сервіс-орієнтованої технології інтеграції ресурсів даних в системах управління корпоративними ІТ-послугами / В.Є. Сокол, М.В. Ткачук, Р.О. Дубовецький // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції, (15-17 жовтня 2014р., Харків) / за ред. проф. Товажнянського Л.Л. – Харків, НТУ «ХПІ». – С.31.

2. Палагин А.В. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области / Палагин А.В. Петренко Н.Г.// Математичні машини і системи. - 2007, №3-4. – С.63-75.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ СОЦІАЛЬНИХ ІННОВАЦІЙ ТА ЕЛЕКТРОННОГО ВРЯДУВАННЯ

Товажнянський Л. Л., Куценко О. С., Слепченко О.П.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах Євроінтеграції України та реалізації стратегій розвитку України та окремих регіонів на період до 2020 року актуальним питанням є розробки інтегрованих інформаційно-комунікаційних та когнітивних технологій, підтримки процесів в сфері соціальних інновацій та електронного врядування, трансформації інформаційного суспільства в суспільство знань на основі системного підходу, розробки та використання сучасних технологій системного аналізу слабко-структурованих процесів державного управління .

Вчені НТУ "ХПІ" розробили інформаційну систему з контролю та оцінки ефективності діяльності виконавчих органів Харківської міської ради, концептуальну модель інтегрованої інформаційно-аналітичної системи регіону, яка має у своєму складі підсистеми стратегічного планування та управління спільними проектами, дозволяє реалізацію концепцій децентралізації владних повноважень та «цілісного уряду» (whole of government). Також вчені прийняли участь в розробці оновленої стратегії розвитку Харківської області до 2020 року та запропонували реалізацію проекту "Розробка концепції трансформації інформаційного суспільства в суспільство знань на основі системного підходу як інноваційну основу суспільно-економічного розвитку регіону".

У процесі розробки технологій підтримки процесів в сфері соціальних інновацій та електронного врядування, переходу до суспільства знань передбачається використовувати методи системного аналізу, форсайт-досліджень, когнітивної та соціальної інформатики, методів підтримки інформаційної взаємодії у громаді (Community informatics) та колективного інтелекту (Collective Intelligence), методів розробки платформ поширення інформації та колективного інтелекту для сталого розвитку та соціальних інновацій (Collective Awareness Platforms for Sustainability and Social Innovation), технологій кроудсорсинга (crowdsourcing), інтелектуальних соціально-економічних систем (Smart City, Smart Region), регіональних інноваційних екосистем [2].

Література:

1. Адміністративно-територіальний устрій та сталий розвиток регіону (концептуальні основи та методологія): монографія / В. М. Бабаєв, Л. Л. Товажнянський., М. Д. Годлевський, О. С. Куценко, В. Л. Лисицький, О. П. Слепченко – [2-ге вид., стер.]. Харків НТУ, ”ХПІ”, 2008. – 316 с.

2. Helsinki Smart Region: Pioneering for Europe 2020. Second Edition, 2014: http://www.uudenmaanliitto.fi/files/14178/Helsinki_Smart_Region_Paper_2014_2nd_Edition_15.9.2014.pdf, 18.03.2015

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРЯДКА ПРОВЕРОК В ПРОГРАММАХ ОБРАБОТКИ СЕТЕВЫХ ПАКЕТОВ

Шахновский Ю.С., Жегалов М.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При передаче данных по сети время прохождения пакета между двумя компьютерами состоит из двух составляющих. Причина первой составляющей это задержки на линиях передачи из-за конечной скорости распространения сигналов. Вторая составляющая объясняется временем, которое тратят на работу с пакетом шлюзы, через которые передается пакет.

Программы, предназначенные для обработки пакета, такие как программы маршрутизации или программы фильтрации пакетов, состоят из большого количества последовательно расположенных правил. Пакет проверяется на соответствие правилу. При соответствии пакет покидает систему, и время на его обработку больше не тратится. Если соответствие не найдено, то пакет проверяется следующим правилом. Изменив порядок правил в программе и расположив те из них, которым соответствует большее количество пакетов, раньше, можно сократить среднее время обработки пакета программой.

Произвольное изменение порядка правил обработки пакетов невозможно. Если два правила описывают пересекающиеся множество пакетов, то изменяя порядок таких правил, получим изменение правила для пакетов соответствующих множеству пересечения.

Алгоритм проверки анализирующий, есть или нет пересечение у множеств пакетов, зависит от оптимизируемой программы и от способа, которым заданы множества правил. Результатом его работы будет отношение, которое для каждой пары правил даст ответ, есть пересечение или нет. Такое отношение удобно представлять в виде ориентированного ациклического графа.

Вершинами графа будут правила, дуга между двумя вершинами проводится, если у множеств, соответствующих правилам есть пересечение, а направление дуги определяется расположением правил в исходной программе и идет от правила расположенного раньше к правилу расположенному позже.

Для решения этой задачи разработаны точные полиномиальные по времени решения алгоритмы для случаев, когда граф представим в виде множества деревьев. И экспоненциальные по времени решения и эвристические полиномиальные алгоритмы для общего случая.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА

Шматко А.В., Богучарский И.П.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В статье рассматривается один из подходов к оценке вероятностей возникновения аварий на предприятиях по транспортировке газа.

Одной из важных задач при обеспечении промышленной безопасности на таких объектах является разработка мероприятий, направленных на снижение риска эксплуатации производства, который включает оценку и прогноз вероятности аварий на этих объектах. В настоящее время существует большое количество методов и подходов к такого рода оценкам, что связано со слабой изученностью данного вопроса[1].

В данной работе для оценки вероятности аварий на объектах транспортировки газа, предлагается использовать степенной закон распределения вероятностей. Предположим что описание распределения вероятностей аварийных событий на этих предприятиях возможно с использованием степенного закона распределения вероятностей.

Простейшим распределением, имеющим тяжелый «хвост», является распределение Парето[1], для которого функция распределения F(x)=Prob{ζ<x}, определяющая вероятность того, что соответствующая случайная величина принимает значение, меньшее x, задается соотношением

$$\mathrm{F(x)} = \begin{cases} 1 - x^{\alpha}, & x \geq 1 \\ 0, & x < 1 \end{cases}, \alpha > 0$$

Для программной реализации предложенной модели разработано программное обеспечение, которое позволяет рассмотреть систему при различных условиях внешних воздействий.

Исходя из требований к современным экспертным системам была предложена следующая архитектура (рис.1).

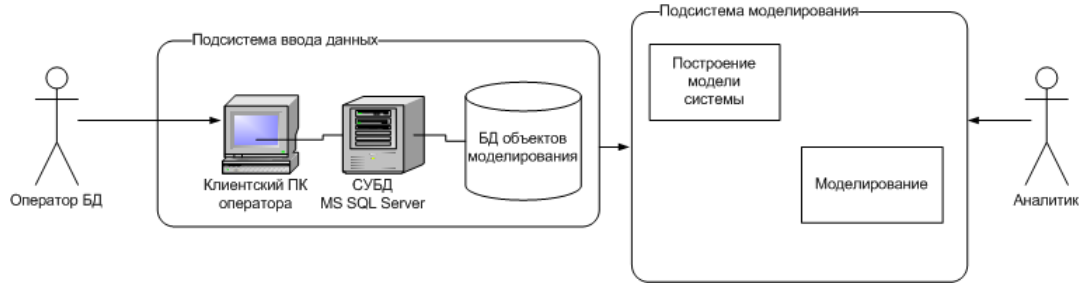


Рис.1. Обобщенная архитектура системы оценки рисков

Предложенная в работе система позволяет проводить моделирование поведения сложных систем в условиях внешнего воздействия и оценивать риски возникновения аварийных ситуаций.

Литература:

1. Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Салов С.С. и др. Управление риском. – М.: Наука, 2000. – 431 с.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ РЕСУРСАМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОСНОВАННЫЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Шматков С.И., Лосев Ю.И., Руккас К.М., Олоту Олуватосин Д.
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, г. Харьков

Приведены требования, выдвигаемые на основе изучения особенностей процессов управления в распределенных информационных системах (РИС), которые показывают, что для адекватного отражения конкретной предметной области (ПрО) потребуется формализм представления знаний, который должен быть способен осуществлять поиск решения в ПрО большого объема, на основе обработки неполных и противоречивых поступающих от РИС данных, с использованием неполной и противоречивой базы знаний (БЗ).

Проведен анализ существующих формализмов. Был сделан вывод о целесообразности использования для построения математической модели РИС формализма фреймов с использованием элементов продукционного подхода.

В разработанной математической модели представления РИС как объекта управления, кроме эвристических знаний для повышения эффективности работы было предложено использовать знания других источников, в частности, знания о структуре и функционировании РИС и ее элементов, а также знания о функционирования РИС и ее элементов в прошлом. В связи с появлением различных протоколов управления РИС при разработке математической модели РИС особое внимание уделено информационному обеспечению.

Разработан алгоритм принятия решения по управлению сетевыми ресурсами РИС, который позволяет решать задачу принятия решения в условиях неопределенности с учетом знаний о принципах функционирования РИС, что позволяет повысить эффективность управления РИС.

Литература:

1. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений/ А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
2. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления: Учебник / В. Е. Ярушек, В. П. Прохоров, Б. Н.Судаков, А. В. Мишин. – Харьков: ХВУ, 1993. – 446 с.
3. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2 изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007 . – 1408 с.
5. Джарратано Ж., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. –М: Вильямс, 2007. – 1152 с
6. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – Спб.: Питер, 2001. – 384 с.

ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ, ЩО НАДХОДЯТЬ ЧЕРЕЗ RSS-КАНАЛИ

Ямшанов І.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

RSS (Rich Site Summary) є назвою родини XML-подібних форматів, що використовуються у мережі Internetдля публікації оновлень для сайтів. Через такі оновлення надається інформація про новини, статі, записи у блогах та подібні публікації, що з'являються на сайтах.

Для отримання таких оновлень використовуються RSS агрегатори – десктопні або веб-застосунки, що автоматично перевіряють появу нових публікацій для обраних сайтів. Пересічний користувач отримує оновлення від декількох десятків сайтів, що в середньому може становити сто та більше повідомлень за добу. Ознайомлення з такою кількістю інформації може зажадати значної кількості часу, що не завжди є прийнятним. Зрозуміло, що повідомлення мають різну цінність та рівень цікавості для користувача, і в першу чергу він хотів би ознайомитись з найбільш цікавими. Варто відзначити, що агрегатори зазвичай не реалізують функціональності для сортування та відбору записів на основі тих чи інших критеріїв, окрім можливості вказати категорію, до якої будуть належати усі публікації від конкретного сайту.

Тож існує проблема визначення для кожного з вхідних повідомлень рівня його цікавості для користувача, та потреба реалізації відображення повідомлень у агрегатові відповідно до цього рівня.

Визначення цікавості має базуватись на наступних засадах:

- рівень цікавості повідомлень є індивідуальним для користувачів;
- критерії визначення цікавості для користувача можуть відрізнятись для різних сайтів, з яких він отримує оновлення;
- з часом рівень цікавість конкретних тем може змінюватись.

Пропонується наступний підхід до класифікації повідомлень:

1) Класифікація відбувається з використанням нейронних мереж. На вхід мережі надходить інформація про повідомлення: належність до категорії, довжина повідомлення, співвідношення текстового та графічного вмісту повідомлення, час, що минув з моменту публікації повідомлення, результат семантичного аналізу тексту повідомлення за допомогою класифікатора Баєса, тощо. На виході мережі буде оцінка цікавості повідомлення на інтервалі [0;1].

2) На початку класифікації використовується єдина мережа для класифікації усіх повідомлень. Надалі, коли кількість повідомлень у окремій категорії або для окремого сайту досягне деякого порогового значення, нова нейронна мережа буде створюватись, навчатись та використовуватись для класифікації у цій категорії або для цього сайту, що дозволить збільшити точність класифікації.

3) Повідомлення відображаються відповідно до зменшення рівня цікавості.

Архітектура нейронної мережі та критерії повідомлень, що використовуються для класифікації, є предметом подальших досліджень.

СЕКЦІЯ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МЕХАНІЦІ І СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПЛАСТИНИ ПРИ УДАРІ ПІВСФЕРИЧНИМ ПРОБІЙНИКОМ

Автономова Л.В., Бондарь С.В., Степук О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Багатошарові тонкостінні пластини є ефективними елементами силових конструкцій, тому що при відносно невеликій вазі дають гарний опір динамічним навантаженням. Пошкоджуваність пластини, порушення її функціонального призначення при експлуатації можна характеризувати максимальною величиною прогинів, які можна отримати при аналізі процесу високошвидкісного деформування таких пластин під дією ударного навантаження. Розглядається задача моделювання процесу високошвидкісного деформування тонкостінної пластини з однорідного матеріалу і матеріалу багатокомпонентної структури під дією ударного навантаження. В якості прикладу проводиться удар пробійником, робоча частина якого має напівсферичну форму, по ізотропній і багатошаровій пластині, кожен шар якої має однорідну структуру, а між шарами багатошарової пластини виконується умова ідеального прослизання. Для визначення напружено - деформованого стану такої пластини розв’язується динамічна в’язкопластична контактна задача з граничними і початковими умовами. Чисельне моделювання виконано методом скінченних елементів на базі єдиного підходу Лагранжа - Ейлера. При побудові повної системи рівнянь, яка описує даний процес високошвидкісного деформування та руйнування додатково включалися рівняння для накопичення пошкодження і граничної деформації, яка відповідає настанню в’язкопластичного руйнування по моделі Джонсона-Кука, рівняння моделі Грюнайзена, що враховує поправку на зміну гідростатичного тиску для матеріалів, що стискаються . За допомогою програмного комплексу ANSYS методом скінченних елементів було вирішено ряд задач пластичної деформації круглої пластини при високошвидкісній дії півсферичним ударником з використанням моделі стану матеріалу Купера-Симонда і моделі, яка дозволяє врахувати залежність поточної межі текучості матеріалу від швидкостей деформацій і температури. Слід зазначити, що при використанні моделі Купера-Симонда значення величин пластичних деформацій в кінці процесу деформації більше на 10-15%. Аналізуючи поведінку матеріалу можна припустити, що матеріал поводиться як менш «жорсткий», і спостерігається в’язкопластичне руйнування пластини при тих же рівнях ударного навантаження. Тому для математичного моделювання процесу високошвидкісної деформації, суттєве значення має вибір визначальних співвідношень, які повинні описувати більш реальну картину зміни пластичних властивостей матеріалу залежно від величини швидкості деформації.

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЛОКОМОЦІЙ БАДМІНТОНІСТІВ

Адашевський В.М., Крючкова А.Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Результативність гри у бадмінтоні визначається раціональними біомеханічними характеристиками, які здатний реалізувати спортсмен, використовуючи не лише дії ракетки, але і локомоції, які в основному складаються з стрибкових і горизонтальних переміщень в різних напрямах майданчика.

Ефективність цих видів локомоцій визначається: часом рухів по майданчику, швидкістю відштовхування, кутом вильоту, відстанню від волана і сітки центру мас тіла спортсмена, положенням центру мас тіла спортсмена у фазах відштовхування з урахуванням сил опору повітряного середовища і сил тертя ковзання. Тому для поліпшення загального результату в іграх необхідно було провести теоретичні і практичні дослідження для ефективної реалізації усіх перелічених вище біомеханічних параметрів.

Мета роботи полягала у визначенні раціональних біомеханічних характеристик у фазах локомоцій бадмінтоністів, для складання рекомендацій, які підвищують результативність гри.

У роботі складена розрахункова схема для визначення впливу на результативність часу рухів по майданчику, швидкості відштовхування, кута вильоту центру мас тіла спортсмена, сили опору середовища і сил тертя ковзання, положення центру мас тіла спортсмена у фазах відштовхування.

Для визначення основних біомеханічних характеристик були складені фізико-математичні моделі, вирішені завдання динаміки тіла і проведені дослідження для визначення раціональних біомеханічних характеристик стрибкових і горизонтальних переміщень в різних напрямах майданчика.

Отримані графічні характеристики рівнянь руху, траєкторії польоту центру мас тіла відносно майданчика залежно від початкової швидкості, кута вильоту, висоти вильоту (відштовхування), сил опору середовища, сил реакцій горизонтальної опори і тертя ковзання.

Фізико-математична модель для визначення основних біомеханічних характеристик і результати, отримані при реалізації моделі динаміки тіла, визначать раціональні біомеханічні характеристики необхідних локомоцій бадмінтоністів. Аналіз цих графічних характеристик дозволить в комплексі вибрати найбільш ефективні з них для поліпшення загального результату.

Використання на практиці вище перелічених досліджень для визначення раціональних біомеханічних характеристик, дозволять поліпшити техніку і тактику ігор з урахуванням конкретних фізичних параметрів спортсменів.

Результати теоретичних і практичних досліджень, перевірені на тренувальних заняттях можуть бути використані як для спортсменів високого рівня, так і при підготовці спортсменів-новачків.

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ГИБКИХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В ПЛАНЕ

Андриевская Л.С., Морачковская И.О.
Харьковский национальный университет городского хозяйства
Национальный технический университет
«***Харьковский политехнический институт***», ***г. Харьков***

Упругопластическое деформирование оболочек сохраняет научную и практическую актуальность в решении физически и геометрически нелинейных задач изгиба тонких пологих оболочек сложной формы в плане с произвольными условиями закрепления границ и в создание соответствующего программного обеспечения для автоматизированной программирующей системы POLE-RL с использованием метода R-функций. С этой целью теоретически и численно обоснован алгоритм решения нелинейных краевых задач упругопластического деформирования тонких пологих оболочек при конечных перемещениях в форме нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, выведенных на основе вариационных равенств для смешанной системы неизвестных функций – нормального прогиба и функции мембранных сил. В основу построения алгоритма решения положены деформационный вариант теории пластичности и геометрически нелинейный вариант теории оболочек типа Кармана. В едином алгоритме линеаризации физической и геометрической нелинейности разработана схема линеаризации разрешающих нелинейных уравнений за счет линейной экстраполяции решений методом последовательного догружения и применения метода переменных параметров упругости для линеаризации физической нелинейности в сочетании с итерационным методом Ньютона–Канторовича на шаге догружения. Построены структуры решений (GSS) для последовательности линеаризованных краевых задач теории оболочек, позволяющие на аналитическом уровне учесть сложные границы области, занимаемые оболочками в плане, и их разные условия закрепления. Исследованы вопросы сходимости решений в зависимости от параметров аппроксимирующих пространств, используемых в алгоритме решения по RFM, выбора шага нагружения и количества итераций. Решены новые задачи теории упругопластического изгиба тонких пологих оболочек для случаев сложных границ в плане и исследовано влияние формы границ и условий их закрепления на формирование упругопластических полей напряженно-деформированного состояния в оболочках. Ранее метод R-функций в основном применялся для решения линейных и геометрически нелинейных краевых задач теории изгиба пластин и пологих оболочек. Однако опыт в применении этого метода при решении физически нелинейных задач весьма ограничен. Известны лишь отдельные решения задач упругопластического изгиба пластин сложной формы при малых нормальных перемещениях. Практически не изучены вопросы применения метода R-функций в задачах физически и геометрически нелинейного изгиба тонких оболочек и пластин.

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ФРОНТУ РУЙНУВАННЯ ПРИ ПОВЗУЧОСТІ В ПЛАСТИНАХ З НАДРІЗАМИ

Аніщенко Г.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даній роботі надані результати чисельного аналізу накопичення пошкоджень внаслідок повзучості та розповсюдження фронту руйнування на прикладі пластин з надрізами.

Для аналізу процесу накопичення мікропошкоджень й росту мікротріщин при повзучості застосовується параметр пошкоджуваності ω, який є скалярною функцією координат точок тіла й часу. На стадії прихованого руйнування $0 \le t < t_c$ у кожній точці тіла $\omega < \omega_c$ $(\omega_c > 0)$. Наближене описання процесу макроруйнування при $t > t_c$ виконується шляхом введення фронта руйнування, який рухається. Приймається, що в момент завершення прихованого руйнування в окремій області тіла , де $\omega = \omega_c$, виникає фронт руйнування, нестійкі мікропошкодження зливаються в макропошкодження – дрібні тріщини, які ймовірно мають розсіяний характер. У подальшому руйнування йде переважно внаслідок росту магістральних тріщин. Таке тріщиноутворення продовжує процес руйнування й завершується повним руйнуванням пластини. Час повного руйнування t_{cr} можна визначити вивчаючи розвиток тріщиноутворення в тілі після закінчення прихованого руйнування. При цьому $t_{cr} \cong t_c + t_f$, де t_f – час розповсюдження фронту руйнування.

В роботі наведені розрахункові значення часу прихованого руйнування t_c, часу розповсюдження фронту руйнування t_f та часу повного руйнування t_{cr} при розтягуванні пластин з різними типами надрізів й співвідношеннями конструктивних параметрів у порівнянні з експериментальними даними.

Встановлено, що тривалість руйнування пластин в умовах неоднорідного напруженого стану внаслідок концентрації напружень біля надрізів може бути досить значною. При цьому для деяких співвідношень параметрів кругових надрізів t_c менше ніж t_f у чотири рази, а для гострих надрізів – у вісім разів.

ДОСЛІДЖЕННЯ СЦЕНАРІЇВ ВИНИКНЕННЯ ХАОТИЧНИХ ЗМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ У НЕЛІНІЙНІЙ СИСТЕМІ

Бєломитцев А.С., Дружинін Є.І.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Однією з основних властивостей нелінійних систем є можливість існування хаотичних змушених коливань у цілком детермінованій системі.

Розглянемо систему, рух якої описує диференціальне рівняння

$$\dot{y} = \varphi(t, y), \qquad (1)$$

де y - 2n-мірний вектор стану, φ - 2n-мірна вектор-функція, T_1-періодична по явно вхідному часу t: $\varphi(t, y) = \varphi(t + T_1, y)$.

Змушені коливання такої системи можуть бути періодичними, майже періодичними та хаотичними. Зміна структури рухів в залежності від деякого параметру відбувається в першу чергу внаслідок біфуркацій періодичних рухів системи.

Визначення періодичного розв'язку рівняння (1) може бути зведено до розв'язання неявно заданого рівняння:

$$y_T(y_0) - y_0 = 0, \qquad (2)$$

де $y_0 = y(0), y_T = y(T)$ - вектори стану системи в моменти часу $t = 0$ і $t = T$, $T = rT_1$.

Одним з найбільш ефективних методів розв'язання рівняння (2) є ітераційний процес методу Ньютона. Він дозволяє також обчислювати мультиплікатори λ_i рівняння у варіаціях, які використовуються для оцінки стійкості і аналізу біфуркацій періодичних коливань. Втрата стійкості періодичного розв'язку рівняння (1) пов'язана з виходом одного або пари мультиплікаторів з круга одиничного радіусу. Цей вихід може здійснюватися трьома способами: 1) з'являється дійсний мультиплікатор $\lambda_i < -1$; 2) з'являється дійсний мультиплікатор $\lambda_i > 1$; 3) з'являється пара комплексно-спряжених мультиплікаторів $|\lambda_i| = |\lambda_{i+1}| > 1$. У першому випадку відбувається біфуркація подвоєння періоду стійкого розв'язку. Послідовність таких біфуркацій, що супроводжується зменшенням у геометричній прогресії інтервалів існування розв'язків подвоєного періоду, – це один зі сценаріїв виникнення хаотичних коливань. Третя біфуркація призводить до народження майже періодичних коливань, яким у фазовому просторі відповідає інваріантний тор. Біфуркації майже періодичних коливань, що супроводжуються руйнуванням інваріантного тору, – це другий сценарій виникнення хаотичних коливань.

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ РОЗРАХУНКУ ДЕФОРМУВАННЯ ТА МІЦНОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАКЕТНОЇ ТЕХНІКИ

Бреславський Д.В., Татарінова О.А., Батюк О.А.
Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Одним з найбільш поширених класів елементів ракетної техніки є тонкостінні елементи та тіла обертання. Це сосуди та трубопроводи, елементи корпусів та багато інших. У багатьох випадках, при високих, надзвукових швидкостях, вони працюють в умовах сумісної дії температурних і силових полів, й тому однією з важливих є проблема оцінювання їхнього деформованого стану для забезпечення необхідної довготривалої міцності. Відомо, що рівні та періодичність зміни діючих навантажень та температур можуть суттєво впливати на процеси повзучості і час до руйнування.

Доповідь містить опис алгоритмів розрахунку довготривалого деформування в умовах повзучості матеріалу конструктивних елементів космічних ракет, яке має місце в умовах надзвукових швидкостей польоту. Розрахункові схеми конструктивних елементів космічних ракет, що розглядаються, відповідають двовимірним задачам теорії повзучості. Як метод розв’язання задачі використовувався метод скінчених елементів (МСЕ) спільно з багатокроковими методами при інтегруванні за часом. Створений метод розв’язання задач циклічної термоповзучості застосовано до двовимірних задач, якими традиційно моделюються тіла обертання при осесиметричному напружено-деформованому стані та тонкостінні елементи при плоскому. Для визначення напружено-деформованого стану залучено теорії інкрементального типу, чисельне розв’язання реалізовано з застосуванням крокових методів.

Другу частину доповіді присвячено опису програмних засобів препроцесорної підготовки даних. Для створення сіток в роботі застосовано як сітковий генератор, створений авторами роботи[1], так й нові програмні модулі рівномірного скінченноелементного моделювання двовимірних об’єктів. Реалізована декомпозиція плоских фігур на низку геометричних примітивів, для кожного з яких створено ефективні програми сіткової генерації. Надано опис розробленого програмного забезпечення, яке включає інтерфейси користувача, спеціалізовані скінченноелементні препроцесори та графічний постпроцесор. Проаналізовано результати розрахунку.

Література:

1. Бреславский Д. В. Програмные средства для конечноэлементного моделирования двумерных задач теории ползучести / Д. В. Бреславский, Ю. Н. Корытко, П. Н. Лисак // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків, НТУ «ХПІ», 2007. - № 38. – С. 24-29.

ДЕФОРМУВАННЯ СТАЛЕВИХ ПЛАСТИН ПРИ ВИСОКИХ НАПРУЖЕННЯХ

Бреславський Д.В., Мєтєльов В.О., Конкін В.М., Макогон О.А.
Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

У сучасному виробництві при формоутворенні тонкостінних конструкцій в умовах прокатки заготівок вони повторно деформуються при високому рівні напружень, який може складати 95-99% від границі міцності матеріалу. Експериментальне доведення кожного технологічного процесу є вкрай коштовним. Це обумовлює необхідність створення розрахункового методу, який дозволяв би проводити розрахунки пластичного деформування з урахуванням властивостей матеріалу при повторному навантаженні. При повільному процесі повторного пластичного деформування (до декількох хвилин) нехтування залежністю деформації від часу призводить до невірного оцінювання напружено-деформованого стану заготівки.

Доповідь містить опис експериментальних досліджень, проведених на зразках зі сталі 3 при статичному й повторному навантаженні, та розрахункового методу, який побудовано на базі методу скінченних елементів (МСЕ). В методі враховано, що повна деформація складається з миттєвих пружної й пластичної деформації та деформації короткочасної повзучості. Для визначення напружено-деформованого стану залучено теорії інкрементального типу, чисельне розв’язання реалізовано з застосуванням крокових методів. В розрахунках пружно-пластичного деформування реалізовано безпосереднє завдання діаграми деформування матеріалу.

Виконано тестові розрахунки для розтягу стрижнів та пластин з коловими вирізами, визначено поля напружень, деформацій та переміщень.

Проведено експериментальне визначення діаграми деформування та кривих повзучості сталевих зразків [1], вирізаних з листового прокату у різних напрямах. Оцінено ортотропію властивостей матеріалу – границь плинності, міцності, властивостей короткочасної повзучості. Виконані експериментальні дослідження пружно-пластичного деформування сталевих пластин з коловим вирізом.

Другу частину експериментальних досліджень було присвячено повторному навантаженню зразків. Оцінено пристосовуваність матеріалу та зменшення деформацій короткочасної повзучості при кожному наступному навантаженні.

Література:

1. Бреславський Д.В. Деформування та руйнування сталевих матеріалів при дії напружень, близьких до границі міцності / Д.В. Бреславський, В.М. Конкін, В.О. Мєтєльов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези XXII міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 травня 2014 р.: у 4 ч. - Ч. 1. Харків: НТУ «ХПІ», 2014. С. 40.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРЬОХВИМІРНИХ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ ПОВЗУЧОСТІ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Бреславський Д.В., Пащенко С.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проектування нових елементів конструкцій в авіаційно-космічному та енергетичному машинобудуванні, технологічних режимів при прокатці та безперервному литтю у металургії, вимагає розробки нових методів та алгоритмів, які б дозволяли проводити ефективне розв'язання трьохвимірних задач теорії повзучості. Застосування основних підходів методу скінченних елементів (МСЕ) спільно з різницевими методами для інтегрування за часом до моделювання термомеханічних задач з будь-якою зміною полів напружень та температур дозволило розробити програмне забезпечення для розв'язання задач для трьохвимірних областей. До моделювання застосовано восьмивузловий об'ємний скінченний елемент, завдяки якому складна геометрія конструктивного елементу описується з високою степеню точності. Іншою задачею, яка розв'язується при створенні методів та програмного забезпечення, є уточнення та побудова нових рівнянь стану повзучості, що супроводжується накопиченням прихованої пошкоджуваності.

У доповіді надано структуру створеного програмного забезпечення, описано основні розрахункові та сервісні модулі.

Для отримання температурних полів до складу програмного забезпечення додано окремий засіб, що реалізує розв'язок задачі нестаціонарної теплопровідності. Виконано аналіз достовірності чисельних даних, який проведено шляхом їхнього порівняння з результатами аналітичних розв'язків для стрижнів, пластин та труб. Розв'язано низку задач нестаціонарної теплопровідності для корпусу супутника типу «Січ-2».

Тестування розв'язання задач повзучості проведено також при порівнянні даних розв'язків одно- та трьохвимірних задач теорії повзучості з аналітичними та чисельними. Стрижні та товстостінні труби моделювались трьохвимірними скінченноелементними моделями. Виконано оцінку збіжності результатів розв'язання в залежності від кількості елементів розбиття, отримано рекомендації для застосування різних скінченоелементних схем.

У доповіді розглядаються результати моделювання повзучості бронзових стрижнів у широкому температурному діапазоні, який відповідає умовам руху заготівок у технологічному процесі безперервного лиття. Оцінено можливість руйнування заготівок.

Надано отримані чисельні дані моделювання складного термомеханічного процесу деформування трьохвимірної бронзової заготівки при нестаціонарному нагріванні. Виконано оцінки припустимості застосування розрахункових схем, що розглядаються, для різних діапазонів зміни температур та напружень.

УЧЁТ СЛУЧАЙНОГО СОЧЕТАНИЯ ЭКСТРЕМУМОВ ПРИ РАСЧЁТЕ УСТАЛОСТНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПО СХЕМАТИЗИРОВАННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НАГРУЗКИ

Вакуленко С.В.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», г. Харьков

В настоящее время известна аналитическая методика расчета усталостного повреждения по схематизированной реализации экстремумов нагрузки [1]. Методика использует линейную гипотезу суммирования усталостных повреждений и основана на том, что цикл нагрузки формируется максимумом и минимумом одинаковой абсолютной величины. Такие циклы являются симметричными относительно моды распределения и обеспечивают максимальное усталостное повреждение, которое можно получить для заданной реализации экстремумов.

В экспериментальных реализациях нагрузки экстремумы расположены случайным образом, и при формировании циклов максимумы сочетаются с произвольными минимумами. Учёт случайного характера сочетания экстремумов позволяет уточнить усталостное повреждение, что приближает его к величине повреждения, рассчитываемой непосредственной обработкой исходных экспериментальных реализаций методом полных циклов.

В работе предложена математическая модель случайного сочетания экстремумов, основанная на алгоритме метода полных циклов и методах теории вероятностей. Модель учитывает распределение расстояний между экстремумами, формирующими циклы, а также распределение минимумов, сочетающихся с максимумом заданной величины. Модель не учитывает начальную фильтрацию экстремумов по амплитуде и по участкам возрастания/убывания последовательности, а также наличие положительных минимумов и отрицательных максимумов в схематизированной реализации.

Разработанная математическая модель позволяет оценить влияние случайного сочетания экстремумов на величину усталостного повреждения. Установлено, что для экспоненциального распределения, характерного для нагрузок в транспортном машиностроении, отношение усталостного повреждения, вычисленного с учётом случайного сочетания экстремумов, к усталостному повреждению, вычисленному по известной методике, не зависит от параметра распределения и составляет 0,885±0,01. Эта величина может быть существенной для оценки ресурса авиационной техники. Полученные данные подтверждены статистическим моделированием случайных реализаций.

Результаты работы могут быть использованы для уточнения усталостного повреждения по результатам натурных измерений нагрузок, а также для формирования методики расчета повреждения для случая, когда распределения максимумов и минимумов нагрузки различаются.

1. Фомичев, П. А. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций [Текст] : учеб. пособие / П. А. Фомичев. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1992. – 58 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ГИДРОТУРБИНЫ С УЧЕТОМ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Водка А.А., Трубаев А.И.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) болтовых соединений рабочих колес гидротурбин показал, что возможно появление зон упруго-пластических деформаций в болтах вследствие тепловой затяжки, регламентированной технологией монтажа [1]. В связи с этим является актуальной разработка методики прогнозирования ресурса болтового соединения рабочего колеса гидротурбины с учетом упруго-пластических деформаций, которые могут возникать под головкой болта или на верхнем витке резьбы [2].

В расчетах болтовых соединений наибольшее значение интенсивности деформаций не должно превосходить допустимые значения амплитуды полных (пластических и упругих) деформаций цикла, что является условием безотказной работы. Для определения допустимых значений амплитуд полных деформаций цикла используется эмпирическая формула Мэнсона [3], которая связывает амплитуду полных деформаций цикла с числом циклов до разрушения.

Циклическая долговечность до момента появления трещины определяется согласно нормам проектирования по формулам Коффина-Мэнсона-Лангера [3]. В дальнейшем предполагается построение математической модели, которая будет учитывать деградацию материала, проявляющуюся в снижении предела выносливости, на основе разработанных в [4] подходов.

Литература:

1. Евдокимов Н.Н., Степченко А.С., Трубаев А.И. Моделирование напряженно-деформированного состояния болтового соединения рабочего колеса гидротурбины на основе 3d модели. // Вісник НТУ «ХПІ». Тематичний випуск: Динаміка і міцність машин.–Харків: НТУ «ХПІ». – 2009.- №42. С.45-53.
2. Трубаев А.И., Степченко А.С., Водка А.А Исследование напряженно-деформированного состояния болтовых соединений рабочего колеса гидротурбины в условиях лабораторного эксперимента.// Надійність і довговічність машин та споруд. – Київ: ІПМ ім. Г.С. Писаренка, 2011. – №34. – С. 155–162.
3. Нормы для расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.–М: Энергоатомиздат,1989. – 525 с.
4. Vodka O. O. The fatigue life-time propagation of the connection elements of long-term operated hydro turbines considering material degradation / O.O. Larin, O.I. Trubayev, O.O. Vodka // PNRPU Mechanics Bulletin. – Perm: Perm National Research Polytechnic University. – 2014.– №1. – С. 164–190.

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОМОДЕЛЕЙ МАТЕРИАЛА

Водка А.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При моделировании механического поведения и оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) различных конструкций часто возникает необходимость рассмотрения фрагмента конструкции на микроуровне. Это необходимость, зачастую, вызвана тем, что материалы на микроуровне обладают принципиально отличными механическими свойствами. Для металлических материалов это проявляется в анизотропии механических свойств отдельных зерен, случайной ориентации осей анизотропии, разбросом их размеров. Таким образом, изотропный на макроуровне материал на микроуровне имеет значительные разбросы механических свойств, что влечет за собой значительные разбросы в параметрах напряженного состояния.

Для исследования разбросов локального напряженного состояния предлагается воспользоваться подходом многоуровневого моделирования. Так механическое поведение сложной конструкции рассматривается на макроуровне с учетом действующих нагрузок и граничных условий. При этом свойства материала принимаются как изотропные. Далее определяются наиболее нагруженные участки конструкции, которые рассматриваются на микроуровне. Граничные условия для решения задачи на микроуровне определяются исходя из условий напряженного состояния в окрестности области, рассматриваемой на микроуровне.

Моделирование на микроуровне производится путем построения микроструктуры материала, которая строится на основе разбиения (мозаики) Вороного. В рамках этой процедуры репрезентативный объем случайным образом разбивается на зерна, и в зернах задается случайная ориентация осей анизотропии в пространстве. Такая система является весьма сложной, поэтому для определения НДС в ней рационально использовать метод конечных элементов.

Обрабатывая полученные распределения НДС методами математической статистики можно определить вероятностные характеристики напряжений, перемещений и деформаций для наиболее нагруженных элементов конструкции. Полученные вероятностные характеристики можно использовать как исходные данные для вероятностных моделей усталости, ползучести и прочего.

A NEW NUMERICAL METHOD FOR DETERMINATION OF EFFECTIVE ELASTIC CONSTANTS IN A COMPOSITE WITH 3D ORTHOGONAL NONWOVEN FIBERS

Darya Zadeh S., Lvov G.I.
National technical university
«Kharkiv polytechnic institute», Kharkiv

The present approach is devoted to the research of the effective characteristics of 3D orthogonal nonwoven fibers composites. Research on determination of effective elastic constants for anisotropic materials is very important in composite structures. A orthogonal nonwoven fibers reinforced resin matrix composites are used in some structural applications, due to their various reasons especially to their excellent mechanical behavior in terms of their specific stiffness in the direction of the fibers. The results were received via ANSYS software package. In this research a volume element of fibers in cubic unit cell is considered (Fig. 1). The effective elastic properties of fiber reinforced composite have been defined by the numerical stress analysis of the unit cell. Stress analysis is performed for considered volume with noting to boundary conditions.

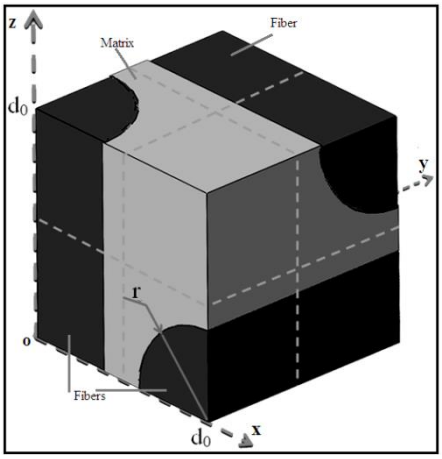


Fig. 1. Representative unit cell model

In the present procedure, normal strain is applied to one direction and shear strain is applied to one plane as follows. Minimum requirement unit cells have been defined for different types of reinforcement as well as the boundary conditions for them, which enable composite behavior modelling under basic experiments conditions. The procedure of finding effective elastic constants for reinforced composites allows receiving results with the reasonable degree of accuracy for practical application. Apart from effective elastic constants finding, the advantage of the developed procedure is the ability to investigate local stress concentration in the unit cell area.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ НЬЮТОНА–КАНТОРОВИЧА, УСЕРЕДНЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОПРАВОК І МЕТОДУ ПІКАРА

Дружинін Є.І., Бєломитцев А.С.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Складність або недостатня ефективність існуючих методів наближеного розв'язання нелінійних задач, значення яких для науки і техніки неухильно зростає, часто призводять до того, що вони дуже довільно лінеаризуються. Тому необхідні подальші дослідження для побудови нових алгоритмів наближеного рішення нелінійних диференціальних, інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь, що спрощують і уточнюють відомі методи або розширюють область їх застосування.

Все сказане відноситься повною мірою до ітеративних і проекційних методів, природний розвиток яких призводить до створення нових методів, що поєднують в собі ідеї як ітеративного, так і проекційного методів. Такі методи прийнято називати проекційно-ітеративними. Зокрема, до них відноситься метод усереднення функціональних поправок, запропонований в свій час членом - кореспондентом АН УРСР Ю.Д. Соколовим.

Розгляд ітеративних і проекційних методів у багатьох випадках буває зручно вести з єдиних позицій функціонального аналізу, в якому в даний час розроблені різні методи дослідження нелінійних рівнянь у функціональних просторах, в тому числі різні методи наближеного розв'язання нелінійних рівнянь.

У доповіді наводиться порівняльний аналіз похибки рішення та збіжності ітеративних методів Ньютона-Канторовича та Пікара з проекційно-ітеративним методом усереднення функціональних поправок для класу векторно-матричних інтегральних рівнянь типу Гаммерштейна:

$$\vec{y}(t) = \int_0^T \Phi(t-\tau) f(\vec{y}, \dot{\vec{y}}) d\tau + g(t),$$

де $\Phi(t-\tau)$ - матричне ядро, яке є однією з чотирьох типів імпульсно-частотних характеристик дискретних систем.

Слід зауважити, що інтегральна форма запису рівнянь руху дискретних систем буде ефективною лише в тому випадку, коли є простий і універсальний алгоритм побудови різного роду імпульсно-частотних характеристик таких систем.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ОРЕБРЕННЫХ УЗЛОВ ОБТЕКАТЕЛЕЙ РАКЕТОНОСИТЕЛЕЙ

Жолос О.В.
Национальный технический университет
«***Харьковский политехнический институт***», ***г. Харьков***

В работе рассматривается динамическое поведение оболочки ракетоносителя, подкрепленной стрингерами и шпангоутами.

Эта задача в связи с применением тонкостенных сосудов в качестве топливных баков остается актуальной в настоящем времени.

Одной из важнейших задач на стадии проектирования тонкостенных оболочечных конструкций, широко применяемых в авиационной, ракетно-космической технике и других областях промышленности, является расчет собственных частот.

Результаты определения собственных частот свободных колебаний для оболочек, которые подкреплены стрингерами и шпангоутами, дают возможность в дальнейшем делать выводы об их динамической устойчивости и прогнозировать общее динамического поведения всей конструкции в целом. В настоящей работе представлены результаты определения собственных частот свободных колебаний цилиндрических оболочек, закрепленных по краям, учитывающих влияние стрингеров и шпангоутов, полученные с применением вариационных подходов. Были получены собственные формы колебаний оболочки, построены и проанализированы зависимости количества узлов в поперечном направлении оболочки от собственной частоты. Численные исследования проведены с использованием возможностей программных средств ПК Maple и Ansys.

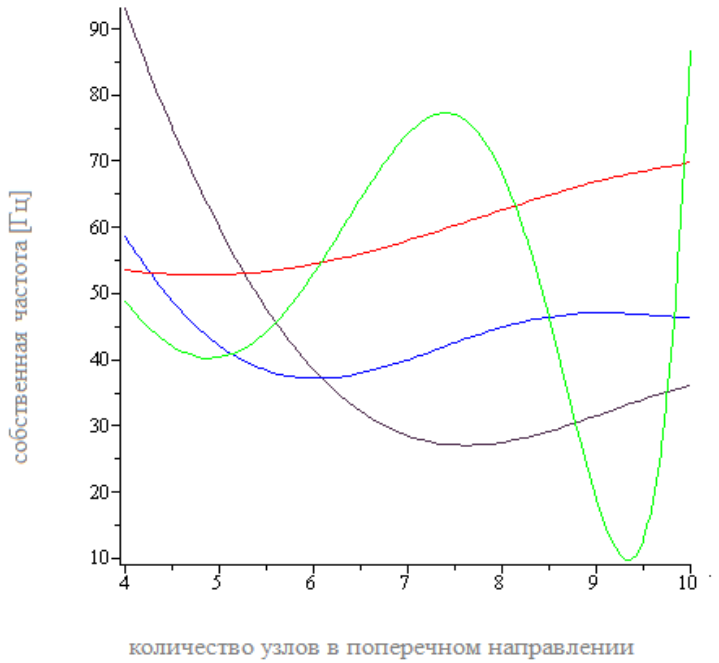


Рис.1- Графики влияния поперечного сечения стрингеров и шпангоутов на собственные частоты

ІТЕРАЦІЙНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ТРИБОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС

Ісаков С.М., Марусенко С.І.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», м. Харків

Процес утворення зварного з'єднання характеризується складною взаємодією різнорідних чинників. Це комплекс явищ, які пов'язані з процесами зовнішнього тертя, підвищенням температури в матеріалах, що зварюються, розтріскуванням і вигорянням жирових плівок, пластичністю, зближенням поверхонь до рівня міжатомних і т.п. Це комплекс явищ, які пов'язані зі станом та здатністю енергетичного тракту подати цю енергію в зону зварювання.

Трибологічна система процесу ультразвукового зварювання пластмас, була запропонована в попередніх публікаціях авторів, з урахуванням формалізованих підсистем (вибору матеріалів, динамічної, тертя, термодинамічної та інших, і базується на напівімперичній базі даних), є істотно нелінійною, для вирішення якої пропонується наступний ітераційний процес:

1. Визначається початкове температурне поле в об'ємі встановленої зони трибологічної системи. При цьому початкове поле температур доцільно встановити постійним і рівним, наприклад, температурі навколишнього середовища. Початкові кордони трибосистеми можуть бути встановлені у формі півсфери з радіусом, наприклад, рівним 4-5 діаметрам випромінювача ультразвукового інструменту або 2-3 товщинам верхньої деталі.

2. У підсистемі матеріалів при заданому полі температур обчислюються значення фізико-механічних параметрів матеріалів деталей, які зварюються.

3. Створюване ультразвуковим зварювальним інструментом поле тисків у зварювальній зоні визначається в підсистемі випромінювання, де вибір типу елементарних випромінювачів базується на напівімперичних даних і досвіді.

4. Відповідно до обраної моделі матеріалів у динамічній підсистемі будується розподіл деформацій у зоні трибологічної системи, що викликан відповідним ультразвуковим впливом.

5. У підсистемі тертя на базі використання відповідної моделі внутрішнього тертя будується об'ємний розподіл функції теплових джерел.

6. За рішенням задачі теплопровідності в термодинамічній підсистемі визначається новий розподіл температур матеріалів у об'ємі трибосистеми.

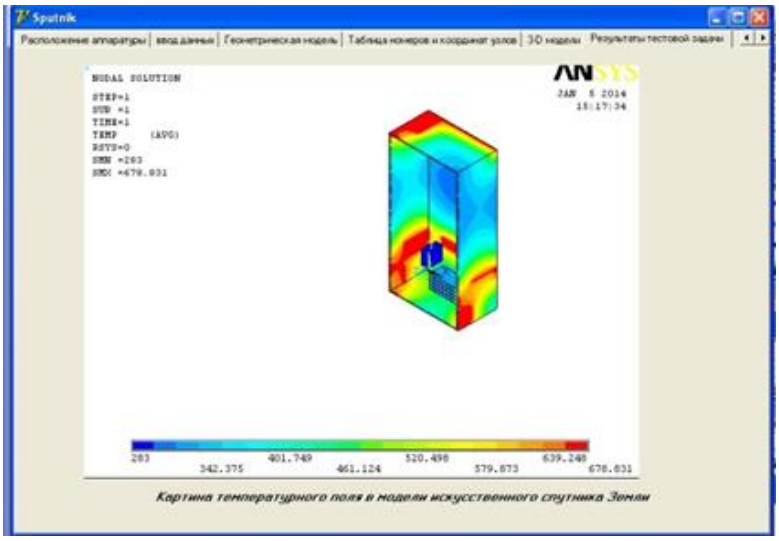
7. Якщо критерій збіжності процесу задовольняється, то процес завершується. В якості критерію збіжності може бути використано, наприклад, інтегральне прирощення теплової енергії у об'ємі трибосистеми, зміна кордону трибосистеми або якісь інші показники. Якщо збіжність процесу не досягнута, то встановлений в п.6 розподіл температур передається в підсистему матеріалів і процес по п.п.2-7 продовжується. При цьому проводиться уточнення просторового кордону поверхні трибологічної системи.

Для підтвердження ефективності обраного методу розрахунку трибологічної моделі процесу ультразвукового зварювання у доповіді будуть наведені результати розрахунків з використанням декількох типів ультразвукових робочих наконечників.

ПРОВЕДЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ З ПОДАЛЬШОЮ МОЖЛИВІСТЮ ПРОВЕДЕННЯ БАГАТОВАРІАНТНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Кедровська О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Орбітальні супутники типу «Січ» виконують дистанційне зондування поверхні Землі, наукові завдання тощо. Призначені для зйомки заданих ділянок поверхні Землі у видимому й інфрачервоному діапазонах довжин електромагнітних хвиль, космічні знімки можуть використовуватися для контролю за аграрними ресурсами, при здійсненні екологічного моніторингу, оцінки забруднення навколишнього середовища, розвідці корисних копалин. Ці системи компактні, тому простір усередині супутника сильно обмежений, і тепло набагато складніше відводити від близько розташованих електронних компонентів. Для того, щоб якісно провести керування космічним апаратом, необхідно враховувати теплову похибку. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є розв’язання задачі теплопровідності для параметричної моделі супутника з оптимально розташованими блоками електронних компонентів.



В зв'язку з цим актуальна проблема створення програмного забезпечення моделювання взаємодії користувача з технічними засобами програм. За допомогою моделювання на сучасних багатофункціональних засобах обробки і відображення інформації, є можливість конкретизувати типи і характеристики використовуваних інформаційних моделей, виявити основні особливості майбутньої діяльності користувачів, сформулювати вимоги до параметрів апаратно-програмних засобів інтерфейсу.

Метою роботи – є створення програмного забезпечення для проведення параметричного моделювання конструкції штучного супутника з блоками електронної апаратури на борту з подальшою можливістю проведення багатоваріантних розрахунків задачі теплопровідності.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МНОГОКОРПУСНОЙ ТУРБИНЫ С ФУНДАМЕНТОМ

Красников С.В.
Национальный технический університет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Модернизация существующих энергоблоков большой мощности на тепловых и атомных электростанциях связана с проблемой взаимодействия корпусных конструкций с фундаментом [1]. Это взаимодействие должно обеспечивать работоспособность энергоблока и эффективно противодействовать вибрационным и термическим нагрузкам. Соединение корпусов турбин большой мощности с фундаментом является сложной системой разных элементов переменной жесткости. Неоднородность взаимодействия усилена набором факторов, среди которых одними из основных являются материал конструкций и воспринимаемые нагрузки. Это приводит к необходимости детального моделирования системы турбоагрегат-фундамент с учетом системы элементов соединения для проведения вибрационных и термопрочностных исследований.

В проведенном исследовании были построены серии моделей корпусов турбоагрегата мощностью 1 ГВт (рис. 1), опорных конструкций и фундамента. Анализ характеристик собственных колебаний показал густой спектр собственных частот с большим количеством глобальных форм собственных колебаний. Эта картина остается без существенных изменений в диапазоне 0 – 55 Гц при всех рассмотренных опорных системах для корпусов турбоагрегата. Анализ вынужденных колебаний в рассмотренном диапазоне частот подтвердил эту особенность. Имеющаяся проектная система взаимодействия корпусов с фундаментом позволяет значительно снизить вероятность возникновения резонанса в рабочем диапазоне до 7 %, но оставляет ее достаточно высокой при разгоне и остановке турбоагрегата.

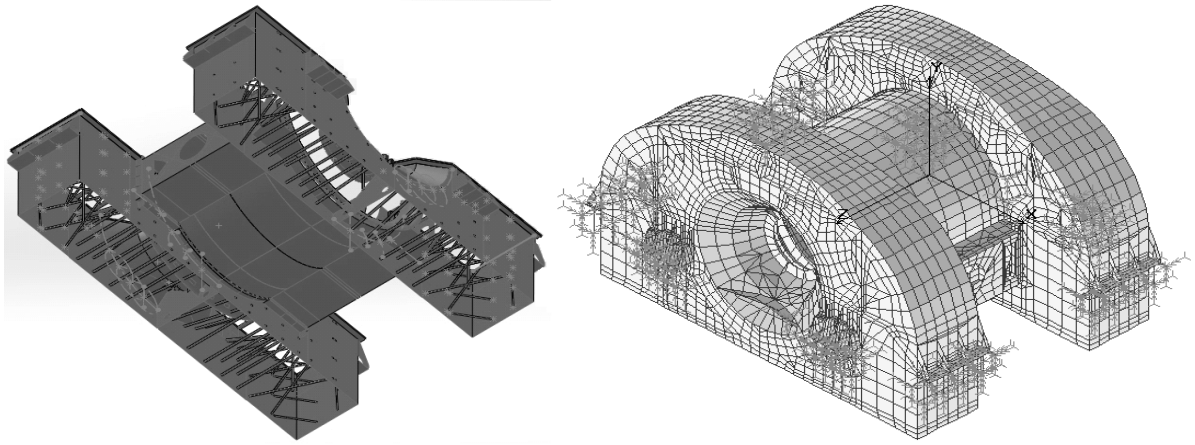


Рисунок 1 – Модели корпусов паровой турбины

Литература:

1. Шульженко Н.Г., Воробьев Ю.С. Численный анализ колебаний систем турбоагрегат-фундамент.–Киев:Наук.думка, 1991. – 232 с.

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КІНЕМАТИЧНИХ СХЕМ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Кінематичні схеми роботів визначають особливості їх конструктивного виконання, функціональні можливості та інші технічні характеристики. Все це робить важливим обґрунтування вибору доцільних кінематичних схем роботів. Для розв'язання цього завдання потрібні як загальна методика (теорія) проектування кінематичних схем, так і показників (критеріїв) визначення їх досконалості.

Оцінку ступеня складності і якості кінематичних схем роботів здійснюють за такими характеристиками.

1. Число ступенів рухомості. Ця характеристика визначає кількість незалежних рухів робота, тобто кількість рухомих ланок і відповідних кінематичних пар, що дає узагальнену оцінку про можливі рухи робота. В структурній формулі кінематичної схеми загальна кількість ступенів рухомості робота розкладається на окремі кінематичні групи з визначенням класу кінематичних пар, виду їх рухів.

2. Робочий простір промислового робота. Це простір, в якому може перебувати виконуючий пристрій при функціонуванні промислового робота.

3. Робоча зона промислового робота. Робоча зона, або зона обслуговування є визначальною характеристикою переносних рухів робота. Робочі зони відрізняються між собою розмірністю, просторовістю, об'ємністю, формою, видом системи координат.

Розмірність робочої зони визначається кількістю ступенів переносних рухів, а, значить, кількістю координат, які описують робочу зону.

За ступенем просторовості (об'ємності) зони бувають лінійні, площинні та об'ємні. Лінійні робочі зони – це одномірні зони, площинні – двомірні, об'ємні – три і більше мірні робочі зони.

4. Орієнтуючі можливості робота. Ця оцінка дозволяє визначити можливість робота змінювати просторову орієнтацію робочого органу чи інших його ланок. Орієнтуючи рухи, як правило, реалізуються кінематичними парами кісті.

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ТІЛ

Лавінський Д.В., Морачковський О.К.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Електромагнітне поле (ЕМП) є невід'ємною умовою роботи для безлічі елементів конструкцій і машин. Сюди слід віднести елементи енергетичного обладнання, системи перетворення енергії (трансформатори, генератори), пристрої, призначені для захисту від блискавок і т.д. Високоінтенсивні ЕМП призводять до виникнення значних рівнів енергії в електропровідних тілах, що може призводити до їх руйнування. Даний факт робить необхідним створення методів визначення напружено-деформованого стану (НДС) електропровідних тіл для подальшої оцінки міцності. Подібні методи мають базуватися на відповідних моделях термомеханіки суцільного середовища. Розвиток подібних моделей термомеханіки викликано як потребами теоретичного так і практично-прикладного плану. Проблеми врахування зв'язаних полів постають при розв'язанні задач у рамках: теорії п'єзоелектрики (п'єзомагнетизма і п'єзонапівпровідності) тіл завдяки широкому використанню електромеханічних перетворювачів енергії; теорії магнітопружності, яка досліджує механічну поведінку (зокрема, стійкість та міцність) електропровідного тіла в сильному магнітному полі; теорії поширення хвиль в деформованому тілі з урахуванням зв'язку між механічними і електромагнітними полями (для проблем геофізики і сейсмології і для розвитку неруйнівних методів контролю в елементах конструкцій); теоретичних основ теплової обробки тіл, що використовує зовнішнє електромагнітне випромінювання (високої і ультрависокої частоти). Вплив ЕМП на електропровідне тіло може моделюватись за допомогою введення електромагнітних сил та моментів. Рівні сил, які викликаються „магнітною" складовою ЕМП є набагато вищими ніж ті, які викликаються „електричною" складовою. Тому, для задач, в яких головною метою є оцінювання конструктивної міцності основою може служити теорія магнітопружності. Основи теорії магнітопружності з урахуванням ефектів зв'язаності ЕМП і механічних полів напружень і деформацій в рухомому електропровідному тілі (у загальному випадку тіло є поляризованим і таким, що намагнічується), були закладені в роботах Кнопоффа і Чад вика. Вони розглядали поширення пружних хвиль з урахуванням магнітного поля Землі. Відзначимо, що існуючи аналітичні та напіваналітичні методи розв'язання задач деформування електропровідних тіл за наявності ЕМП добре розроблені лише для тіл канонічної форми. Вони можуть використовуватись при аналізі реальних конструкцій лише як оціночні. Також слід відзначити, що лише у малій кількості літературних джерел розглядаються питання створення методів аналізу або оцінювання конструкційної міцності тіл підданих впливу ЕМП. Таким чином, створення ефективних методів аналізу пружно-пластичного деформування електропровідних складених тіл з метою подальшого оцінювання їхньої конструкційної міцності є актуальною науково-практичною проблемою.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ НДС И ТЕПЛОГЕНЕРАЦИИ В ЭЛЕМЕНТАХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Ларин А.А., Петрова Ю.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехниеский институт», г. Харьков

На пневматическую шину в процессе эксплуатации действует большое количество внешних нагрузок, вызванных различными факторами, среди них: внутреннее давление, вертикальная нагрузка от веса автомобиля, усилия, возникающие в области контакта с дорогой и т.п. Определение напряженно-деформированное состояние (НДС), возникающего под действием таких нагрузок представляет собой сложную научно-техническую задачу. Моделирование таких конструкций осложняются рядом особенностей, а именно, наличием с ортотропными свойствами материала, геометрической и физической нелинейностью, контактным взаимодействием.

Однако, при эксплуатации, помимо деформационных процессов в элементах шин, возникает теплогенерация. Теплогенерация возникает в результате деформирования и ведёт к самонагреву шины. Нагревание резиноподобных материалов вызывает существенное изменение механических свойств, что, в последствии, влияет на НДС. В свою очередь, изменение напряженного состояния приводит к изменению скорости процесса теплогенерации. Поэтому, необходимо исследовать НДС и теплогенерацию как взаимосвязанные процессы.

Таким образом, построение моделей, которые учитывают взаимосвязь НДС и теплогенерации в элементах шин (резиновых и резинокорных) является важной и актуальной на данный момент научной задачей.

Для решения этой задачи необходимо построить модель пневматической шины, провести расчет её НДС, используя метод конечных элементов (КЭ). Определить циклы напряжений и деформаций.

Принимая во внимание указанные выше особенности моделирования шин, для снижения размерности КЭ задачи рационально использовать метод многомасштабного моделирования. На основе полученных циклов деформаций, необходимо определить скорость деформирования и, в конечном счете, построить модель, учитывающую взаимное влияние тепловых процессов и НДС.

АНИЗОТРОПНАЯ ПОЛЗУЧЕСТЬ МНОГОПРОХОДНОГО ШВА

Львов И.Г.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Эффекты повреждаемости со временем в сварных соединениях, работающих при высоких силовых и температурных нагружениях, обнаруживались на протяжении многих лет. Мониторинг в процессе эксплуатации конструкций показал, что сварные конструкции склонны к ползучести и усталостному повреждению[1]. Кроме того, механические свойства в зоне сварного шва зависят от направлений [2]. Поэтому, чтобы предсказать поведение этих конструкций необходимо рассмотреть модели анизотропной ползучести. Эта работа посвящена численному моделированию анизотропной ползучести в сварных конструкциях из легированных сталей 9Cr1Mo.

Исследование сварных конструкций в этой работе разделено на три масштабных уровня: макроуровень – уровень исследования конструкций, мезоуровень – уровень сварного соединения, и микроуровень – уровень металла шва и его микроструктуры. В работе предложен метод расчета сварных конструкций с учетом влияния неоднородности металла сварного шва. Разработана методика исследования микроструктуры металла многопроходного сварного шва как неоднородного материала и описания его неупругого поведения на основе уравнений состояния анизотропной ползучести.

Для моделирования ползучести эквивалентного гомогенного материала использовались уравнения состояния, предложенные в [3]:

$$\boldsymbol{\sigma}_{eq}^{2} = \boldsymbol{\sigma} \cdot\cdot {}^{(4)}\boldsymbol{B} \cdot\cdot \boldsymbol{\sigma},$$

где ${}^{(4)}\boldsymbol{B}$ – симметричный положительно определенный тензор четвертого ранга.

Предложен метод расчета характеристик материала многопроходного сварного шва на основе принципа эффективной гомогенизации. Определена степень симметрии свойств материала многопроходного шва для найденных характеристик ползучести материала при различном количестве проходов.
Исследовано влияние процессов повреждаемости на время до разрушения свариваемых элементов. Установлено, что параметры ползучести с повреждаемость эквивалентного материала сварного шва соответствуют поведению трансверсально-изотропного материала. Проведен конечно-элементный расчет на ползучесть трубы со сварным соединением.

Литература:

1. *Segle P.* Numerical simulation of weldment creep response / P. Segle – Stockholm: Royal Institute of Technology, 2002. – 90 p.
2. *Altenbach H.* A phenomenological model for anisotropic creep in a multipass weld metal / H. Altenbach, K. Naumenko // Archive Appl. Mech. – 2005. – P. 808–819.
3. *Lvov I.* Homogenisation approach in analysis of creep behaviour in multipass weld / I. Lvov, K. Naumenko, H. Altenbach // Materials Science and Technology. - volume 30. - issue 1. - 2014. - P. 50 – 53

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОБИВАНИЯ

Львов Г.И., Костромицкая О.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Динамические процессы, связанные с пробиванием преград представляют значительный интерес, который обусловлен большой практической важностью решения подобного рода задач. Задачи о пробивании преград возникают в широком круге областей науки и техники и особенно актуальны для проектирования защитных вооружений. Процессы пробивания сопровождаются нелинейными физически и геометрически явлениями контактного взаимодействия ударника и преграды, интенсивным динамическим деформированием и разрушением материалов.

В работе выполнено численное моделирование пробивания металлической пластины пулей (рис.1,2). Задача решается в ANSYS/LS-DYNA.

Проводится сравнение результатов конечно-элементного решения с экспериментальными данными, приведенными в [1]. Установлено, что экспериментальные значения остаточной скорости пули хорошо совпадают с полученными при конечно-элементных расчетах (табл.1). В серии расчетов найден баллистический предел пластины.

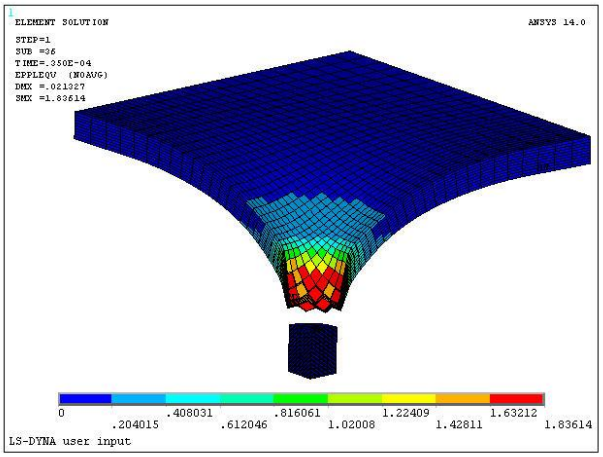


Рис.1 Эквивалентные пластические деформации после пробивания

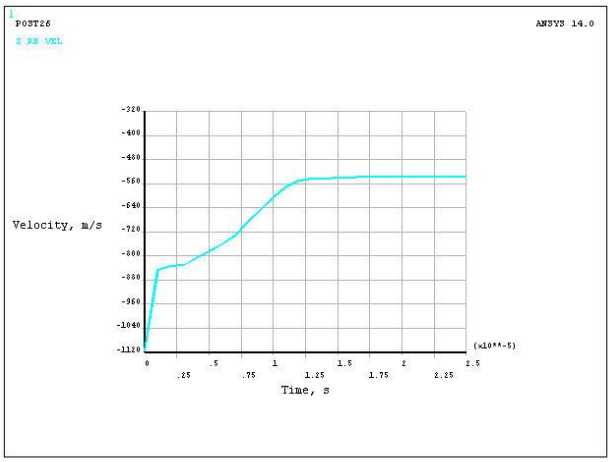


Рис.2 Изменение скорости пули

Таблица 1

Начальная скорость пули (м/с)	Экспериментальная остаточная скорость (м/с)	Расчетная остаточная скорость (м/с)	Погрешность (%)
1115	545	546	0.19

Литература:

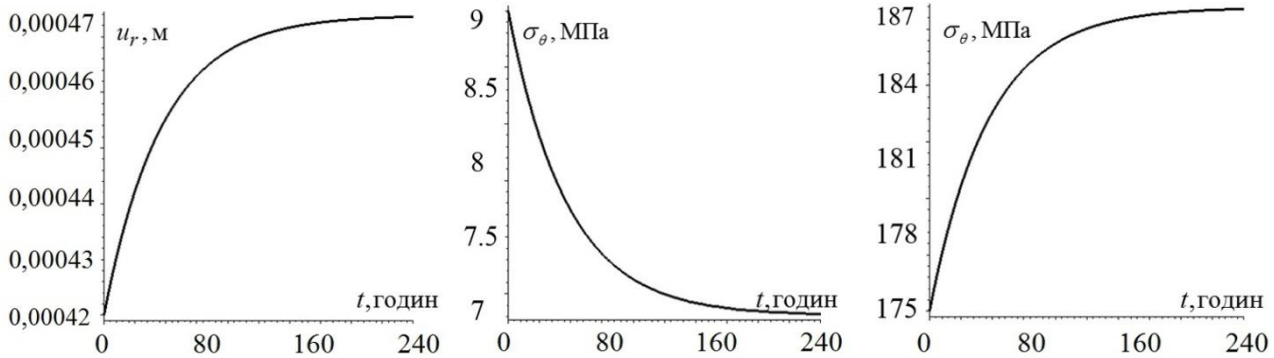
1. Sai Kiran Chelluru. Finite element simulations of ballistic impact on metal and composite plates. // Wichita State University. – 2007. – 114 P.

АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ МЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ДІЛЯНКИ ТРУБОПРОВОДУ ІЗ ПОСИЛЮЮЧИМ КОМПОЗИТНИМ БАНДАЖЕМ

Мартиненко В.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Представлена математична модель нестаціонарного напружено-деформованого стану ділянки сталевого магістрального трубопроводу з довгим ремонтним склопластиковим бандажем із врахуванням ортотропії та в'язкопружних властивостей композиту та умов проведення ремонту. Розрахунки виконані в плоскій вісесиметричній постановці за умови навантаження трубопроводу внутрішнім розподіленим тиском, можлива зміна якого після завершення ремонту моделюється за допомогою запропонованого набору граничних умов та умов спряженості.

Проведений комплексний аналіз впливу анізотропії в'язкопружних властивостей матеріалу на зміни в кінематиці напружено-деформованого стану. На рис. 1а, 1б, 1в показані залежності відповідно радіальних переміщень, окружних напружень в бандажі та окружних напружень в трубопроводі від часу в місці контакту цих конструктивних елементів для випадку нанесення композитної накладки на ненавантажену ділянку.



а) б) в)

Рис. 1 Результати розрахунків у часі

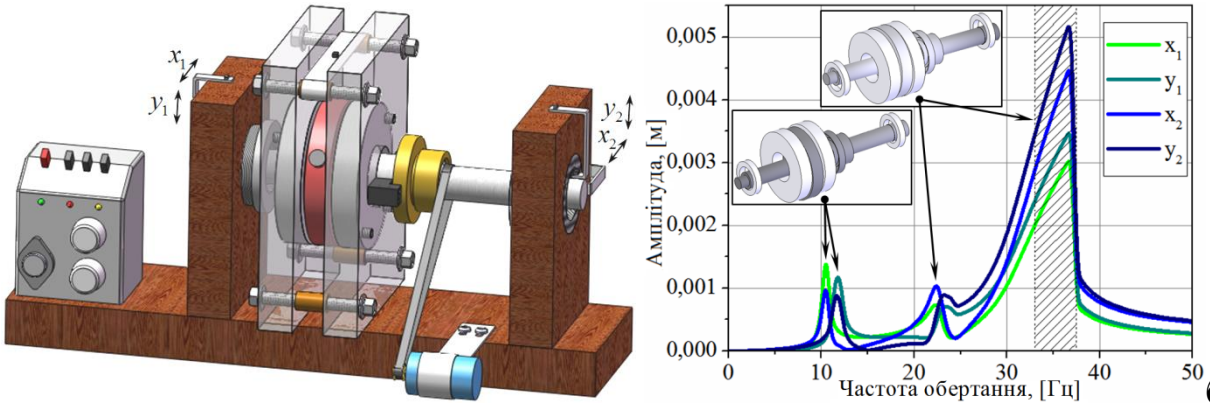
Розроблена аналітична модель надає широкі засоби моделювання кривої в'язкопружних властивостей матеріалу, а також дозволяє визначити вплив релаксації напружень у бандажі на міцність конструкції, що особливо важливо у разі наявності дефектів у стінках ділянки трубопроводу, що ремонтується. Запропонований підхід до розв'язання крайової інтегро-диференційної задачі, який включає в себе оригінальні аналітичні та чисельно-аналітичні методи, дозволяє отримувати результати без залучення ресурсномістких скінченно-елементних алгоритмів та поширювати його застосовність на більш складні випадки напружено-деформованого стану конструкції, що розглядається. Отримані результати в комбінації із можливістю геометричної та фізичної параметризації аналітичної моделі можуть бути використані при проведенні оцінок в першому наближенні доцільності ремонту трубопроводу за допомогою бандажування композитними накладками при фіксованому наборі розмірів, характеристик матеріалу та умов нанесення бандажа.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЯВИЩ РОТОРНОЇ ДИНАМІКИ В СИСТЕМАХ З МАГНІТНИМИ ПІДШИПНИКАМИ

Мартиненко Г.Ю.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'єктом досліджень є динаміка обертового ротора лабораторної установки (рис. 1а), що реалізує його повний магнітний підвіс за рахунок двох радіальних магнітних підшипників на постійних магнітах (МППМ) і одного осьового активного магнітного підшипника (АМП). Експериментальні дослідження з вивчення динамічної поведінки модельного ротора на даній установці проводилися при зміні кутової швидкості обертання в діапазоні від 0 до 3000 об/хв за допомогою приводу від керованого електродвигуна. Для вимірювання частоти обертання ротора в системі використовувався датчик Холла, який видавав імпульси напруги з частотою, пропорційною швидкості обертання. Керуючим елементом була магнітна мітка на диску осьового АМП. Визначення горизонтальних (x_1 і x_2) і вертикальних (y_1 і y_2) відхилень центрів опорних ділянок ротора в МППМ ґрунтувалося на вимірі величин напруженості магнітного поля в зазорах цих підшипників за допомогою датчиків Холла.



а) б)

Рис. 1. Повна геометрична модель лабораторної установки ротора в МП (а) і експериментально отримана амплітудно-частотна характеристика ротора (б)

Результатом серії експериментів є амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), яка представлена на рис. 1б. Вона дозволяє оцінити наявність резонансних режимів в досліджуваній області та вид руху ротора, відповідного різним значенням частоти обертання. Так, виявлено: роздвоєння і першого (10,5 і 12 Гц), і другого (22,5 і 33 Гц) резонансів внаслідок неоднаковою жорсткості МППМ в горизонтальному і вертикальному напрямках (анізотропія опор) через різні положень статичного рівноваги ($x_{1ст}=x_{2ст}=0$, $y_{1ст}$ і $y_{2ст}\neq 0$) відносно центрів підшипників, що виникають при дії сили тяжіння; пряма (10,5 Гц) і зворотна (12 Гц) циліндричні прецесії, а також пряма (22,5 Гц) і зворотна (35 Гц) конічні прецесії (на рис. 1б показані форми коливань, що відповідають цим рухам); зрив коливань з переходом з одного стійкого режиму на інший стійкий режим (на рис. 1б штрихована ділянка). Крім того аналіз результатів дозволив виявити в системі, поряд з гармонічними коливаннями з частотою збудження (обертання), суб- і супергармонічні коливання, кратні суб- і суперрезонанси, а також зв'язок між радіальними і осьовими коливаннями.

МІЦНІСТЬ, КОЛИВАННЯ Й ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КРИШОК ГІДРОТУРБІН

Місюра С.Ю.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Кришка є одним з найважливіших елементів конструкції гідротурбіни, оскільки вона сприймає основні навантаження.

При конструюванні кришок виникає необхідність оцінки їх міцності при аварійних та експлуатаційних режимах роботи та визначення вібраційних характеристик з метою відстройки від резонансних частот.

Крім того, оскільки кришка є найбільш навантаженим і матеріаломістким елементом конструкції, виникає необхідність оптимального проектування кришок з метою зниження маси і напружень при забезпеченні необхідних експлуатаційних характеристик.

В даний час для розрахунку таких конструкцій найчастіше використовуються інженерні методики. Тому розробка уточнених методик і програм для оперативного дослідження динаміки, міцності та оптимізації кришок гідротурбін з урахуванням експлуатаційних та аварійних режимів являє собою актуальну задачу.

Метою роботи є розробка методик дослідження напружено - деформованого стану (НДС) кришок гідротурбін при двох режимах роботи: експлуатаційному та аварійному, визначення вібраційних характеристик з урахуванням впливу середовища, зниження напружень і зменшення її маси.

У роботі на основі методу скінчених елементів розроблена методика для визначення НДС кришки гідротурбіни із застосуванням циклічно-симетричної розрахункової схеми.

Виконано чисельне дослідження власних коливань кришки гідротурбіни у вакуумі і при взаємодії з водою. Проведено розрахунки власних частот при глибині води під кришкою в діапазоні від 0,5 до 20 м. Встановлено, що вплив води на власні частоти проявляється в усьому діапазоні, який досліджується, а зі збільшенням глибини води частота гідропружних коливань знижується.

Запропоновано методику мінімізації максимальних напружень у кришці. Задача оптимального проектування розв’язана градієнтним методом, що використовує скінчено-різницевий аналог градієнта від функції цілі. Розрахунок показав можливість зниження інтенсивності напружень на 34 %, що підтверджує ефективність запропонованого підходу.

При аналізі НДС виявлено, що вихідна конструкція має високий запас міцності, тому була проведена її оптимізація з метою зменшення маси та номенклатури матеріалу.

Оптимальна конструкція має масу на 15,5 % менше, ніж вихідна. Крім того, номенклатура елементів оптимальної конструкції знизилась на п'ять позицій, що є її перевагою. Максимальні напруження в ній на 25 % менше допустимих при товщинах елементів 0,016 м.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТІ

Морачковський О.К.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досліджені термомеханічні процеси в електропровідних тілах, які у разі застосування технології магнітно-імпульсної обробки пружно-пластично деформуються. Тверді тіла, які здатні деформуватися за умов дії теплових та електромагнітних полів, зумовлених розподіленою у навколишньому середовищі системою струмів з густиною j(r, t), де r ñ - радіус, ñ – вектор точки. Залежність індукцій магнітного і електричного полів від відповідних напружень приймають нелінійною. Задача про визначення електромагнітного, температурного і механічного полів у тілі за умов дії зовнішнього електромагнітного поля полягає у розв'язуванні зв'язаної задачі електродинаміки і теплопровідності та задачі неізотермічної термопружної-пластичності. Задача за скінчено-елементним методом зводиться до розв'язування системи рівнянь відносно $\{dq\}$ - глобального вектору приростів вузлових переміщень, щодо відповідних характеристик окремих елементів, які знаходяться з матрично-векторних співвідношень

$$[K]\{dq\}=\{dF\}+\{dP\}+\{dR\},\ \int_{\Omega}(c\frac{\partial T}{\partial t}w+\lambda(\frac{\partial T}{\partial t}\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial T}{\partial t}\frac{\partial T}{\partial t})-Qw)rdrz+\int_{\tilde{A}}\beta(T-T_c)wrd\zeta=0;$$

$$\int_V \mu^{-1}(\frac{1}{r}\frac{\partial(rE_\varphi)}{\partial r}\frac{1}{r}\frac{\partial(rw_1)}{\partial r}+\frac{\partial E_\varphi}{\partial z}\frac{\partial w_1}{\partial z})rdrz+\int_V(\gamma E_\varphi+F_q\frac{\partial E_\varphi}{\partial t}+\varepsilon\frac{\partial^2 E_\varphi}{\partial t^2}+F_p)w_1rdz=0;$$

$$\{d\sigma\}=[C](\{de\}-\{de_r\})+[dC](\{de\}^t-\{de_r\}^t-\{de_p\}^t)+\{Z\}dT;$$

$$\{e\}=[A]\{u\},\{u\}^t=\{u_r,u_z\},\{e\}^t=\{\varepsilon_{rr},\varepsilon_{\varphi\varphi},\varepsilon_{zz},2\varepsilon_{rz}\}$$

Після скінченно-елементної дискретизації співвідношень по просторових змінних отримуємо систему Коші звичайних диференціальних рівнянь щодо невідомих значень напруженостей електричного і магнітного полів та температури у вузлах поділу. Отриману задачу розв'язуємо за допомогою однокрокових багато-параметричних алгоритмів, які дають змогу вести обчислення зі змінним кроком і порядком. Залежності електрофізичних і теплофізичних параметрів від температури апроксимуються інтерполяційними сплайнами, побудованими за точками реальних кривих, які описують поведінку електропровідного тіла, їх обчислюють за значеннями температури на попередньому кроці. що дає змогу адекватніше прогнозувати реальну поведінку матеріалів у широкому температурному діапазоні, отримати оцінку залишкових напружень. Необхідним є врахування температурної залежності електрофізичних і механічних характеристик матеріалу в разі моделювання процесів високотемпературного індукційного нагрівання виробів з феромагнітних сталей. Неврахування такої залежності може приводити до якісної відмінності отриманих розподілів параметрів процесів.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЇ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ТІЛ НЕОДНОРІДНОЇ СТРУКТУРИ

Назаренко С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для адекватного моделювання конструкцій сучасних механіко - технологічних систем їхні розрахункові схеми необхідно розглядати у вигляді уточнених математичних моделей з взаємодіючими елементами різної мірності багатокомпонентної структури і складної форми в умовах дії суттєво нелінійних нестаціонарних полів.

Нові ефективні підходи до оптимізації багатокомпонентних тіл неоднорідної структури при механічних навантаженнях базуються на спеціалізованих процедурах аналізу чутливості та управлінні критеріями якості з використанням ізопараметричних скінченних елементів у двовимірній, квазітривимірній і тривимірній постановках.

Було проведено адаптацію методів нелінійного програмування і теорії оптимального управління до вирішення задач параметричної оптимізації механіко - технологічних систем.

Продемонстровано, що для геометричного уявлення циклічно (поворотно) симетричної конструкції (типа підшипників кочення) достатньо построїти апроксимуючу геометричну модель однієї типової підструктури, а описи решти підструктур виходять з неї перетворенням поворотної симетрії, при цьому враховуються їх характерні властивості.

Навантаження типових підструктур в загальному випадку неоднакове і вимагає індивідуальної апроксимації, так само як і викликані ними деформації і напруження. Аналіз чутливості поворотно симетричної конструкції специфічний тим, що повний комплект варійованих параметрів проектування визначається набором, що описує змінні проектування однієї секції, а функціональні похідні критеріїв по всіх параметрах проектування знаходяться для всієї конструкції. Змінні проектування описують конструктивні матеріали; просторову геометрію конструкції, форму її елементів.

Запропоновано суперелементний підхід, який ефективно можна використати при всебічному аналізу чутливості фрагмента єдиної конструкції, дослідженні мінливих частин за присутності елементів, успадкованих з попередніх видозмін конструкцій. При цьому розмірність об'єднань характерних матриць та векторів навантаження залежить від числа ступенів свободи внутрішньої і граничних областей підконструкції.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРУ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ ТА ФОРМ КОЛИВАНЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА ОСНОВІ МЕТОДУ R-ФУНКЦІЙ ТА СПЛАЙН-АПРОКСИМАЦІЇ

Осетров А.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проектуванні гідротехнічних споруд, таких як арочні греблі, необхідно враховувати можливий вплив сейсмічних сил чи інших динамічних навантажень, що можуть призвести до резонансу та, як наслідок, руйнуванню конструкції. Для відстройки арочної греблі від можливого резонансу необхідні ефективні методи дослідження спектру її власних частот та форм коливань.

Як свідчить аналіз літератури за темою дослідження спектру власних частот та форм коливань арочних гребель [1], тема тільки додає у своїй актуальності, особливо це стосується дослідження гребель, що будуються у сейсмонебезпечних місцинах.

У роботі запропоновано метод дослідження спектру власних частот і форм коливань арочних гребель, у межах котрого гребля моделюється пологою оболонкою. Метод базується на застосуванні класичної теорії пологих оболонок, варіаційного методу Рітца, теорії R-функцій (RFM) [2] та сплайн-апроксимації.

За допомогою запропонованого методу проведене дослідження спектру власних частот та форм коливань циліндричної греблі в Англії [3], що виготовлена з бетону постійної товщини та має складну форму проекції в плані. Задля підтвердження достовірності отриманих результатів, проведене їх порівняння з відомими результатами в літературі [3], отриманими методом МСЕ.

Література:

1. Рассказов Л. Н., Нгуен Куанг Кыонг Собственные формы и собственные значения арочных плотин, «Вестник МГСУ», №2, 2006 - с. 28 – 42.

2. Курпа Л.В. Метод R-функций для решения линейних задач изгиба и колебаний пластин и пологих оболочек. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2009. – 408 с.

3. Dungar, R., Severn, R.T., Taylor, P. 1967 Ninth International Congress on Large Dams.

НЕПЕРЕРВНА ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НА ОСНОВІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ КВАТЕРНІОНА ОРІЄНТАЦІЇ В ФУНКЦІЇ КУТІВ КРИЛОВА

Плаксій Ю.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На етапі проектування системи безплатформеної орієнтації рухомого об'єкту для отримання оцінок похибок алгоритмів визначення орієнтації застосовують аналітичні еталонні моделі обертання твердого тіла, в яких кватерніони орієнтації і квазікоординати (прирости уявних поворотів на такті обчислень) представляються неперервними явними функціями часу. Звичайно такі моделі обмежені випадками конічного руху та регулярної прецесії. Оскільки реальний рух об'єкта не завжди відповідає цим випадкам, для більш детального аналізу алгоритмів необхідно мати інші моделі, що дозволяють протестувати алгоритми в умовах інших випадків обертань об'єкта як твердого тіла.

Представимо модельний кватерніон орієнтації у вигляді, подібному до залежності, яка існує між його компонентами та кутами Крилова:

$$\lambda_0(t) = \cos\varphi(t)\cdot\cos\psi(t)\cdot\cos\theta(t) + \sin\varphi(t)\cdot\sin\psi(t)\sin\theta(t);$$
$$\lambda_1(t) = \cos\varphi(t)\cdot\cos\psi(t)\cdot\sin\theta(t) - \sin\varphi(t)\cdot\sin\psi(t)\cos\theta(t);$$
$$\lambda_2(t) = \cos\varphi(t)\cdot\sin\psi(t)\cdot\cos\theta(t) + \sin\varphi(t)\cdot\cos\psi(t)\sin\theta(t);$$
$$\lambda_3(t) = \sin\varphi(t)\cdot\cos\psi(t)\cdot\cos\theta(t) - \cos\varphi(t)\cdot\sin\psi(t)\sin\theta(t). \qquad (1)$$

де кути повороту є функціями часу, тобто $\varphi(t) = k_1 t$, $\psi(t) = k_2 t$, $\theta(t) = k_3 t$.

Проекції вектора кутової швидкості на зв'язані осі можна отримати з оберненого кінематичного рівняння $\omega = 2\tilde{\Lambda}(t)\circ\dot{\Lambda}(t)$, а квазікоординати модельного руху визначаться як перші різниці компонент вектора позірного повороту

$$\theta_{ni}^{*} = \theta_i(t_n) - \theta_i(t_{n-1}),\ i = 1,2,3, \qquad (2)$$

де

$$\theta_1(t) = -\frac{k_1}{k_2}(\cos 2k_2 t - 1) + 2k_3 t;$$
$$\theta_2(t) = -\frac{k_1}{2(k_3+k_2)}(\cos(2k_3+2k_2)t - 1) - \frac{k_1}{2(k_3-k_2)}(\cos(2k_3-2k_2)t - 1) + \frac{k_2}{k_3}\sin 2k_3 t;$$
$$\theta_3(t) = \frac{k_1}{2(k_3+k_2)}\sin(2k_3+2k_2)t + \frac{k_1}{2(k_3-k_2)}\sin(2k_3-2k_2)t + \frac{k_2}{k_3}(\cos 2k_3 t - 1). \qquad (3)$$

В результаті проведеного чисельного експерименту для кінематичної моделі (1) побудовані траєкторії $\lambda_i(\lambda_0)$ в конфігураційному просторі. Показано, що запропонована аналітична модель (1) – (3) при різних значеннях частот k_1, k_2, k_3 описує достатньо широкий набір рухів твердого тіла, що суттєво відрізняються від випадків конічного обертання та регулярної прецесії. Для відомих алгоритмів визначення орієнтації четвертого порядку за допомогою еталонної моделі (1) – (3) отримані оцінки точності у вигляді похибок дрейфу. Наводяться результати аналізу точності алгоритмів для різних реалізацій моделі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НЕІДЕАЛЬНОЇ ДИСИПАТИВНОЇ СИСТЕМИ В ОКОЛІ РЕЗОНАНСУ

Плаксій К.Ю., Міхлін Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглядається система з неідеальним джерелом енергії та нелінійним віброгасником (рис.1). Динаміка системи (1) досліджена в умовах нестаціонарного режиму у випадках зовнішніх резонансів на власних частотах та у випадку одночасного зовнішнього та внутрішнього резонансів.

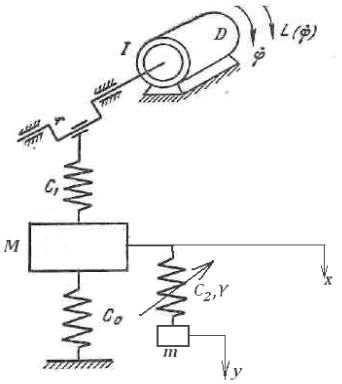


Рис. 1 – Неідеальна система з нелінійним віброгасником

До системи (1) була застосована методика зведення до редукованої системи відносно її повної енергії, арктангенса відношення амплітуд та різниці фаз шуканих розв'язків в околі резонансу. Дослідження редукованої системи на положення рівноваги показало: в околі зовнішнього резонансу з першою власною частотою спостерігається локалізація енергії системи на першій головній координаті, а в околі зовнішнього резонансу з другою власною частотою енергія системи локалізується на другій головній координаті. Виявлено появу нових, так званих перехідних, зв’язаних форм коливань та отримано умови біфуркацій для випадків зовнішніх резонансів: існування перехідних зв'язаних коливань залежить від рівня енергії та параметрів системи і можливе лише для окремих значень часу. В околі таких значень рух пружної підсистеми є близьким до форми зв'язаних коливань. У випадку одночасного зовнішнього та внутрішнього резонансів не спостерігається довготривалої локалізації енергії, відбувається біфуркація – з'являються дві форми зв'язаних коливань, до однієї з яких наближений рух пружної підсистеми. Існування ж локалізованих форм стає у цьому випадку залежним від рівня енергії та значень параметрів системи і можливе для одиничних значень енергії, тобто локалізовані форми для даного випадку стають перехідними.

Отримані умови локалізації енергії на віброгаснику та проаналізовані сприятливі та несприятливі для віброгасіння випадки резонансів.

Достовірність аналітичних результатів підтверджується чисельними та чисельно-аналітичними експериментами.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛАСТЕРНОЙ СТРУКТУРЫ ТРАСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

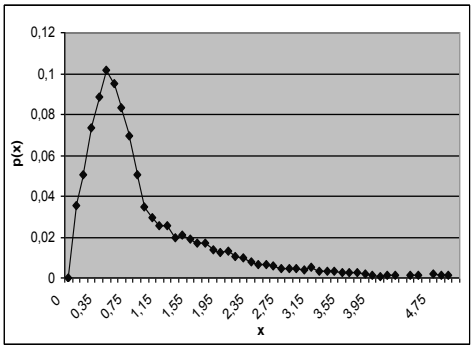
Самилык Е.Ф., Диденко Е.В., Лазурик В.Т.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, г. Харьков

При различных интенсивностях потоков, взаимодействующих на пересечениях, целесообразно применять разные модели описания потоков [1,2]. Так при низком уровне потока в задаче нахождения среднего времени ожидания при случайном прибытии элемента на пересечение, кроме распределения временных интервалов между элементами в потоках [1], нужно знать, как в них группируются интервалы меньше необходимого для пересечения (такие группы назовем кластерами). Для оценки степени влияния разной кластерной структуры на характеристики взаимодействия потоков требуются средства генерации потоков с различными по размеру кластерами при фиксированном распределении временных интервалов. Авторами статьи создано программное обеспечение для генерации потоков с такими распределениями, которые могут быть использованы в качестве входных данных для систем моделирования взаимодействия потоков.

В системе компьютерного моделирования реализована следующая схема генерации распределений временных интервалов. На первом шаге с вероятностью p_c генерируем наличие первого элемента кластера, если полученная случайная величина соответствуют наличию кластера, генерируем кластер размера n_c с внутрикластерными интервалами, распределенными по нормальному закону (со средним значением α). Иначе генерируем (n_c – 1) величин из распределения межкластерного расстояния. На втором шаге разыгрываем (n_c – 1) величин из распределения межкластерного расстояния, чтобы компенсировать сгенерированные кластерные интервалы. Получаемые в результате такого моделирования потоки при различных параметрах n_c позволяют получить одинаковое распределение временных интервалов.

На рисунке 1а изображена гистограмма частот для смоделированного суммарного распределения временных интервалов (выборка 1000, p_c = 0.3 , n_c - 5, среднее значение внутрикластерного интервала - 0.5 и его дисперсия - 0.3, смещение базового распределения межкластерных интервалов – 1).

a) 

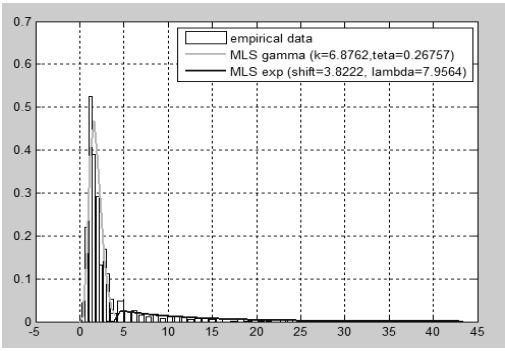
b) 

Рис. 1. a- распределение временных интервалов в суммарном распределении, b - распределение временных интервалов для потока автомобилей, полученное с видео участка дороги (количество элементов 889)

Форма распределения интервалов между элементами в транспортных потоках с явно выраженным пиком в области интервалов небольшого размера и экспоненциальным хвостом, изображенного на рисунке 1а, часто встречается в транспортных сетях (рис. 1b) [2], где присутствуют узлы взаимодействия с модуляцией потока (такие как, перекрестки в улично-дорожной сети). Разработанная система моделирования потоков позволяет формировать различные по размеру кластеры в дискретных траниспортных потоках и может быть использована в системах управления транспортными потоками.

Литература:

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Учеб. пособие для втузов. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
2. May, Adolf. Traffic Flow Fundamentals. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990. – P. 464.

ОДИН З ПІДХОДІВ ДО МАТЕМАТИЧНОЇ ФОРМАЛІЗАЦІЇ РИЗИКУ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

Сєркова Л.Е., Паламарчук О.С.

Черкаський державний технологічний університет, м.Черкаси

Метою системи управляння підприємством є досягнення визначених цілей. При моделюванні функціонування підприємства малого та середнього бізнесу необхідно враховувати ризики, що виникають в процесі його діяльності.

Показник ризику функціонування підприємства в цілому є функція, яка залежить від значень економічних показників, що характеризують процес господарювання, та які визначають експерти для кожного варіанта [1].

Економічний ризик вимірюється за допомогою коефіцієнта ризику k_m, що виражає співвідношення очікуваних величин від'ємних і додатних відхилень економічних показників від запланованого рівня.

$$k_m = M^- / M^+,$$

де M^-, M^+ – очікувані значення економічного показника як випадкової величини, розподіленої за певним законом.

Якщо позначити величину ризику $R_{ij}(x_{ij})$, яку встановлює і-й експерт для j-го варіанта функціонування, тоді кожен j-й варіант на основі експертної оцінки буде мати величину ризику, яка обчислюється за формулою:

$$R_j^l(x_j) = \prod_{i=1}^{l} R_{ij}(x_{ij}),$$

де l – кількість експертів [2].

Варіанти функціонування підприємств малого та середнього бізнесу розглядаються таким чином, що не залежать один від одного, тобто кожен варіант має право на самостійне існування. Тоді при виборі j-го варіанта, величина ризику функціонування підприємства $R_j(x_j)$ буде обчислюватися за формулою:

$$R_j(x_j) = 1 - \prod_{i=1}^{l} (1 - R_{ij}(x_{ij})).$$

В умовах ризикової ситуації система управління підприємством повинна оцінювати не тільки ефект від кожного варіанта дій, але й ймовірність отримання цього ефекту.

Висновок

В системі управління, як системі підтримки прийняття управлінських рішень необхідно оцінювати ризикові переваги, які залежать від багатьох факторів, та враховувати їх при проектуванні інформаційної системи управління підприємствами малого та середнього бізнесу.

Література:

1. Матвійчук А.В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу // Вісник НАН України. – 2010. – № 9. – С. 24-46.
2. Матвійчук А.В. Аналіз і управління економічним ризиком: Навч. посібник / МОН. – К.: Центр навчальної літератури, 2009. – 224 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО РОЗКОЧУВАННЯ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ

Сімсон Е.А., Грозенок Є.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі все більше і більше з'являється машин і механізмів, які використовують підшипники. Довговічність цих машин напряму залежить від довговічності їх вузлів, а саме підшипників. Зовнішнє підшипникове кільце є одним з найбільш вразливих елементів, тому від його якісних та міцнісних характеристик залежить працездатність машини. Технологія виробництва сильно впливає на характеристики деталі, що виготовляється. Однією з таких технологій є процес гарячого розкочування кільця залізничного підшипника. Для дослідження напружено-деформованого стану кільця при цьому процесі, враховуючи зв'язок термо-механічних фізичних полів, необхідно розглянути зв'язану крайову контактну термо-пружнопластичну задачу з урахуванням великих деформацій. Для визначення розподілу температурного поля вирішувалась крайова задача нестаціонарної теплопроводності. В роботі приведена повна система розв’язувальних рівнянь з граничними та початковими умовами.

Моделювання даного процесу проводилося в спеціалізованому, скінченно-елементному програмному комплексі Deform 3D з використанням модуля "Ring-rolling". У даному програмному комплексі було використано метод скінченних елементів із застосуванням методу явного інтегрування за часом системи рівнянь зв'язаної термо-пружнопластичної задачі, отриманих на основі інкрементального незалежного (змішаного) підходу Лагранжа-Ейлера (ALE).

Розглянуто два режима процесу гарячого розкочування. Перший без урахування охолодження кільця, а другий з урахуванням охолодження. У процесі аналізу напружено-деформованого стану показано, що врахування конвективного теплообміну відображає більш фізичну картину процесу виробництва, та облік даного чинника є обов'язковим. Для створення максимально реалістичної та ефективної імітаційної моделі процесу гарячого розкочування кілець підшипника, необхідно враховувати якомога більше факторів, які впливають на деформування кільця в процесі виробництва. Оптимальний вибір параметрів процесу розкочування кільця на базі дослідженнь дозволить забеспечити в кінцевому результаті надійність і довговічність підшипника.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ФИКСАЦИИ ПЕРЕЛОМОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

[1]Сукиасов В.Г., [2]Белинский П.И., [2]Рыжак И.В.

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков
[2]Национальная медицинская академия последипломного образования, г. Киев

Представлены результаты моделирования и конечноэлементного анализа бедренной кости при наличии перелома, под действием физиологической нагрузки, в условиях внутреннего остеосинтеза.

Модель кости построена с учетом неоднородности свойств и включает зоны кортикальной и губчатой ткани. Смоделированы три вида перелома диафизарной области бедра: прямой, косой и оскольчатый. Для каждого вида перелома выполнена компоновка фиксатора в соответствии с тремя способами остеосинтеза. Первый способ предполагает применение интрамедуллярного стержня Кюнчера. Два других способа являются комбинированными и сочетают стержень Кюнчера с приспособлениями в виде накостных пластин. При этом в одном из этих вариантов (полноконтактная фиксация) пластина целиком прилегает к кости и крепится к ней с помощью шурупов. Особенность второго варианта (многоплоскостная фиксация) состоит в том, что фиксатор состоит из пластины и скрепленных с ней винтами двух полуколец, которые, в свою очередь крепятся к кости шурупами. При этом шурупов требуется значительно меньше, чем в первом варианте. Данный способ существенно снижает негативный эффект от традиционной полноконтактной фиксации, обусловленный большой поверхностью соприкосновения кости с металлической пластиной и травмирующим воздействием шурупов. Кроме того, большой угол между осями шурупов при креплении через полукольцо способствует надежности фиксации, снижая риск отделения от кости за счет лизиса костной ткани.

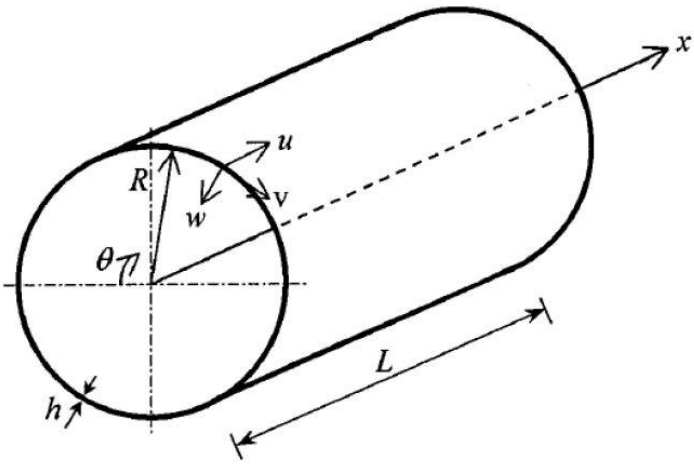
Цель анализа состоит в количественной оценке уровня напряженного состояния фиксатора и кости под действием осевого сжатия, поперечного изгиба в двух плоскостях, а также кручения вокруг оси бедра. В расчетной модели нагрузка прикладывается со стороны тазобедренного сустава, а закрепление сборки осуществляется на поверхностях коленного сустава, соприкасающихся с берцовой костью. Сопоставление различных способов фиксации выполняется как с точки зрения напряженного состояния частей модели, так и в отношении жесткости фиксации. Жесткость вдоль оси и в поперечных направлениях оценивается по взаимному смещению контрольных точек на примыкающих друг к другу торцевых поверхностях фрагментов кости, ротационная жесткость – по взаимным углам поворотов вокруг оси бедра. Важным требованием является обеспечение микроподвижности фрагментов в зоне перелома. Моделирование взаимной подвижности фиксатора и шурупов, а также возможного соприкосновения фрагментов кости основано на решении мультиконтактных задач.

MODEL OF CANTILIVER CYLINDRICAL SHELLS VIBRATION WITH GEOMETRICAL NONLINEARTITY

Taherzadeh H., Avramov K.V.
National Technical University
«Kharkov Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

The model of cantilever cylindrical shell vibrations is treated. The eigenmodes of linear vibrations are obtained by Rayleigh- Ritz method. This is the first step for analysis of nonlinear problem. The expression of the potential shell energy is obtained by using the nonlinear strain-displacement relationship. In the nonlinear analysis the full expression for potential energy contains the terms up to the fourth order. The nonlinear dynamical system is obtained by using the Lagrange equation. For reduction the number of degrees of freedom the longitudinal and circumference displacements is considered quasi statically.

The harmonic balance method is used to analyze the system free vibrations.



References:

1.Amabili.M, Nonlinear vibrations and stability of shells and plates//Cambridge University Press **2.** Hayashi.C, Nonlinear oscillations in physical systems //McGraw-Hill Book Company ,1964 **3.** Leissa.A.W. Vibration of Shells //NASA SP-288, Government Printing Office, Washington DC, 1973.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СУДНА СМЕШАНОГО «РЕКА-МОРЕ» ПЛАВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ ДНЕПРО-БУГСКОГО ЛИМАНА

[1]Терлыч С.В., [2]Несин Д.Ю.

[1]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (Херсонский филиал), г. Херсон

[2]Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Важной морской транспортной и стратегической магистралью Украины является путь между портами Днепро-Бугского бассейна и Черным морем. Одной из значимых проблем этого морского пути является его мелководность и сплочёность льда в зимне-весенний период навигации. Движение судов в таких условиях представляет специфический процесс, что вызывает сложный характер.

Следует отметить, что в указанном районе плавания наиболее часто используются сухогрузные суда типа «река-море», что обусловлено грузопотоками в данном регионе.

Исследование сопротивления воды движения судов смешаного плавания базируется на гипотезе деления полного сопротивления судна на составляющие, каковыми являются сопротивление трения воды, воздуха; сопротивление остаточное, сопротивление льда.

Условия ледовой обстановки в Днепро-Бугском лимане значительно отличаются от других водоёмов Азово-черноморского бассейна. Это связано с глубинами фарватера, отношением ширины лимана к ширине фарватера, а также наличием специфических водорослей.

Общая задача сводиться к определению суммарного коэффициента трения подводной и надводной частей корпуса судна и его элементов. Данную величину можно рассчитать по зависимости:

$$\zeta = \zeta_{ТР} + \zeta_{ТРКР} + \zeta_{ШЕР} + \zeta_{ОСТ} + \zeta_{ВЧ} + \zeta_{АЭР} + \zeta_{ВОЛН} + \Delta\zeta \ ;$$

Все элементы, за исключением $\Delta\zeta$ возможно получить с применением известных методов теории корабля. Коефициент трения сопротивления ледовой шуги $\Delta\zeta$ предлагается определить путём математического моделирования с применением балловых оценок.

Литература:

1. Романовский, В.И. Применение математической статистики в опытном деле [Текст]/В.И. Романовский// М.: Государственное технико-теоретическое издательство, 1947. – 344 с.

2.Каиров, А.С. Перспективы автоматизированного проектирования машин в системе SOLIDWORKS [Текст]/А.С. Каиров, Д.В. Рукавников// Автоматизация судостроительного производства и подготовка инженерных кадров: состояние, проблемы, перспективы, Николаев: НУК, 2007. – с. 64-65.

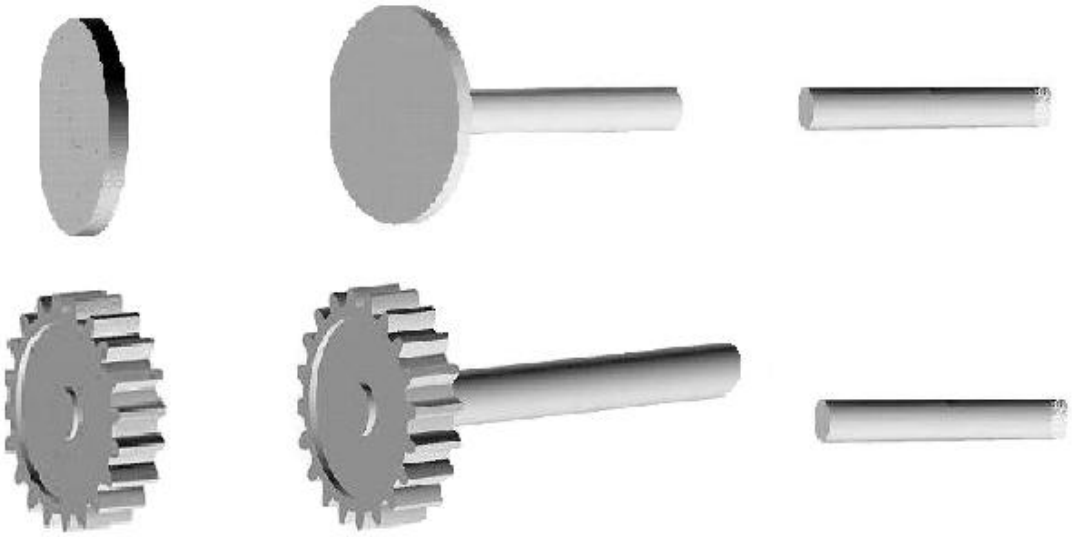
ДИНАМІЧНЕ СУПЕРЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВАЛІВ ТРАНСМІСІЙНИХ МАШИН В ANSYS

Томін О.С., Грищенко В.М.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», м. Харків

Статистичні дані масової експлуатації трансмісійних машин показують, що має місце передчасний вихід з ладу силових передач не дивлячись на помірне статичне навантаження. Це приводить до необхідності аналізу динамічної напруженості, зокрема, розрахунків крутильних коливань та інших процесів. Трансмісії машин представляють собою в загальному випадку складний розгалужений кінематичний ланцюг, в склад якого входять такі деталі та вузли як колінчастий вал, муфти, маховик, зубчасті колеса, планетарні механізми, коробки передач і таке інше.

Використання комп’ютерних технологій значно скорочує час проектування, є передумовою автоматизації процесу розрахунків. Практичний досвід рішення складних задач механіки показав, що ефективним методом їх розв'язання є чисельний МСЕ реалізований в програмному пакеті ANSYS. Поряд з цим вже зараз при обчисленнях складних конструкцій МСЕ виникають ускладнення через значне зростання розміру задач.

В роботі розглядається підхід використання сконденсованих рівнянь конструкції пониженого порядку на основі рівнянь окремих елементів в формі суперелементів для подальшого застосування в проблемі дослідження динамічних процесів в трансмісійних машинах. Перший крок на шляху реалізації наміченого підходу полягає в побудові СЕ – рівнянь окремих елементів засобами ANSYS після декомпозиції конструкції. Для виявлення особливостей реалізації такого підходу розглянуто спектри частот модельних задач з використанням параметричних суперелементних моделей вала трансмісії, реалізованих в ANSYS.



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

Ульянов Ю.Н., Мисайлов В.Л.
Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

Повышение энергоэффективности ветрогенераторов (ВГ) связано с обеспечением их адаптации к изменчивому набегающему ветровому потоку [1].

В докладе рассматривается способ получения заблаговременных данных о ветре и его техническая реализация. Полученные ветровые данные с горизонтальной дальности порядка 200 м. являют собой входную информацию для системы автоматического регулирования ВГ с базовым компьютером.

Существо разработанного способа горизонтального неконтактного ветрового зондирования состоит в использовании в качестве зондов коротких акустических посылок, излучаемых в горизонтальной плоскости. Сопровождение акустических посылок импульсно-доплеровским радаром позволяет получить подробные данные по скорости и направлению ветрового потока практически в реальном времени со всех участков дистанции в 200 метров, начиная от ветроколеса. Таким образом, реализуется оригинальный способ горизонтального радиоакустического зондирования (ГРАЗ) [2].

Особое внимание в работе уделено акустической части устройства реализации, его кольцевому излучателю, работающему в параметрическом режиме с угловым сканированием. Рассмотрены вопросы акустической экологии и электромагнитной совместимости, а также конструкции и размещения новых элементов на типовом ВГ. (рис. 1).

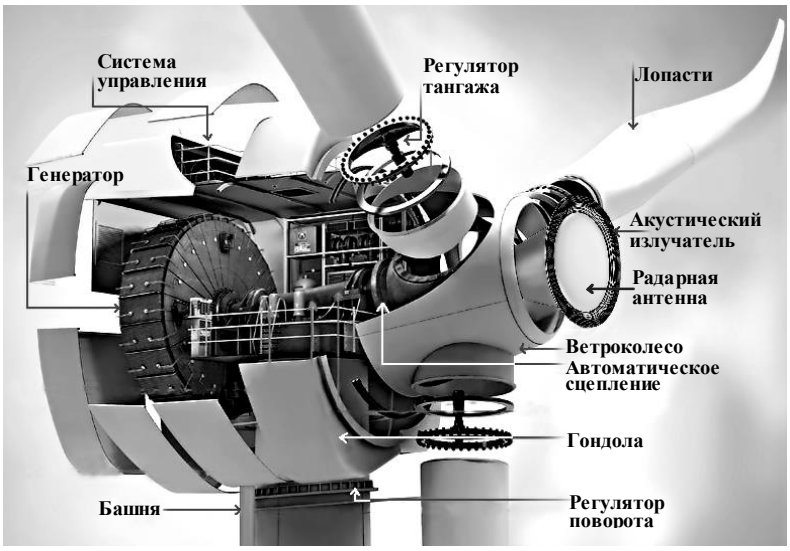


Рис. 1. Размещение элементов ГРАЗ на типовом ВГ.

Литература:

1. Мисайлов В.Л., Ульянов Ю.Н. Возможности повышения коэффициента использования энергии ветра в ветроэнергетических установках с горизонтальной осью вращения ветроколеса. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології.– 2013.–№42 (948).С.17-22.
2. Ульянов Ю.Н., Горизонтальное радиоакустическое зондирование для измерения скорости ветра для ветроэнергетических установок. / Мисайлов В.Л., Мартыненко Г.Ю. // Збірник наукових праць. Системи обробки ін-формації. Харківський університет Повітряних Сил. – 2011. – №2 (92). С.168-172.

НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА НА РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОПОДШИПНИКАХ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ДИСБАЛАНСА И ВИБРАЦИИ ОПОР

Филипковский С.В.

Харьковский национальный атомобильно-дорожный университет, г. Харьков

Высокооборотные роторы, для которых недопустимы раскрытие и закрытие зазоров между шариками и канавками качения в подшипниках устанавливают в радиально-упорных шарикоподшипниках с предварительным поджатием. Таковыми являются роторы гироскопических приборов, турбохолодильников самолётов, центробежных насосов силовых установок и др.

Упругие силы этих подшипников описываются нелинейными функциями виброперемещений. В [1] исследованы свободные колебания таких роторов. В [2] и [3] рассмотрены вынужденные колебания таких роторов, вызванные дисбалансом, и влияние на амплитуду колебаний демпфирования и угла контакта шариков в радиально-упорных шарикоподшипниках.

В летательных аппаратах и морских судах опоры агрегатов подвержены воздействию вибраций планера аппарата или корпуса судна. Целью настоящей работы является исследование колебаний ротора на подшипниках с предварительным поджатием, вызванные одновременным действием дисбаланса и вибрации опор.

Исследованы колебания жёсткого ротора с дисками, которые закреплены на валу с эксцентриситетом и несимметрично относительно опор. Опоры вибрируют с частотой того же порядка, что и собственные частоты колебательной системы. Нелинейная модель шарикоподшипника получена на основе теории контактных напряжений Герца. Амплитудно-частотная характеристика построена методом продолжения по параметру с итерационным уточнением результатов методом Ньютона.

Анализ численных расчётов показал, что амплитудно-частотная характеристика мягкая и имеет несколько резонансов, частоты которых относятся как целые числа. На всех ветвях характеристики имеются области неустойчивых режимов. На левых ветвях наблюдаются седло-узловые бифуркации, а на правых ветвях – бифуркации рождения двумерного тора и бифуркации удвоения периода.

Литература:

1. Филипковский С.В. Свободные нелинейные колебания многодисковых роторов на шарикоподшипниках / С.В. Филипковский, К.В. Аврамов // Проблемы прочности. – 2013. – № 3. – С. 86–96.
2. Филипковский С.В. Вынужденные нелинейные колебания жесткого ротора на подшипниках качения / С.В. Филипковский // Вестник Севаст. нац. техн. ун-та.– 2011.– Вып. 120. С. 22–26.
3. Филипковский С.В., Нелинейные колебания ротора на радиально-упорных шарикоподшипниках / С.В. Филипковский, А.С. Беломытцев // Вестник Харьк. нац. автомобильно-дорожного ун-та.– 2014.– Вып. 64. С. 66–73.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА КОСТНУЮ ТКАНЬ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Хавин В.Л.[1], Лавриненко И.С.[1], Лавриненко С.Н.[1], Мамалис А.Г.[2]

[1] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

[2]Project Center for Nanotechnology and Advanced Engineering, NCSR "Demokritos", Greece

При сверлении живой костной ткани в процессе хирургического вмешательства очень важным фактором является необходимость уменьшения величины составляющих силы резания и уменьшение крутящего момента для снижения травмирующего воздействия.

Вопросы моделирования условий силового взаимодействия заборной части сверла и костной ткани в литературе практически не освещены. Для создания адекватной модели, которая может быть использована для расчета величины осевой силы и крутящего момента при сверлении кости учитывалось силовое взаимодействие режущих кромок сверла, перемычки и дополнительное осевое усилие, связанное с эвакуацией срезанного материала из зоны резания. При моделировании также необходимо учитывать, что в сечении костная ткань неоднородна и состоит из твердого плотного наружного кортикального слоя и сравнительно мягкого пористого канцеллярного (спангиозного) внутреннего слоя, а также то, что толщина и плотность этих слоев на разных участках кости вдоль ее оси неодинаковы. То есть при расчете силы резания необходимо учитывать, в какой именно части кости осуществляется процесс сверления. Основываясь на результатах работы [1] нами предложена модель расчета результирующей осевой силы F_1 и крутящего момента M_1 при сверлении двухкомпонентного костного материала без учета дополнительной составляющей F_2 от внедрения перемычки сверла в обрабатываемый материал. Данная модель может быть выражена:

$$F_1 = a \cdot \sin\varphi \cdot \tan\varphi\,(u_1 x_1 + u_2 x_2), \qquad (1)$$

$$T_1 = \frac{a}{2} \cdot \tan^2\varphi \left[u_1 x_1 (x_1 + 2x_2) + u_2 x_2^{\,2} \right], \qquad (2)$$

где a – скорость осевой подачи, мм/об;

2φ – угол при вершине сверла в плане, град.;

u_1, u_2 – удельная энергия резания для наружного слоя и сердцевины кости, соответственно.

Литература:

1. Allotta B., Giacalone G., Rinaldi L. A hand-held drilling tool for orthopedic surgery. // IEEE/ASME Transactions of Mechatronics, 1997. – V. 2. – № 4. – P. 553–559.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБРОБЛЮЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ УДАРІ

Ягудін Д.С., Сімсон Е.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оброблюючий інструмент, який представляє з себе «лапу» складної геометричної форми та складений з багатьох елементів, є найважливішою складовою агрегату з точки зору міцності. Його робочі частини сприймають на себе основну долю руйнуючих навантажень. При проектуванні оброблюючого інструменту виникає багато питань, пов'язаних з визначенням небезпечних зон руйнування при динамічному навантаженні. В якості досліджуваної частини виступають навесні робочі елементи інструменту «лапи», яка являє собою каркас трьовимірної конструкції. З точки зору міцності та довговічності доцільно розглянути напружено-деформований стан навесних робочих елементів та усієї «несучої лапи» при ударній дії. З цією метою пропонується розглянути динамічну пружнопластичну контактну задачу. Досліджується ударний процес при низькій швидкості. В результаті оцінюється яким чином деформується інструмент та визначається рівень пластичних деформацій. При розв'язанні крайової нестаціонарної пружнопластичної задачі враховується, що окремі частини інструменту виготовлено з різного матеріалу. Таким чином враховуються різні межі плинності для визначення білінійного кінематичного зміцнення матеріалів. В якості критеріїв якості пропонується розглянути напруження, які виникають в разі динамічного навантаження.

За допомогою програмного комплексу Pro/ENGINEER побудовано розрахункову схему оброблюючого інструменту. На наступному етапі 3D модель імпортується в програмний комплекс ANSYS та моделюється задача динаміки.

Після вирішення динамічної мультиконтактної задачі методом Ньютона-Рафсона отримуємо розподіл напружень в контактних зонах. Визначені результати свідчать про виникнення пластичних деформації в «несучій лапі», що є неприйнятним. З точки зору того, що «несуча лапа» повинна мати набагато більший робочий ресурс ніж робочі елементи, то в останніх можуть допускатися пластичні деформації при ударному навантаженні. Це пов'язано з матеріальними затратами на виробництво. Пропонуються рекомендації по зміні геометрії навісних робочих елементів для уникнення пластичних деформації на поверхні «несучої лапи». Додатково оцінюються напруження в зоні з'єднань інструменту. Значення цих напружень доводять, що така конструкція кріплення повністю задовольняє технічному завданню.

СЕКЦІЯ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

РАЗВИТИЕ КРАНОСТРОЕНИЯ В УКРАИНЕ

Андреев М.В., Григоров О.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

На сегодняшний день краностроение в нашей стране имеет низкий уровень развития. В большей степени на это влияют отсутствие конструкторских разработок близких к мировому уровню, низкий технологический уровень изготовления и монтажа, несоблюдение требований эксплуатации. Более 90% используемого оборудования отслужило свой нормативный срок, некоторое даже несколько раз. Количество ввода в эксплуатацию новой техники не обеспечивает компенсацию естественного старения уже работающей. [1]

Анализ предложений украинского рынка заводов-производителей показывает растущую направленность на модернизацию устаревших машин с целью продления срока службы и улучшения технических параметров. Подобная тенденция отслеживается и у лидеров мирового краностроения, таких как финская фирма «KONE» и немецкая «DEMAG». Однако нормы обеспечения промышленной безопасности, действующие в этих странах, предусматривают, в случае эксплуатации предприятием физически изношенного и морально устаревшего оборудования, оформления страховых полюсов. Это приводит к профессиональному и тщательному аудиту, квалифицированному техническому обслуживанию. [2]

Основными задачами на пути к развитию рынка подъемно-транспортного оборудования в Украине являются стабильная работа механизмов страхования коммерческих рисков и гражданской ответственности владельцев объектов повышенной опасности и введение прямого действия нормы Европейских директив безопасности для производителей грузоподъемного оборудования. [3]

Литература:

1. Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 304 с.
2. Directive 2006/42/EC of the European parliament and of the council.
3. ВЕРХОВНА РАДА УКРАЇНИ [офіційний веб-портал] / Законодавство України, 1994-2014. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2245-14.

ПОБУДОВА ІЄРАРХОРИЧНОЇ МОДЕЛІ ГІДРОАГРЕГАТА ЖИВЛЕННЯ

[1]Андренко П.М., [1]Клітной В.В., [2]Панамарьова О.Б.
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
[2]Комп'ютерно-технологічний коледж при Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Одним із сучасних напрямків розвитку промислового устаткування та машин є використання блочно-модульного принципу їх побудови. Для сучасних систем гідроприводів (ГП) одним з таких модулів є гідроагрегат живлення (ГАЖ). Блочно-модульний підхід до проектування ГП дозволяє проводити їх декомпозицію, зменшити кількість степенів вільності, отримати ієрархічну структуру, провести структурний синтез та спростити схемну реалізацію за рахунок мінімізації внутрішніх зворотних зв'язків.

Шляхом декомпозиції ГАЖ за морфологічним принципом нами розроблена його ієрархічна модель яка дозволяє встановити внутрішні і міжрівневі зв'язки елементів на основі базових параметрів, які є визначними для даних зв'язків, рис. 1.

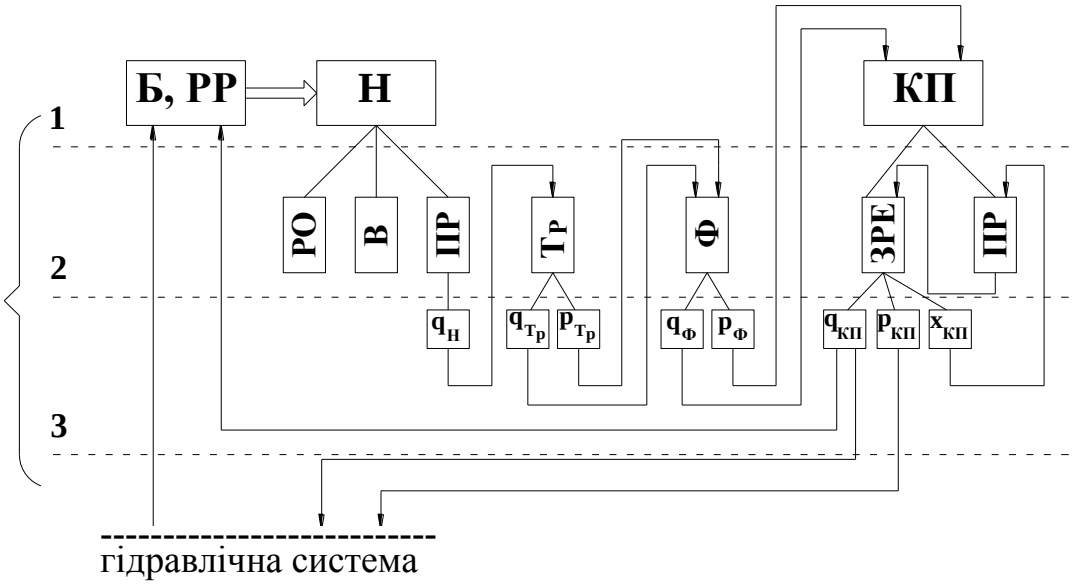


Рис. 1. Ієрархічна модель гідроагрегата живлення:
Б – бак; Н – насос; КП – клапан переливний; РО – робочі органи; В – вал; Тр – трубопровід; Ф – фільтр; Пр – пружина; q_i і p_i – відповідно витрата і тиск на виході i-го гідропристрою; $x_{кп}$ –переміщення запірно-регулюючого елемента (ЗРЕ)

У доповіді наведено реалізацію ГАЖ з різними насосами: шестеренним, пластинчатим, аксіально-поршневим та різними способами монтажу гідравлічної апаратури. Проаналізовано зв'язок схемної реалізації ГАЖ та її енергоефективності. Шляхом розрахунку доведено високу енергетичну ефективність ГАЖ з регульованим аксіально-поршневим насосом та блочно модульним способом монтажу.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАКА

Андренко П.М., Клітной В.В., Піскун М.А.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з стратегічних напрямків розвитку гідравлічних систем та гідроагрегатів є підвищення їх енергетичної ефективності на яку впливає велика кількість факторів. При цьому актуальним є питання визначення ступеня впливу цих факторів на рівень енергоспоживання та шляхи їх мінімізації. Зазвичай такий аналіз проводять за двома напрямами: на рівні гідроапаратів та схемної реалізації яка забезпечує заданий алгоритм функціонування гідравлічної системи.

Потужність на виході з насоса є вхідною потужністю гідравлічної гальмівної системи літака. Далі по шляху енергетичного потоку відбувається його зменшення за рахунок втрат на апаратах гідравлічної гальмівної системи літака: редукційних клапанах, зворотному та човниковому клапанах, дозаторі, педалі ввімкнення гальм, гідроциліндрах, гідророзподільниках, блокувальному крані, антиюзових автоматів, блоку захисту, місцевих опорах та втрат по довжині трубопроводів та на виконавчих механізмах, які враховуються відповідними ККД.

Залишок потужності дорівнює її корисної величини яку спрямовано на гальмування літака. Аналіз роботи гальмівної системи літака показав, що втрати, що відбуваються вздовж енергетичного потоку складаються з двох частин. До першої належать втрати спричинені ККД гідроапаратів та гідравлічним опором ліній та апаратів. Друга складова втрат обумовлена дисипацією енергії на шляху енергетичного потоку від насоса до виконавчого механізму і в зворотному напрямку. Значна частина енергетичного потоку витрачається на дисипацію енергії, від апаратів та трубопроводів, тобто відбувається відведення частини енергії тепловим потоком, яке спричинене різницею температур робочої рідини та середовища.

У доповіді наведено реалізацію гальмівної системи літака з різними джерелами енергії: насос постійної продуктивності, насос постійної продуктивності з пнемогідравлічним акумулятором, насос з регульованою витратою, насос з регульованою витратою та пнемогідравлічним акумулятором, насос з частотним регулюванням продуктивності. Проаналізовано зв’язок схемної реалізації системи та її енергоефективності. Шляхом розрахунку доведено, що найменші енергетичні втрати має система з насосом з частотним регулюванням продуктивності.

Проведений енергетичний аналіз гідроапаратів та трубопроводів гальмівної системи літака. Встановлені шляхи мінімізації в них енергетичних втрат. Розроблена методика носить універсальний характер і цілком може бути використана для оцінки енергетичної ефективності будь-яких гідравлічних систем.

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ

Батиченко О.К., Григоров О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Нанотехнології – це сукупність методів маніпулювання речовиною на атомному або молекулярному рівні з метою отримання наперед заданих властивостей. 1 нанометр (нм). Нанотехнологія практично проникла в усі галузі науки і техніки: фізику, хімію, матеріалознавство, біологію, медицину, екологію, сільське господарство та ін. Прогнозується, що наука про нанотехнології і наноречовини здатна перебудувати всі галузі промислового виробництва, привести до нової науково-технічної революції і вплинути на розвиток соціальної структури суспільства.

Розробка і впровадження нанотехнологій в галузі машинобудування дозволять досягти наступних цілей: 1. Підвищення ефективності виробництва. 2. Створення нових робочих місць. 3. Формування наукового співтовариства, підготовка кадрів і наносистемної техніки. 4. Розвиток нових знань про нові явища і властивості наноматеріалів та їх структуру.

Нанотехнології можуть стати потужним інструментом інтеграції технологічного комплексу в міжнародний ринок високих технологій, надійного забезпечення конкурентоспроможності продукції.

Протягом багатьох років принциповою основою матеріалознавства слугували наступні властивості матеріалу: хімічний склад, реальна структура (тобто дальній і ближній порядок в розташуванні атомів, а також номенклатура дефектів), температура. В останні десятиліття до них додався характерний розмір частки або елемента структури.

У сфері машинобудування та металургії нанотехнології також посядуть провідне місце за виробництва дешевих, легких і міцних наноматеріалів, які згодом витіснять більшість металів, устаткування, сталеливарної продукції.

Проблем в галузі розробки наноматеріалів і нанотехнологій: 1. Формування найбільш перспективних споживачів, які можуть забезпечити максимальну ефективність застосування сучасних досягнень. 2. Підвищення ефективності застосування наноматеріалів і нанотехнологій. 3. Розробка нових промислових технологій отримання наноматеріалів. 4. Забезпечення переходу від мікротехнологій до нанотехнологій і доведення розробок нанотехнологій до промислового виробництва, особливо в галузі електроніки та інформатики. 5. Широкомасштабний розвиток фундаментальних досліджень у всіх галузях науки і техніки, пов'язаних з розвитком нанотехнологій. 6. Створення дослідницької інфраструктури. 7. Створення фінансово-економічного механізму формування обігових коштів у інститутів та підприємств-розробників наноматеріалів і нанотехнологій. 8. Підготовка та закріплення кваліфікованих наукових, інженерних та робітничих кадрів для оновленого технологічного комплексу.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИИ МЕХАНИЗМА ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЛЕТА ПОРТАЛЬНЫХ КРАНОВ

Берников Д.О., Коваленко В.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

На основе экспериментальных данных (портальный кран «Ганц», Клайпедский рыбный порт) и обобщенных данных по эксплуатации (портальный кран КПП-16 (20), Феодосийский морской торговый порт) рассматривается возможность совершенствования рабочих параметров механизма изменения вылета портальных кранов.

Цель работы: оценить эффективность предложенной управляемой тормозной системы и исследовать влияние рабочего хода рейки механизма изменения вылета стреловой системы портального крана КПП 16/20/32-36/28/20 на усилия в элементах металлоконструкции крана при варьировании геометрическими параметрами.

Моделирование выполнено с помощью скриптового языка Lua, позволяющего получить мгновенный результат при изменении расчетной модели.

Предлагаемая модель позволяет исследовать влияние рабочего хода рейки на усилия, возникающее в ней в процессе изменения вылета стрелы.

Приведенные графики наглядно демонстрируют усилия, возникающие в рейке при изменение рабочего хода (вылета стрелы). Полученные результаты позволяют определить фактический режим работы привода механизма вылета на стадии проектирования.

Рис. 1 Графики зависимости усилий в рейке от рабочего хода рейки (изменения вылета стрелы)

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ПРЕСС-ФОРМ НА ОБОРУДОВАНИИ С ЧПУ

БоровиковаМ.Е., Боровиков Д.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

За последние несколько лет были внедрены новые стратегии высокоскоростного фрезерования, которые обеспечивают значительное увеличение съема металла и сокращенный цикл обработки. Эти стратегии нацелены на то, чтобы максимизировать производительность цельного твердосплавного инструмента, конструкция которого позволяет использовать полную рабочую длину режущей поверхности при обработке с большой глубиной резания. Способность глубокого резания может сократить время, необходимое для фрезерования, особенно при увеличении скорости подачи.

Фундаментальные проблемы со стандартной стратегией обработки заключаются в том, что оптимальные режимы резания применяют только при прямолинейном резании. Любые внутренние углы в модели значительно увеличивают угол контакта с фрезой. Для защиты инструмента, это увеличение должно быть сбалансированным, с помощью низкой скорости подачи. Затем пользователь может применить низкую скорость для всей траектории инструмента, что увеличивает время обработки, или постоянно варьировать подачу и скорость, при движении фрезы вокруг модели, что повышает износ как фрезы так и станка.

В то время как большинство методов высокоскоростного фрезерования стремятся к поддержанию постоянной, теоретической интенсивности съема металла, альтернативный подход производит перемещения инструмента с управляемым углом контакта.

Испытания показали, что траектория перемещения, контролируемая контактным углом, позволяет избежать перегрузки фрезы и достичь максимального срока службы инструмента. Ударные нагрузки, вызванные внезапными изменениями угла контакта, также сведены к минимуму.

В новом высокоскоростном фрезеровании при расчете траектории движения инструмента применяется параметр - минимальный радиус. Это гарантирует, что станок обеспечит контроль скорости рабочей подачи в углах и для любой непрямолинейной части траектории инструмента.

Количество сэкономленного времени в новой стратегии обработки зависит от материала и обрабатываемой формы детали, станка и режущего инструмента. Испытаний показали, что достигается экономия времени не менее 40 процентов. Точное влияние на срок службы инструмента с управляемым углом при расчете траектории движения инструмента также варьируется. Новые стратегии обработки могут обеспечивать значительную экономию как времени обработки так и затраты на инструмент, и любая стратегия, которая может делать это заслуживает внимание производств, выпускающих корпусные детали и пресс-формы.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИКЛА ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Вощук Ф.М., Фесенко А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Успешное развитие отечественного машиностроения невозможно без совершенствования операций окончательной обработки, на которых формируются выходные качественные и эксплуатационные характеристики деталей. Наиболее распространенным высокопроизводительным способом получения качественных поверхностей деталей машин является шлифование.

Качество обработки поверхности детали в большинстве случаев характеризуется тремя основными параметрами: точностью размера, формой и шероховатостью. Точность размеров обеспечивается системой активного контроля. Управление процессом по двум другим параметрам в процессе обработки затруднено из-за отсутствия надежных измерительных устройств. Вследствие этого, выполнение требований по точности формы и шероховатости достигается за счет соответствующих структуры цикла и режимов шлифования.

Известно, что рабочий цикл процесса круглого наружного врезного шлифования может существенно меняться в зависимости от требований технологического процесса. Основной задачей при определении структуры цикла является обеспечение стабильных показателей по качеству шлифуемой поверхности при максимальной производительности и минимальных затратах времени на техническое обслуживание рассматриваемой операции.

В работе рассматривается математическая модель расчета параметров переходных процессов для способа шлифования с автоматическим регулированием поперечной подачи. Данный способ разрешает проводить шлифование с дискретным изменением подачи в функции текучего припуска от реального значения врезной подачи к ее конечному значению, которое завершает цикл обработки. Момент отключения подачи после каждого этапа обработки определяют по величине припуска, который контролируется прибором активного контроля.

Результаты проведенного исследования позволяют построить оптимальный по производительности цикл круглого наружного врезного шлифования.

Литература:

1. Ушаков А.Н., Серховец О.И., Фесенко А.В. Математическое моделирование переходных процессов в цикле круглого наружного врезного шлифования // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. - Харків: НТУ"ХШ".-2007. №1, 144с, С.26-32.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДУГИ КОНТАКТА СЕПАРАТОРА С БАЗИРУЮЩИМ КОЛЬЦОМ ПОДШИПНИКА

Гайдамака А.В., Наумов О.І., Божко В.В., Боков В.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Сепаратор роликоподшипников опорных узлов рельсового транспорта является тяжелонагруженной деталью, от надёжной работы которой в значительной мере зависит безопасность эксплуатации. Однако до сих пор отсутствует в полной мере научно обоснованное представление о расчётной схеме конструкции сепаратора роликоподшипников, необходимой для оценки его напряжённо-деформированного состояния. Поэтому в настоящей работе пре-дпринята попытка по уточнению расчётной схемы массивной конструкции сепаратора роликоподшипников в зоне контакта с базирующим кольцом.

Уточнение расчётной схемы сепаратора цилиндрического роликоподшипника выполнено путём замены точечного контакта сепаратора с бортами базирующего кольца дуговым. Определение дуги контакта сепаратора за счёт изменение зазора плавания между сепаратором и базирующим кольцом подшипника осуществляется расчётом сепаратора как статически неопределимой системы на упругом основании методом сил. Для количественной оценки влияния размера дуги контакта на величину изгибающего момента в опасном сечении сепаратора введен коэффициент, характеризующий отношение изгибающего момента в опасном сечении при точечном контакте к изгибающему моменту в том же сечении при контакте по дуге.

Исследовано влияние размера дуги контакта сепаратора с базирующим кольцом подшипника на величину изгибающего момента в сечениях сепаратора в зависимости от нагрузки, жёсткости сепаратора, зазора между сепаратором и базирующим кольцом.

Учёт дуги контакта сепаратора с базирующим кольцом позволит снизить изгибающий момент в опасном сечении сепаратора при его расчёте на прочность.

КИНЕМАТИКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Гайдамака А.В.
Национальний технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Отсутствие моделей кинематики роликоподшипников рельсового транспорта не позволяет проектировать оптимальные конструкции сепараторов, обеспечивающие требуемую долговечность и надёжность подшипниковых узлов колёсных пар. Исследования кинематики роликоподшипников рельсового транспорта необходимы для построения моделей взаимодействия их деталей и разработки моделей динамики.

Поставленная цель достигнута за счёт построения моделей кинематики идеального (без зазоров) и реального (с учётом зазоров, погрешностей изготовления и монтажа) подшипников, обоснования механизма передачи движения от роликов к сепаратору.

Установлено, что кинематику идеального подшипника определяют контактные деформации роликов и колец, а кинематика реального подшипника зависит преимущественно от боковых зазоров в окнах сепаратора. Проведенные исследования кинематики и динамики подшипников качения изменили представления о них как о планетарном механизме, объяснили причину нагружения сепаратора, подтвердили возможность разрушения в эксплуатации.

Впервые предложен механизм передачи движения от роликов к сепаратору роликоподшипников, состоящий в том, что боковой зазор в окне сепаратора уменьшается постепенно – кратно количеству роликов зоны радиального нагружения по мере перемещения сепаратора.

Использование предложенных моделей кинематики роликоподшипников позволит разработать модели динамики,с учётом которых будет предложен метод аналитического расчёта сепаратора для выбора его оптимальной конструкции по критерию прочности.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУЙНУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНІЙ ДІЇ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Гнучих С.С., Добротворський С.С., Добровольська Л.Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метою роботи є моделювання руйнування багатошарових матеріалів при високошвидкісній дії твердосплавних інструментів. Розвиток математичної моделі, яка описує процеси деформації, руйнування у взаємодіючих багатошарових захисних конструкціях і ударника. Чисельне дослідження високошвидкісного взаємодії ударника з комбінованими багатошаровими перепонами, що містять проміжні інертні шари.

Перспективним напрямом посилення проникаючої здатності ударників кінетичної дії є застосування матеріалів комбінованого будови на основі тугоплавких сполук або некласичних матеріалів, наприклад, пористого матеріалу з низькою питомою щільністю [1].

Рішення завдання проведено модифікованим для розв'язання динамічних задач методом кінцевих елементів, реалізованим в пакеті програм для ЭВМ.

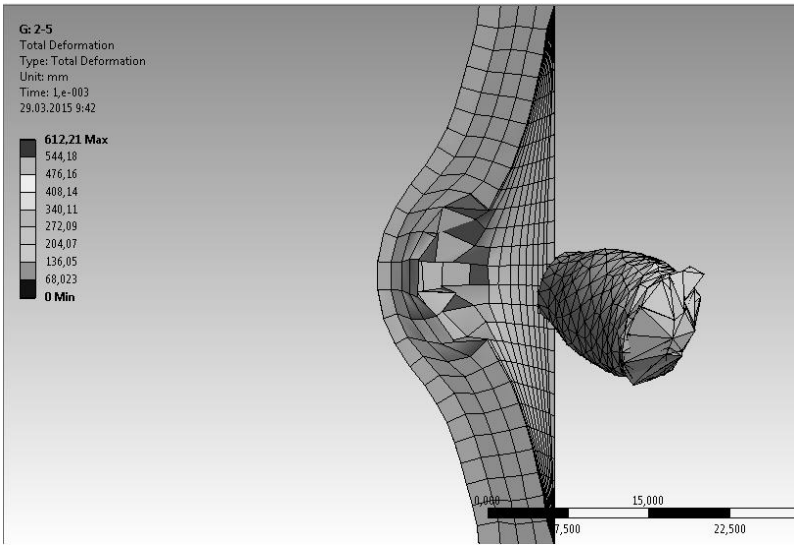


Рис. 1. Проникання в багатошарові пластину циліндричного ударника. Швидкість удару 700 м / с

На рис. 1 наведені результат розрахунку взаємодії сталевих ударників. Збільшення товщини тильного шару перешкоди призводить до припинення формування додаткової тильній опуклості через збільшення інерції шару.

Література:

1. Афанасьева С.А., Особенности высокоскоростного проникания сильно пористого ударника в мишени конечной толщины // Докл. РАН. 1997. Т. 355. №2.С. 192-195.

ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕГУЛЬОВАНОГО ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДА ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Григоров О.В., Зюбанова Д.М., Стрижак В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'ємний регульований привід може знайти широке застосування в логістичних системах, де використовуються крани-штабелери, велосипедні крани, контейнерні перевантажувачі. Найбільш привабливою є можливість зменшення витрат енергії за допомогою гідроприводів. Щоб отримати кількісну оцінку економії енергії, створено стенд [1], який обладнано комплексом датчиків і вимірювально-реєструючою апаратурою.

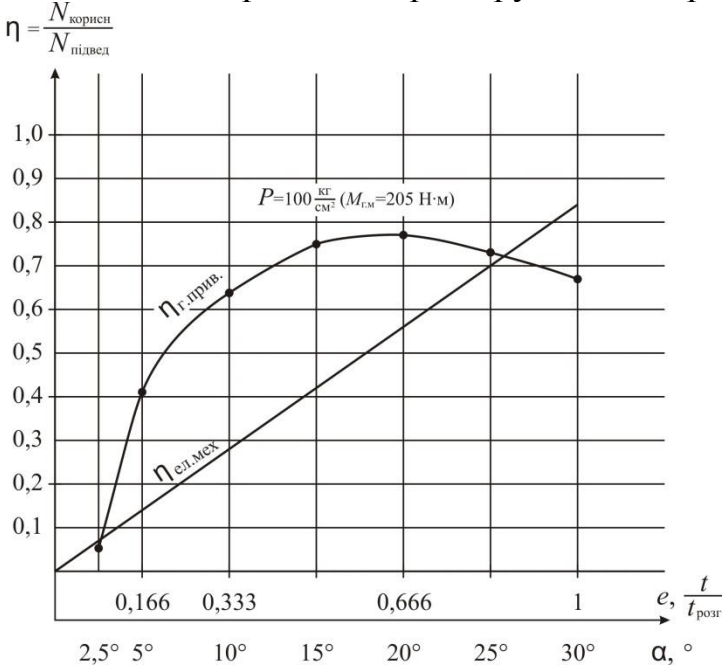


Рис. 1 Залежності ККД гідростатичного η і електромеханічного $\eta_{ел.мех.}$ приводів від від кута повороту люльки насосу α^o, відносної продуктивності *e* і відносної швидкості розгону $t/t_{розг}$

Для порівняння двох приводів – гідравлічного і асинхронного з фазним ротором по результатам експериментальних досліджень побудовано графіки рис. 1, де α^o – кут повороту люльки насосу, Ω/Ω_0 – відносна швидкість, *e* – відносна продуктивність насоса, $t/t_{розг}$ – відносна швидкість розгону.

Графіки свідчать, що на етапі розгону інтегральний η електрогідропривода в 1, разів вищий, ніж інтегральний η електромеханічного привода при номінальному завантаженні. В зоні значень Ω/Ω_0 близьких до нуля цей показник сягає значень 1,64-2,29.

Література:

1 Григоров О.В. Стенд для дослідження регульованого об'ємного привода пересування й повороту / О. В. Григоров, В. В. Стрижак, Д. М. Зюбанова, М. Г. Стрижак // Науково-технічний та виробничий журнал "Підйомно-транспортна техніка", Одеський національний політехнічний університет, 2013 р. – № 3(39). – С. 65-68.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОСТОВОГО КРАНА

Григоров О.В., Степочкина О.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассматриваются особенности экспериментального исследования перекосных нагрузок, действующих на мостовой кран. Исследование производится на специальном стенде. Объектом исследований является уменьшенная модель мостового крана.

Конструкция стенда, а также конструкция модели крана (рис. 1) позволяют выполнить комплесные измерения ряда параметров, имеющих ключевое значение для понимания физики процесса движения. Прежде всего, это боковые силы, действующие на колеса, и сопротивление ребордного трения. Кроме того, имеется возможность изучения влияния поперечного упругого скольжения (крипа) колес. Результаты могут быть проанализированы, а также использованы для изучения работы реального крана благодаря наличию математической модели крана в движении.

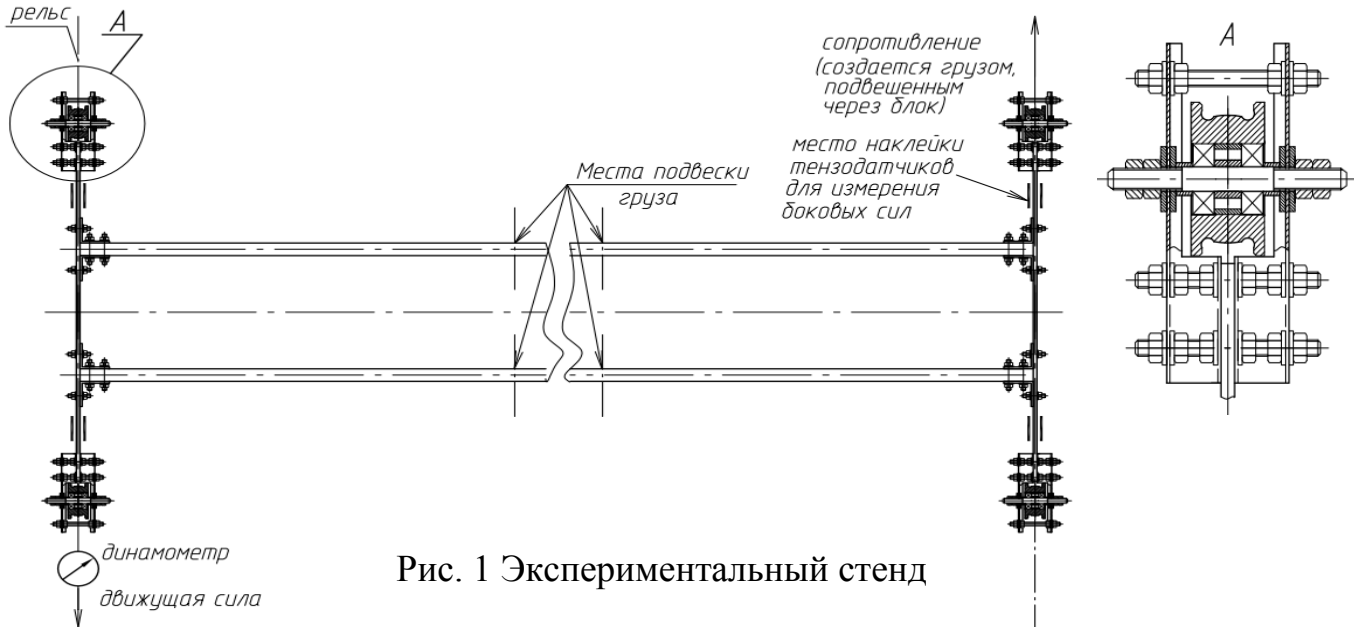


Рис. 1 Экспериментальный стенд

Деформативность и уровень напряжений конструкции крана оптимизированы, что позволяет производить измерения поперечных нагрузок с повышенной точностью. Предусмотрена возможность регулировки установочных перекосов колес, также имеется возможность изменения геометрии рельсового пути. Для измерения поперечных нагрузок используются тензодатчики, включенные в мостовую схему дифференциально. Перекашивающая нагрузка создается посредством груза, соединенного с одной из концевых балок через отклоняющий блок. Для определения угла крипа крану сообщается многократное возвратно-поступательное движение при наличии боковой нагрузки. Выводы о величине крипа делаются на основании замера суммарного бокового смещения крана.

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ИНСТРУМЕНТОВ ПО РЕГЛАМЕНТУ И НОРМАМ СТОЙКОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН

Гуцаленко Ю.Г.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Разработка опирается на полную иерархическую систему ресурсных показателей режущих инструментов [1] и стандартные регламенты испытаний режущих инструментов на стойкость (например, [2]). В расчетах характеристик Q_F и Q_W, используемых системой абсолютных показателей R (см. таблицу), используется информация о нормативной стойкости T, мин, и режимах резания стойкостных испытаний: скорости резания v, м/мин; подаче S_o, м/об, и глубине резания t, м.

Символ	Содержание		Выражение
Q	Производительность съема	Линейного, м/мин	$Q_L = v$
		Поверхностного, м^2/мин	$Q_F = v\, S_o$
		Объемного, м^3/мин	$Q_W = v\, S_o\, t$
R	Ресурс (съем)	Линейный (рабочий путь резания), м	$R_L = Q_L \cdot T \equiv L$
		Поверхностный, м^2	$R_F = Q_F \cdot T \equiv F$
		Объемный, м^3	$R_W = Q_W \cdot T \equiv W$
k_R	Относительный ресурс (относительный съем)	Линейный	$k_{Li} = L_i / L_{\max}$
		Поверхностный	$k_{Fi} = F_i / F_{\max}$
		Объемный	$k_{Wi} = W_i / W_{\max}$

В общем случае расчетного использования полного комплекса оценок k_R (см. таблицу) предпочтение рекомендуется отдавать оценке по k_W, поскольку она входящей в ее состав структурой аналитического отображения объемного съема учитывает наибольшее число независимых факторов влияния и поэтому является наивысшей по значимости в иерархии [1] по сравнению с оперирующей площадями оценкой k_F и оперирующей траекториями оценкой k_L. Апробация методики выполнена в прикладной научно-исследовательской разработке [3].

Литература:

1. Грановский, Г. И. Резание металлов: Учебник для машиностр. и прибостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 1985. – 304 с. 2. Пластины режущие сменные из сверхтвердых материалов. Технические условия : ГОСТ 28762-90 [Межгос. стандарт]. Введ. 1991-07-01. – Переизд. – М. : Стандартинформ, 2005. – 25 с. 3. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заключит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. политехн. ин-т»; рук. А. Грабченко. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303.

ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ ПРИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

Гуцаленко Ю.Г.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Введение сверхтвердой составляющей в виде детонационных наноалмазов (ДНА) в состав металлопокрытия алмазных зерен инструментов алмазно-искрового шлифования (АИШ) открывает новые перспективы в повышении ресурса шлифовальных кругов и технологических возможностей метода.

Ролевая активизация режущих алмазных зерен в электрическом контакте шлифовального круга с обрабатываемой заготовкой в связи с их металлопокрытием с включенными в него ДНА соответствует концепции АИШ по механизму скользящих электрических контактов, в особенности с введением в зону резания дополнительной энергии постоянного электрического тока [1], причем с мягкими электрическими режимами возбуждения электрических разрядов.

Известно, что морфологические образцы ДНА представляют собой полые газонаполненные сферы частиц алмаза с приближенными средними значениями внутреннего и внешнего радиусов оболочки соответственно 1,9 нм и 2,5 нм. Эти частицы, размером до 4-6 нм, кристаллизуются в алмазную фазу, одновременно спекаясь и образуя вторичную фрактальную структуру. При этом аллотропы углерода в них составляют от 84,0 до 89,0 масс. %, а полости внутри частиц суммарно содержат кислород, азот и водород в объеме от 5,4 до 11,3 масс. % [2].

Поэтому можно предположить, что при АИШ протекание электрического тока в объеме металлопокрытия алмазного зерна будет сопровождаться интенсификацией плотности электрического поля вокруг наночастиц алмаза, воспринимаемых аналогично порам в технологиях электроконсолидации керамики под давлением по методу SPS, с повышенной вероятностью электроразрядной атаки газонаполненных полостей внутри наночастиц алмаза, инициацией в них озона из несвязанного кислорода, реализующего повышенную окислительную активность захватом углерода, и т. д. аналогично логистике [3].

Литература:

1. Фадеев, В. А. Алмазное шлифование твердых сплавов с введением в зону резания дополнительной энергии постоянного тока : Дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструменты / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Харьков, 1995. – 273 с. 2. Верещагин, А. Л. Свойства детонационных наноалмазов – Барнаул : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2005. – 134 с. 3. Геворкян, Э. С. Генезис экспансии семикарбида вольфрама в вольфрамокерамических инструментальных композитах горячего прессования с электроконсолидацией нанопорошков на монокарбидной основе / Э. С. Геворкян, Ю. Г. Гуцаленко // Вісн. Нац. техн. ун-ту «Харк. політехн. ін-т». Темат. вип.: Технології в машинобудуванні. – 2010. – № 53. – С. 19-30.

ПРЕДПОСЫЛКИ ВКЛЮЧЕНИЯ МАРКИ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА В СОСТАВ ФАКТОРОВ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Гуцаленко Ю.Г.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

По данным Института сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля НАН Украины [1] разбег углов заострения алмазных зерен одной и той же зернистости, но разных марок, может составлять, например, от 104º (АС2) до 120º (АС6) для зернистости (мкм) 80/63 или от 115º (АС2) до 127º (АС15) для зернистости (мкм) 125/100, и т. д. с преобладанием тенденции увеличения углов заострения синтетических алмазных зерен с увеличением марочного числа (индекса прочности). Для кругов с ориентированным расположением зерен в связке, как это показано в [2-3], это может приводить, например, к весьма существенной дифференциации полноты использования алмазных зерен в круге и ресурсного потенциала инструмента. Так, увеличение марочного числа (индекса прочности) зерен синтетических алмазов в 3…7,5 раза без изменения зернистости шлифпорошка позволяет повысить степень возможного затупления зерен при их использовании в шлифовальных кругах от 20…24% до 42…53% [2], с таким же выигрышем в полном рабочем времени эксплуатации инструмента [3].

Суммарный приведенный профиль режущей поверхности круга, определяющий шероховатость обработанной поверхности [4], безусловно отражает различия угловых характеристик зерен алмазных шлифпорошков не только разных зернистостей, но и разных марок (прочностей). Поэтому целесообразно провести соответствующие исследования и по их результатам принять решение о расширении учитываемых (управляемых) факторов влияния в системе планирования экспериментов для получения баз данных экспертной системы шероховатости обработанной поверхности мультимарочным представительством алмазных шлифпорошков.

Литература:

1. Никитин, Ю. И. Порошки и пасты из синтетических алмазов / Ю. И. Никитин, С. М. Уман, Л. В. Коберниченко, Л. М. Мартынова. – Киев : Наук. думка, 1992. – 284 с. 2. Гуцаленко, Ю. Г. Модель шлифования: проверка выполнения условия стружкообразования / Ю. Г. Гуцаленко // Вісн. Нац. техн. ун-ту „Харк. політехн. ін-т” : Зб. наук. пр. Темат. вип. : Технології в машинобудуванні. –2005. – № 24. – С. 138-148. 3. Гуцаленко, Ю. Г. Некоторые геометрические аспекты влияния качества алмазных шлифпорошков на ресурс инструмента / Ю. Г. Гуцаленко // Качество, стандартизация, контроль : теория и практика : Материалы 14-й междунар. науч.-практ. конф, 23-26 сент. 2014 г., г. Одесса. – Киев : АТМ Украины, 2014. – С. 29-31. 4. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заключит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. политехн. ин-т»; рук. А. Грабченко. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303.

ПРЕДПОСЫЛКИ И СЛЕДСТВИЕ УЛУЧШЕНИЯ МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОЧИСТКОЙ ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ В ЕЕ СОСТАВЕ ПРИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

Гуцаленко Ю.Г.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Поведение электрического тока в области внедренных в твердое металлическое тело частиц детонационных наноалмазов (ДНА) представляет несомненный теоретический и практический интерес с позиций влияния на структурообразующую функцию ДНА в окружающем объеме металлопокрытий, в том числе в их использовании для алмазных порошков инструментов алмазно-искрового шлифования (АИШ).

Конечный продукт в конвенциональных технологиях синтеза ДНА в металлических камерах, помимо неалмазной фазы латентного углерода и газовой составляющей, содержит результаты взаимодействия продуктов детонации со стенками камеры, обычно стальной.

Исследование конденсированных продуктов взрыва, полученных при детонации зарядов взрывчатых веществ при синтезе ДНА, показало содержание несгораемых примесей оксида Fe(III), карбида железа и α-железа в пределах 4,2-6,5 %, со следующим распределением интенсивностей в спектре среди железосодержащих примесей: вклад линии α-железа составляет 29-43 %, магнетита – 36-48 %, отдельных ионов Fe(III) – 16-27 % [1].

Конечно, конкретика этих результатов соответствует условиям исследований [1]. Однако структура и порядок значений полученных данных позволяют предполагать кардинальное изменение условий токопроводности в нанооболочках ДНА в металлопокрытиях, в условиях АИШ располагающих к их электроразрядной очистке подобно [2], возможно со скольжением разряда по границам [3].

Влияние такой очистки на упрочнение и повышение износостойкости содержащих ДНА металлопокрытий вследствие действия электрического тока потенциально может использоваться для улучшения их свойств, но повышает трудоемкость вскрытия металлопокрытых с использованием ДНА алмазных зерен рабочей поверхности шлифовального круга в процессе АИШ.

Литература:

1. Верещагин, А. Л. Синтез и свойства тугоплавких неорганических соединений и фаз, полученных в режимах горения и детонации газовыделяющих конденсированных составов : Дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.04 – физическая химия / Бийс. технологич. ин-т (фил.) Алт. гос. техн. ун-та (вып.), Ин-т структур. макрокинетики и проблем материаловедения РАН (защита). – Бийск, 2004. – 248 с. 2. Guicciardi, S. Composition dependence of mechanical and wear properties of electroconductive ceramics // Порошковая металлургия. – 1999. – № 3-4. – С. 32-41. 3. Бакшин, В. К. Особенности скользящего разряда по границе раздела диэлектриков с различной диэлектрической проницаемостью / В.К. Бакшин, Г.П. Кузьмин, И.М. Минаев, А.А. Рухадзе, Н.Б. Тимофеев // Прикладная физика. – 2005. –№ 6. – С. 54-59.

ПРИМЕНИМОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ СТАНКОСТРОЕНИИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ

Гуцаленко Ю.Г.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Объектами прямого применения конструкторской документации (КД) на модернизацию универсальных станков для реализации алмазно-искрового шлифования (АИШ), разработанной по проекту [1], являются усовершенствованные приспособления круглошлифовального станка модели 3Б12 и плоскошлифовального станка модели 3Г71 для реализации на них рабочих процессов обработки круглых наружных (цилиндрических и конических, модель 3Б12) и плоских (модель 3Г71) поверхностей.

Выполненная разработка может быть предметом коммерческого предложения неисключительной лицензии в первую очередь предприятиям-производителям с теми же базовыми моделями станков.

Современные производители станка модели 3Б12 и последующей ее модификации с незначительным усовершенствованием эстетического вида, эргономики и системы ручного управления станком – армянское АООТ «Шлифстанок» (модель 3Б12), на постсоветском рынке представленное специализированной ассоциацией [2], и литовское АО «Вингряй» (модель 3U12RA) [3]. Производитель базовой модели 3Г71 (ОАО Станкозавод «Красный борец» – холдинг «Белстанкоинструмент») выпускает ее современные аналоги – это станки моделей 3Д711АФ (более близкий конструктивный аналог) и 3Д711ВФ [4].

Выполненная разработка КД предоставляет этим предприятиям (АООТ «Шлифстанок», АО «Вингряй», холдинг «Белстанкоинструмент») возможность конструкторски обеспеченного развития модельного ряда выпускаемого оборудования, расширения его технологических возможностей, в том числе поставкой по специальному заказу за отдельную плату вместе со станком соответствующей модернизационной оснастки, и (или) предоставления потребителям выпускаемых станков разработанных в НТУ «ХПИ» спецификаций и чертежей этой модернизации, в том числе их включением в состав руководств по эксплуатации.

Литература:

1. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заключит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. политехн. ин-т»; рук. А. Грабченко. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303. 2. ООО «КАМИ-Центр» : [Официальный сайт ; г. Москва, Россия]. – Режим доступа : http://www.stanki.ru. 3. АО «Вингряй» : [АВ «Vingriai»; официальный сайт ; г. Вильнюс, Литва]. – Режим доступа : http://www.vingriai.lt. 4. ОАО Станкозавод «Красный борец» : [Официальный сайт ; г. Орша, Беларусь]. – Режим доступа: http://www.krasnyborets.com.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: АДАПТАЦИЯ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПЕРЕТАЧИВАЕМЫМ РЕЖУЩИМ ПЛАСТИНАМ (МЕТОДИЧЕСКИЙ ПРИМЕР)

Гуцаленко Ю.Г.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Известность относительных показателей эксплуатационных возможностей инструментальных материалов информационно поддерживает эффективные предметные решения задач инструментального обеспечения подготовки механообрабатывающих производств. Знание сравнительных оценок работоспособности особенно важно для дорогостоящих сверхтвердых инструментальных альтернатив.

Представленная работа аналитически развивает аналогичное исследование [1] для сменных (неперетачиваемых) режущих пластин применительно к перетачиваемым и выполнена в унифицированной с предыдущим исследованием системе идентификаторов, необходимо дополненной.

При этом припуск δ_i на переточки и предельные значения допустимого износа $h_{зi}$ по задней поверхности ранжируемых объектов числом i предполагаются различными. Допускается также, что 1) зависимость критериального износа (т. е. по поверхности его нормирования) от времени резания имеет непрерывный линейный характер; 2) характер изнашивания в направлении нормали к перешлифовываемой поверхности идентичен характеру развития критериального износа; 3) коэффициенты ς_i пропорциональности между величинами износа в направлении нормали к перешлифовываемой поверхности и критериального износа для всех пластин в ранжируемой группировке известны. Если перешлифовываемая поверхность и поверхность определения критериального износа взаимно перпендикулярны, то ς_i вырождается в $\varsigma_i = 1$.

Применительно к задаче с известными стойкостями (T_i) в определенных комбинациях режимов резания (скорость v_i, подача S_{oi} и глубина t_i), например по базам данных стандартных испытаний на стойкость (см. оценку сменных пластин [1]), с фиксированными: количеством рабочих позиций n (например, для многогранных определяемому количеством рабочих вершин или боковых граней, отражаемым в наименовании пластины); поверхностью заточки (например, задней), передним γ и задним α углами режущего клина (например, нулевыми): минуя промежуточные выкладки, искомую сравнительную оценку K_{Vi} отображает аналитическая зависимость

$$K_{Vi} = (v\, S_o\, t \cdot T \cdot [\delta / (\varsigma\, h_{з.})])_i \,/\, (v\, S_o\, t \cdot T \cdot [\delta / (\varsigma\, h_{з.})])_{\max},$$

где $[\delta / (\varsigma\, h_{з.})]$ – целая часть числа $\delta / (\varsigma\, h_{з.})$ – число перешлифовок.

И т. д., в т. ч. с инверсией поверхности перешлифовки на переднюю; переменным n_i; ненулевыми γ и α.

Литература: 1. Гуцаленко, Ю. Г. Аналитическая модель и расчет рейтинговой оценки нитридборных сверхтвердых композитов / Ю. Г. Гуцаленко // Вісн. НТУ"ХПІ" – 2014. – № 45. – С. 192-196.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ СВЕРХТВЕРДОГО НИТРИДА БОРА ПО СТАНДАРТУ СТОЙКОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Гуцаленко Ю.Г.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Представлены основные результаты реализации аналитической методики сравнения работоспособности сменных режущих пластин из сверхтвердых композитов, соответственно расчетным значениям положенной в основу их эксплуатационной рейтинговой оценки. Выполненные расчеты охватывают группу инструментальным композитов на основе кубического нитрида бора (КНБ-композиты 01, 02, 05, 06, 10Д, 11, Томал-10) и опираются на базы данных об условиях и нормативах стойкостных испытаний сверхтвердых материалов по регламенту [1]. Принятая во внимание расширенная система критериев работоспособности включает скорость объемного съема Q, стойкость T, рабочий путь резания L, площадь обработанной поверхности F и объемный съем W. Соответствующие относительные оценки в рейтинговой шкале важнейшей из них (k_W) приведены на рисунке. В результате расчетов установлено превосходство композита Томал-10 над остальными (на рисунке – Т-10), см. рис. 1, *д*. Визуализация результатов расчетов k_Q (рис. 1, *а*) и k_T (рис. 1, *б*) показывает неочевидность наиболее значимой рейтинговой оценки и других ресурсных по [2] комплексов (k_L, k_F; см. рис. 1, *в* и *г*) из рассмотрения элементарных рейтингов k_Q и (или) k_T.

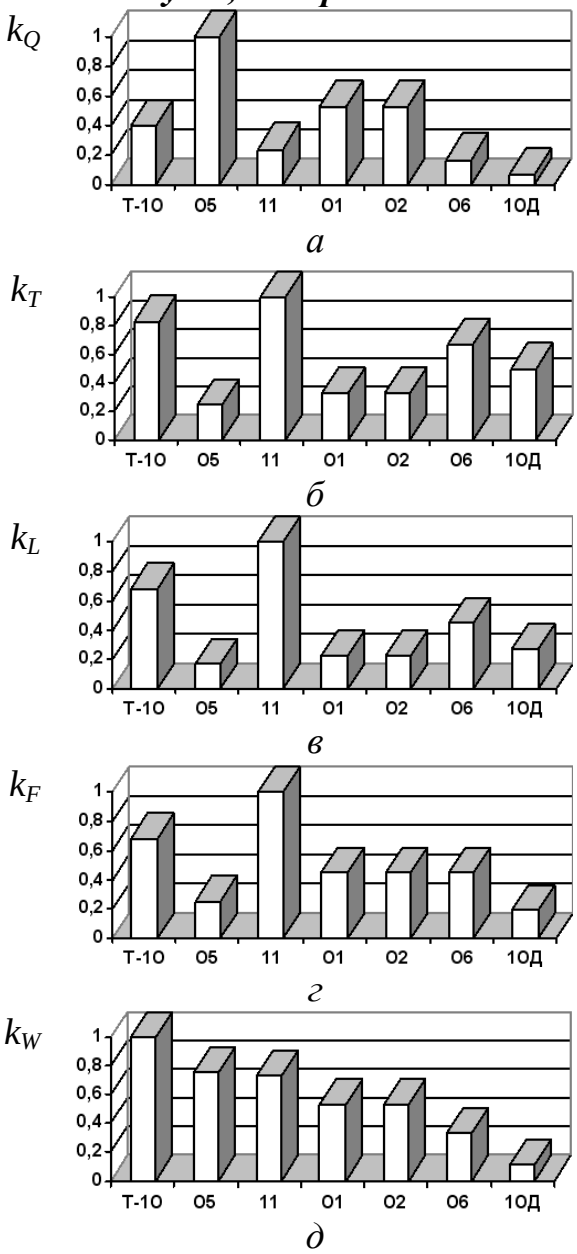


Рисунок 1 – КНБ-композиты: сравнение работоспособности (Т-10 – Томал-10)

Литература: 1. Пластины режущие сменные из сверхтвердых материалов. Технические условия : ГОСТ 28762-90 [Межгос. стандарт]. Введ. 1991-07-01. – Переизд. – М. : Стандартинформ, 2005. – 25 с. 2. Грановский, Г. И. Резание металлов: Учебник для машиностр. и прибостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 1985. – 304 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ НА УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Гуцаленко Ю.Г., Ивкин В.В., Руднев А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Конструкторская документация (КД) на модернизацию универсальных станков для реализации алмазно-искрового шлифования (АИШ) относится к разработке приспособлений для расширения технологических возможностей существующего станочного парка универсальных шлифовальных станков в условиях потребителя, а также для расширения модельного ряда выпускаемого оборудования в условиях станкостроительных производств.

Базовыми моделями выполненной [1] современной разработки КД для практической реализации АИШ приняты универсальный круглошлифовальный станок 3Б12, предназначенный для шлифования наружных и внутренних цилиндрических поверхностей в условиях индивидуального и мелкосерийного производства, и универсальный плоскошлифовальный станок высокой точности 3Г71, предназначенный для шлифования поверхностей периферией круга.

Функциональным назначением разработки является подготовка универсальных шлифовальных станков к включению шлифовального круга и обрабатываемой заготовки в электрическую цепь нагрузки автономного генератора электрической энергии в процессе резания-шлифования с обеспечением токозащиты корпуса шлифовального станка.

Следуя технологической идее метода АИШ, конструкторская модернизация затрагивает шпиндельный узел станка – токозащита корпуса станка при включении инструмента в электрическую цепь токоподвода в зону резания и организация места закрепления щеточного контактного устройства, заключающего анодной вывод от генератора электрической энергии, и место расположения устройства для закрепления проводного контакта, заключающего катодный вывод от того же генератора на включение заготовки в эту электрическую цепь.

Пакет КД на модернизацию универсального кругло-/плоскошлифовального станка для практической реализации АИШ включает 20/14 чертежей, в том числе 4/2 сборочных, и, соответственно, 4/2 спецификации [1].

Электронная разработка КД на модернизацию универсальных станков шлифовальной группы для реализации АИШ в изготовлении изделий с плоскими и круглыми поверхностями выполнена с использованием САПР Аскон Компас-3D V15.

Литература: 1. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заключит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. политехн. ин-т»; рук. А. Грабченко. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТОРЦЕВОГО АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Гуцаленко Ю.Г., Руднев А.В.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Экспертная система механической инженерии шероховатости поверхности, построенная по принципу прогнозирования выходных показателей обработки соответственно режимам и условиям организации обеспечивающего их рабочего процесса и охватывающая современный потенциал станкоинструментальных возможностей, вооружает конструктора ограничительной характеристикой достижимого качества по нормируемому показателю, а технолога – поливариантами его обеспечения для принятия экономически обоснованного решения в системе оптимизационных предпочтений производительность-себестоимость.

Структуру и значения управляющих режимов экспериментальных исследований для формирования баз данных экспертной системы предложено определять в системе традиционного планирования экспериментов, в том числе (углубленно) в группе таких систем, нижний уровень параметров управления одной из входящих группировок факторов в которой является верхним в следующей и т. д. При этом прогностические аналитические решения уравнений регрессии, следующих из результатов реализации планов экспериментов, в пределах охватываемого уравнением факторного пространства позволяют расширить информационную базу взаимосвязанных значений режимов и их результатов в узлах плана.

Исходя из фундаментального условия осуществимости процесса резания, заключающегося в превосходстве твердости обрабатываемого материала над обрабатывающим, класс сверхтвердых материалов и композитов среди других труднообрабатываемых наиболее привлекателен для апробации возможностей алмазно-искрового шлифования (АИШ).

Состав показателей и вид строки реляционной базы данных экспертной системы приведен в табл. 1 (обрабатываемый материал – алмазно-твердосплавные пластины (АТП); пример по данным [1]).

Таблица 1 – Фрагмент экспертной системы АИШ АТП по параметру R_a

Скорость круга, м/с	Поперечная подача, мм/дв.х	Зернистость круга, мкм	Концен-трация зерен	R_a, мкм		
				Обработка		ГОСТ 2789-73
				От	До	
15	0,005	50/40	2	0,13	0,14	0,16

Литература: 1. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заключит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. политехн. ин-т»; рук. А. Грабченко. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ, ПОСТРОЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

Доброскок В.Л., Витязев Ю.Б., Погарский А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Интегрированные генеративные технологии получили широкое распространение в современном машиностроительном производстве. Основным преимуществом генеративных технологий является возможность изготовления изделий высокой сложности при существенном снижении затрат на технологическую подготовку производства.

Современное машиностроение характеризуется высокими требованиями к техническому уровню и качеству выпускаемых изделий. Показателями качества существенно влияющими на эксплуатационные свойства изделий являются размерная точность и отклонение от правильной геометрической формы.

Формообразование изделий методом селективного лазерного спекания (SLS) осуществляется путем избирательного соединения частиц исходного порошкового материала при воздействии на них лазерным лучом. В результате термического воздействия и последующего охлаждения возникает усадка изделий. Неравномерность усадки возникающая из-за конструктивных особенностей изделий вызывает внутренние напряжения приводящие к остаточным деформациям. Остаточные деформации существенно влияют на точность изделий и могут привести к неисправимому браку.

Обеспечение точности геометрических размеров изделий, осуществляется компенсацией усадки. Под усадкой понимается уменьшение линейных размеров материализованного изделия по сравнению с его исходной технологической триангуляционной моделью. Для компенсации отклонений размеров применяется технологическая трансформация (масштабирование) триангуляционной модели непосредственно на установке селективного лазерного спекания.

Повышение точности геометрических размеров изделий предложено обеспечивать регулярной корректировкой коэффициентов функций компенсирующих усадку по результатам мониторинга размерной точности изделий.

Снижение отклонений от заданной геометрической формы базовых поверхностей изделий, предложено обеспечивать специальными компенсирующими деформациями исходных триангуляционных моделей изделий.

Экспериментальная проверка предложенных подходов выполняемых на этапе технологической подготовки показала высокую эффективность и позволила существенной повысить качество изделий построенных на установке селективного лазерного спекания Vanguard HS Si2.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ MAPLESIM ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ

Доброскок В.Л., Котляров В.Б., Шпилька А.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Процесс шлифования является одним из основных финишных методов обработки в современном машиностроении. Одним из наиболее важных факторов, определяющих качество обработки, является состояние динамической системы шлифования. Оценка динамической модели системы выполняется на основе расчетной схемы. Расчетные схемы представляют собой достаточно сложные математические модели, которые можно заменить упрощенными эквивалентными схемами.

Для решения сложных задач, в исследовании многомассовых расчетных схем, могут быть использованы современные методы моделирования с применением различных программных математических пакетов и подходов к моделированию динамики систем.

Одним из перспективных направлений оценки динамического состояния системы шлифования является использование пакетов физического моделирования, таких как Simulink (The MathWorks, США), Mathematica (Wolfram Research, Великобритания), MapleSim (Waterloo Maple Inc., Канада). Проведенные исследования позволили установить, что одним из наиболее перспективных пакетов физического моделирования является MapleSim, построенный на открытом объектно-ориентрованном языке программирования OpenModelica.

Особенность пакета MapleSim заключается в том, что он позволяет осуществлять не только математический расчет, но и визуализацию физических процессов. Дифференциальные уравнения моделируемых процессов генерируются автоматически, на основе механической схемы системы, и могут подвергаться корректировке.

Этапы моделирования физических процессов в MapleSim заключаются в построении блок-схем рассматриваемой механической системы, элементы которой экспортируются из библиотеки базовых компонентов. Связи между компонентами имитируют физические связи в реальной системе.

Использование пакетов физического моделирования создает предпосылки для более глубокого анализа, оценки и прогнозирования динамического состояния системы шлифования, особенно при проведении многократных расчетов, требующих изменения входных параметров или редактирования самой модели для поиска взаимосвязей между данными и оценки возможности гашения колебаний.

Пакет физического моделирования MapleSim практически не представлен в русскоязычных публикациях, однако, является одним из перспективных, использование которого может повысить научно-технический уровень решаемых задач.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРЕДОВЫХ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ

[1]Добротворский С.С., [1]Басова Е.В., [2]Головатый Р.В.
[1]***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков***
[2]***ООО Научно-производственное предприятие «Квант-Эфир», г. Киев***

Основная цель данной работы заключается в оптимизации технологической подготовки производства на базе применения передовых CAD/CAM/CAE систем, лежащих в основе изготовления качественной продукции.

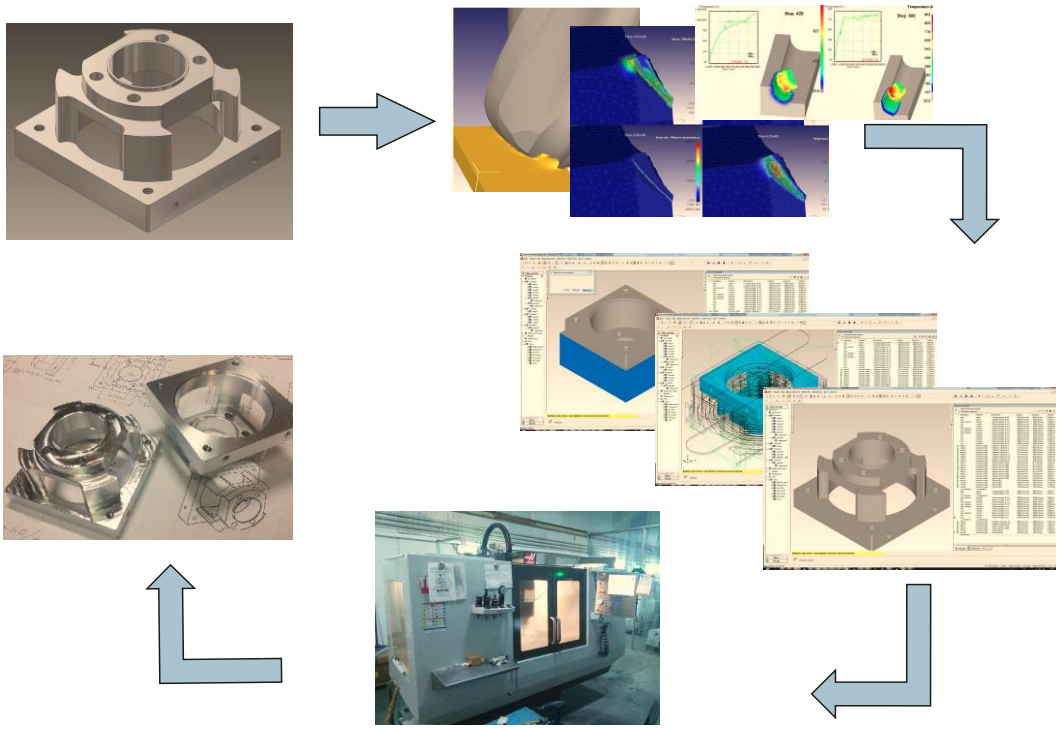


Рисунок 1 – Этапы создания высококачественной продукции

В процессе технологической подготовки производства ответственных деталей машин нами решалась задача имитационного 3D моделирования отдельных этапов механообработки с целью оптимизации существующих моделей технологических процессов. Основное внимание было сосредоточено на анализе физических и физико-технических характеристиках процесса резания. С применением имитационного моделирования осуществляли непрерывный мониторинг технологической подготовки производства в целом, и управление изменением геометрии образов исследуемых технических объектов в частности, что позволило сократить временные и финансовые затраты на разработку ТП.

Численные эксперименты нами реализованы в CAE-модуле DEFORM-3D. Отработка оптимальных технологических режимов обработки деталей велась в пакете FeatureCAM.

ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГІЇ В ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИНАХ

Душенко С.В., Григоров О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підвищення продуктивності, конкурентоспроможності, економія електроенергії не можливі без сучасного енергозберігаючого частотно-керованого електроприводу та об'ємно-регульованого гідроприводу.

Найзручнішими для використання формами енергії є теплова, механічна робота і, особливо, електрична енергія, яку легко можна передавати на великі відстані з мінімальними втратами. Найбільш досконалими з термодинамічної точки зору є електрохімічні генератори, в яких енергія хімічної реакції безпосередньо перетворюється в електричну, минаючі проміжну стадію перетворення в теплоту. У паливному елементі ЕХГ до електродів безупинно підводиться пальне й окиснювач. При цьому на одному з електродів відбувається електрохімічне окиснення пального, а на іншому — відновлення окиснювача. За рахунок надлишку електронів на паливному електроді і їхньої нестачі на іншому електроді окиснювача виникає різниця потенціалів, а при підключенні зовнішнього навантаження $r_н$ забезпечується їхній спрямований рух у зовнішньому ланцюзі і з'єднання іонів палива й окиснювача в електроліті.

У результаті обробки експериментальних і розрахункових даних отримані графіки залежності загального ККД електрогідроприводу від відносної продуктивності насоса чи, що те ж саме, — від параметра регулювання насоса $\alpha°$ при різному навантаженні гідромотора.

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень можна стверджувати, що найбільша перевага щодо витрат енергії виходить при встановленні регульованого гідроприводу на механізми, що працюють при великій тривалості включення в постійних перехідних режимах при широкому використанні установчих швидкостей і незначному часі у сталих режимах на номінальній швидкості. Такі режими роботи є вкрай важкими для звичайних електромеханічних приводів і легко реалізуються на регульованих гідростатичних приводах.

Проведення тривалих експериментальних досліджень у стендових умовах дає можливість всебічно вивчити роботу гідростатичного привода, зняти його основні характеристики, відробити системи дистанційного й програмного керування приводом, перевірити працездатність окремих вузлів і створити передумови для теоретичного розрахунку привода механізмів пересування мостових кранів з низькомоментним гідродвигуном.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРЕССОВАНИЯ НА ПОСЛЕДУЮЩЕЕ СВОБОДНОЕ И СПАРК-ПЛАЗМЕННОЕ СПЕКАНИЕ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Жолнин А.Г., Ковалева И.В., Григорьев Е.Г., Олевский Е.А

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

Проведен сравнительный анализ свойств и структуры образцов, полученных из нанопорошка Al_2O_3 с помощью традиционного или магнитно-импульсного прессования (МИП) и последующего свободного и спарк-плазменного спекания (СПС).

Исследования проводились на нанопорошке Al_2O_3, полученном методом взрыва алюминиевой проволоки в кислородосодержащем газе производства ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск. Удельная поверхность равна 35-40 $м^2$/г. Средний арифметический размер частиц составляет 36 нм, Большая часть порошка находилась в состоянии δ-фазы. Часть порошка нагревали на воздухе до температуры 1300°C для осуществления перевода низкотемературных неустойчивых фаз в устойчивую α-фазу.

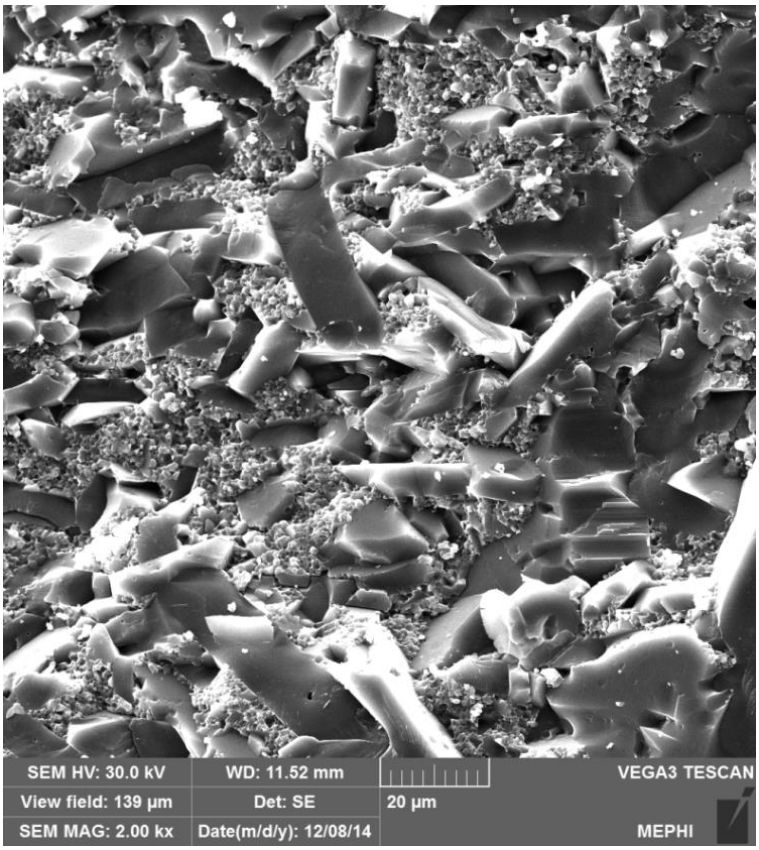
Свободное спекание осуществлялось на дилатометре при нагреве до разных температур вплоть до 1550°C с последующим контролем плотности, микротвердости, микроструктуры, фазового состава и рентгеноструктурных параметров. Отличием МИП δ-Al_2O_3 перед спеканием от традиционного прессования является замедление роста БКР и, следовательно, зародышей зерен в области температур фазового перехода и выше. При свободном спекании таблетки порошка α-Al_2O_3, претерпевшего МИП, удалось получить наиболее высокую относительную плотность по сравнению с другими видами компактов, что обусловлено существованием низкотемпературного механизма спекания, инициированного МИП. Действие МИП на порошок α-Al_2O_3 аналогично механоактивации, сопровождающейся измельчением частиц и образованием ювенильных поверхностей.

Спарк-плазменное спекание проводили в вакууме на установке LABOX-625 Sinter Land в графитовой матрице с внутренним диаметром 10 мм при скорости нагрева 100 ^{o}C/мин и 10-минутной выдержке при 1400°C. Давление при спекании составляло 50 МПа. МИП δ-Al_2O_3 перед СПС приводит к образованию более равномерной микроструктуры по диаметру компакта, но не увеличивает микротвердость и плотность по сравнению с компактами, полученными при спекании исходного порошка. МИП α-Al_2O_3 перед СПС приводит к увеличению микротвердости и плотности компактов по сравнению с компактами, полученными посредством СПС из альфа-порошка, к повышению однородности микроструктуры по диаметру таблетки. Однако, полученные характеристики компактов после МИП и СПС α-Al_2O_3 не выше, чем у компактов, полученных из δ-Al_2O_3 посредством только СПС.

ПОЛУЧЕНИЕ КОРУНДА СО СВЕРХТВЕРДОЙ БИМОДАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Жолнин А.Г., Ковалева И.В., Григорьев Е.Г., Олевский Е.А
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

Спарк-плазменное спекание проводили в вакууме на установке LABOX-625 Sinter Land в графитовой матрице с внутренним диаметром 10 мм при скорости нагрева 100 ^{o}C/мин и 10-минутной выдержке при 1400°C. Давление при спекании составляло 50 МПа. Температура задавалась и контролировалась с помощью пирометра. Навеска порошка оксида алюминия составляла 0,4 г. Толщина получаемых компактов немногим превышала 1 мм. При спекании порошка Al_2O_3, полученного методом взрыва алюминиевой проволоки в кислородосодержащем газе производства ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск, на сколе полученных таблеток обнаружены зоны размерами до 500 мкм с необычной бимодальной структурой, приведенной на рисунке. Согласно сертификату, в порошке присутствуют альфа, каппа и тэта - фазы, имеются следы металлического алюминия. Удельная поверхность равна 35-40 м^2/г. Средний арифметический размер частиц составляет 36 нм. Микротвердость в этих зонах значительно превышает общеизвестные значения микротвердости, характерные для корунда или сапфира (19-22 ГПа), а в отдельных местах достигает 36 ГПа. Рентгенофазовый анализ показал присутствие в данных компактов только α-Al_2O_3. При спекании порошка, полученного окислением дисперсного алюминия в воздушной плазме электродугового разряда производства ИМЕТ им. Байкова с такой же удельной поверхностью и близкого фазового состава, подобных зон не обнаружено. Неясны как причины возникновения подобных структур (примеси или фазовый состав оксида в исходных порошках), так и их природа, когда композит, состоящий из элементов с относительно низкой твердостью, показывает аномально высокую микротвердость, не свойственную материалу данного состава.



СПАРК-ПЛАЗМЕННОЕ СПЕКАНИЕ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ С РАЗЛИЧНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Жолнин А.Г., Ковалева И.В., Григорьев Е.Г., Олевский Е.А
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

Проведено сравнительное исследование компактов, полученных из нано и ультрадисперсных порошков оксида алюминия с шарообразной формой частиц методом спарк-плазменного спекания на установке LABOX-625 Sinter Land в графитовой матрице с внутренним диаметром 10 мм при скорости нагрева 100 ^{o}C/мин и 10-минутной выдержке при 1400°C и давлении 50 МПа. Показано, что у компактов из УД-порошка (Sуд=10,1 м^2/г) достигаются более высокая плотность, микротвердость и однородность структуры при более мелком зерне, чем у компактов из нанопорошка (Sуд=35,8 м^2/г).

Способ предварительной обработки	Относительная плотность, % от теоретической	Среднее значение микротвердости, ГПа	Средний размер зерна, мкм	Особенности структуры
Нанопорошок без предварительного прессования	91,8	16,0±0,5	1,10	Слоистая
УД-порошок без предваритель-ного прессования	93,9	23,0 ±1,7	0,65	Однородная
МИП нанопорошка	92,0	21,3±0,2	1,15	Однородная с микротрещинами
МИП УД-порошка	96,0	22,2±1,0	0,48	Однородная, с включениями иной структуры

Предварительное магнитно-импульсное прессование улучшает характеристики обоих компактов, но у компактов из УД-порошка достигается большая плотность при меньших размерах зерен. В обоих случаях предварительной подготовки компакты, полученные из УД-порошка имеет преимущества перед компактами, полученными из нанопорошка.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ СОЖ

Затирка В.В., Фесенко А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Использование СОЖ имеет существенное значение в машиностроении. Они предназначены для обеспечения качественного охлаждения и смазки, а также для металлообрабатывающего оборудования и инструментов.

Для повышения качества СОЖ, используются различные системы энергетического воздействие с целью изменения её физико-химического состояния и повышение эффективности использования в технологическом процессе механической обработки (активация). [1].

Нами рассмотрена гидродинамическая система активации СОЖ в роторно-пульсационных аппаратах (РПА). В РПА, таких устройствах интенсификация химико-технологических процессов обусловлена многофакторным воздействием на обрабатываемую СОЖ, заключающемся в пульсациях давления и скорости потока жидкости, развитой турбулентности, интенсивной кавитации, пульсациях давления в локальных объемах жидкости при пульсациях и схлопывании кавитационных пузырьков, жестком кумулятивном воздействии, высоких сдвиговых и срезывающих усилиях, активации жидкости [2]. Так, гидродинамическая (кавитационная) обработка позволяет повысить гомогенность СОЖ, сделать ее мелкодисперсной, обеспечить высокую стойкость, в том числе и бактериологическую[3].

Разработана математическая модель обработки жидких сред, позволяющая определить взаимосвязь между конструктивными и эксплуатационными параметрами роторно-пульсационного аппарата (РПА), и показателями качества СОЖ.

В результате проведенного исследования нами предложена методика, использование которой позволяет получить мелкодисперсную, гомогенную СОЖ, и сохранить ее качество в течении длинного периода эксплуатации.

Литература:

1. Федоткин И.М., Гулый И.С. Кавитация, Кавитационная техника и технология, их использование в промышленности. Ч.1. – К.: Полиграфкнига, 1997. – С. 149.
2. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – Москва: издательство "Машиностроение". 2001. – С. 4.
3. Фесенко А.В. Оценка эффективности работы диспергатора для получения СОЖ. Вестник национального технического университета «ХПИ», сборник научных работ. Тематический выпуск: Технологии в машиностроении. – Харьков: изд. НТУ «ХПИ», – 2007. – №1. С. 14- 18.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ СТУПЕНЯ ГНУЧКОСТІ

Іванов В.О.[1], Карпусь В.Є.[2], Дегтярьов І.М.[1], Павленко І.В.[1], Богдан В.Р.[1]

[1]Сумський державний університет, м. Суми

[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

У зв'язку зі складністю базування деталей типу важелів на операціях механічної обробки запропоновано гнучкий верстатний пристрій (ВП), який дозволяє реалізувати принципово нову схему базування задля забезпечення максимальної інструментальної доступності оброблюваних поверхонь. Такий підхід сприяє інтенсифікації технологічного процесу (ТП) за рахунок зменшення допоміжної та підготовчо-заключної норм часу у запропонованому ТП порівняно з типовим.

Доцільність застосування розробленої конструкції підтверджено чисельним моделюванням, виконаним у програмному комплексі ANSYS Workbench. Для запобігання виникнення резонансу в процесі механічної обробки важеля необхідно, щоб частота власних коливань елементів ВП не співпадала з частотою процесу різання. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є зміна режимів різання. За допомогою вбудованого модуля Modal Analysis визначалися частоти власних коливань ВП для типового та запропонованого ТП і порівнювалися з частотами дії знакозмінних компонент сил і моментів різання на всіх переходах свердлильно-фрезерно-розточувальних операцій. Результати аналізу дозволяють визначати необхідне відлаштування від резонансу.

У типовому ТП усі свердлильно-фрезерно-розточувальні операції умовно можна поділити на 2 групи, для яких застосовується два ВП з різними схемами базування. Для реалізації запропонованого ТП розроблено конструкцію ВП, яка дозволяє виконувати механічну обробку усіх операцій без переустановлення заготовки. Порівняльний аналіз ВП показав, що для операцій першої групи типового ТП робоча частота різання майже співпадає з власною частотою, що свідчить про появу резонансу. Для інших ВП явище резонансу не виникне, оскільки перша критична частота значно перевищує частоту процесу різання.

Таким чином, розроблений ВП для реалізації запропонованого ТП є більш жорстким ніж ВП для реалізації типового ТП, оскільки перша критична частота у 1,04 і 2,8 разів перевищує критичну частоту для типового ВП. Це свідчить про збільшення динамічної жорсткості спроектованого ВП майже у 9 разів.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що розроблений ВП значно покращує показники існуючих ВП, забезпечує інструментальну доступність оброблюваних поверхонь, а також має можливість переналагодження на інші типорозміри важелів.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Кленов О.С.

Фирма "ДиМерус Инженеринг", г. Харьков

За последнее десятилетие на машиностроительных предприятиях Украины произошло значительное обновление производственных фондов и применение современных технологий металлообработки. Многие предприятия закупают современное высокопроизводительное оборудование и инструменты зарубежного производства.

В настоящее время на украинском рынке металлообработки функционирует большое количество предприятий, занятых поставками станков и инструментов, в результате чего на рынке сложилась ситуация с высокой конкуренцией. При этом на многих предприятиях полностью отказались от использования отечественного инструмента. В связи с этим конкурентная борьба состоит не в том, кто быстрее внедрит свой инструмент на операциях, где до этого использовался отечественный инструмент, а в том, у кого из производителей лучшие режущие инструменты, станки и дополнительный сервис. Установлено, что успешные предприятия не используют у себя в производстве металлорежущий инструмент одного производителя. Как показали практические испытания, фактически нет ни одного производителя инструмента в мире, инструменты которого обеспечивали бы идеальную обработку для всех видов металлообработки.

Технологи машиностроительного предприятия в процессе выбора инструмента пытаются для каждой операции испытать весь предлагаемый инструмент и выбрать наилучший. В результате получается, что на операции чернового точения деталей из чугуна используются инструменты одного производителя, на операции чернового точения деталей из цветных металлов – другого, на операции чернового точения деталей из стали – третьего и т.д. Имеют место случаи, когда черновую обработку выполняют инструментом одного производителя, а чистовую обработку той же детали – инструментом другого производителя. При испытании инструментов разных производителей различие в результатах, как правило, составляет 5-10%. Случаи, когда такое различие составляет более 10%, крайне редкие и характеризуются некорректным подбором инструмента на данной операции обработки.

Недостаточный современный станочный парк на отечественных предприятиях ограничивает проведение испытаний на современном оборудовании в условиях высокоскоростной обработки. Поэтому проведенные испытания на низких скоростях резания не всегда позволяют в полной мере выявить технологические возможности инструмента. В результате этого имеют место случаи, когда инструмент худшего качества показывает при испытаниях лучшие результаты по стойкости и т.д.

В связи с этим разработаны эффективные методы испытаний инструментов и технологические процессы механической обработки этими инструментами, позволяющие многократно увеличить производительность при обеспечении высококачественной обработки деталей.

АКТИВНІ МЕТОДИ ГАСІННЯ ВІБРАЦІЙ І ШУМУ В ГІДРО І ПНЕВМОПРИВОДАХ

Клітной В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Завдяки своїм відомим перевагам гідравлічні і пневматичні приводи та агрегати широко застосовуються в різних галузях машинобудування як виконавчі механізми сучасних мехатронних модулів, систем керування виробничими процесами, технологічними та мобільними машинами. Це є основною причиною поглибленого вивчення властивостей систем гідравлічних і пневматичних приводів, розвитку методів їх розрахунку та проектування. При цьому особливу увагу приділяють динамічним процесам, що протікають в них.

Пульсації тиску рідини і газу, що виникають при роботі гідравлічних і пневматичних приводів, є джерелом інтенсивної вібрації та шуму, це сприяє зниженню безпеки експлуатації і надійності усієї машини, та сприяє руйнуванню трубопроводів і агрегатів, і може призвести до аварій з тяжкими наслідками. Вони також провокують передчасний знос устаткування і негативно впливають на безпеку життєдіяльності. Особливо серйозну проблему являє боротьба з низькочастотними шумами і вібраціями. Якщо високочастотний шум швидко затухає при поширенні, то низькочастотний – поширюється без особливого поглинання на значну відстань.

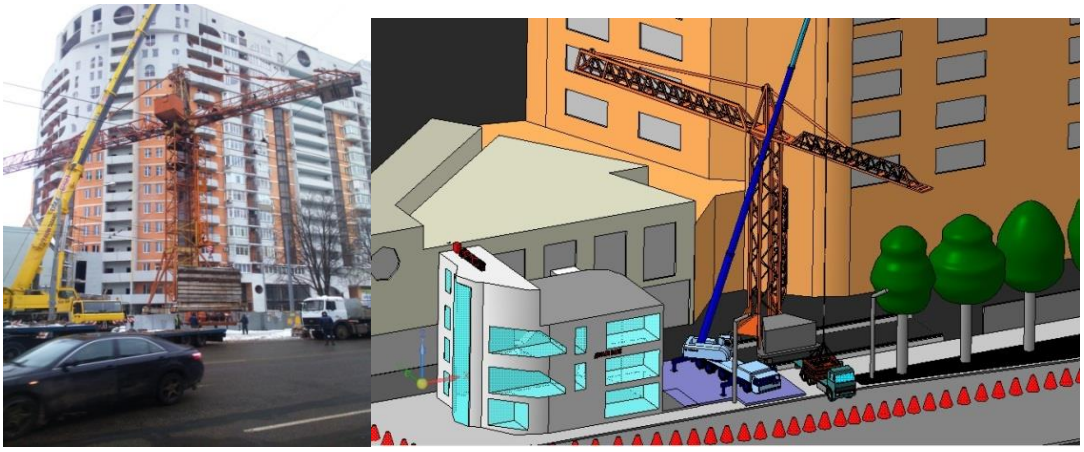
Проблема зниження низькочастотного шуму і вібрації в гідро та пневмоприводах традиційно є складним і дорогим завданням, а для багатьох випадків – нездійсненним. Якщо розглядаються тільки засоби пасивного гасіння, то довгі хвилі обумовлюють необхідність використання великих глушників і важких засобів огородження для зниження шуму, а також дуже м'яких систем ізоляції і/або дорогих методів структурного гасіння (використання вібропоглиначів) для зниження вібрації. Усе це примушує дослідників і практиків шукати і впроваджувати інші підходи до зниження низькочастотного шуму і вібрації. На сьогодні до одних з найбільш перспективних відноситься метод активного гасіння шуму і вібрації.

Аналіз вивчаємої проблематики показав, що доповнення класичних пасивних систем боротьби з вібраціями і шумом у гідро- та пневмоприводах активними, дозволяє значно підвищити ефективність таких систем контролю. Промислове застосування проаналізованих систем можливе в найрізноманітніших галузях: машинобудування, енергетика, хімічна промисловість, житлово-комунальне господарство та ін., зокрема, при розробці і експлуатації насосів, компресорів, вентиляторів, повітродувок, теплообмінників, при транспортуванні газів і рідин по трубопровідних системах тощо.

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУЗОВЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ УПЛОТНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ МЕГАПОЛИСОВ

Коваленко В.А., Редька Е.С., Павкин Р.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Строительство относится к той категории экономики, которая не только создает внутренний рынок, но обеспечивает привлечение инвестиций и современных технологий в страну. Поэтому сегодня, как никогда, важно использовать строительные площадки в качестве полигонов для отработки эффективных логистических решений. В этом плане представляет значительный практический интерес организация работы подъемно-транспортной и строительно-дорожной техники при застройке мегаполисов в стесненных условиях. Организация грузопотоков, маршруты движения, безопасные зоны работы техники – это далеко неполный перечень реальных задач, решение которых обеспечит максимальную эффективность и безусловную безопасность проекта, который даст ощутимый финансовый выигрыш.



Демонтаж крана КБ-674. Район станции метро «23 Августа»

Примером практической реализации вышеприведенных задач является демонтаж башенного крана КБ-674 со строительного объекта на пересечении интенсивных транспортных потоков и развязок и работающих объектов инфраструктуры. Путем создания точной 3D модели строительной площадки и объекта демонтажа, при помощи моделирования возможных вариантов проведения работ, было найдено эффективное логистическое решение, обеспечившее решение сложной научно-практической задачи.

СОЗДАНИЕ СТАНКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Крахмалев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Задача механизации процесса резания металла была решена к концу XVIII в. До того на разных видах оборудования применяли отдельные элементы: подвижный суппорт, перемещаемый ходовым винтом, сменные шестерни для получения различных величин подач при одном эталонном ходовом винте, несколько видов задних бабок с центрами, системы крепления детали в патроне и т.д. Для создания универсального токарного станка необходимо было удачно объединить эти элементы в единое целое.

Такое решение было предложено Генри Модсли, который, совершенствуя предыдущие образцы, создал универсальный токарный станок. Он явился родоначальником школы машиностроителей. Им и его последователями на основе универсального токарного станка был создан ряд станков различного назначения.

Г. Модсли был выходцем из небогатой английской семьи и не получил систематического образования. Работая на различных промышленных предприятиях, он ознакомился со многими видами станков и стал кузнецом, токарем, механиком, а позже и чертежником. Начало его творческой деятельности связано с работой на заводе Дж. Брамы, где изготавливались различные металлические изделия.

Работая у Брамы, Модсли создал в 1794 г. конструкцию подвижного суппорта. Сначала эта конструкция была несовершенна. Позже модернизированный суппорт (каретка) представлял собой резцедержатель, который закреплялся на одной из направляющих в любом месте зоны обработки и мог перемещаться с помощью двух винтов в продольном и поперечном направлениях на ограниченное расстояние.

Уйдя от Брамы, Модсли основал собственную мастерскую и в 1798 г. создал суппорт токарного станка, значительно улучшив первый вариант. Этот станок явился важной вехой в развитии станкостроения. Направляющие станка были *V*-образной формы. Чтобы изменить величину подачи для нарезания резьбы, заменяли ходовой винт, помещенный на одной из направляющих; подвижной люнет и задний центр располагались на второй направляющей.

ПРОЕКТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ СХЕМ РОБОТІВ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Початком розробки кінематичної схеми робота є аналіз технічного завдання на роботизацію виробничого процесу та інших вихідних умов, за якими визначаються особливості кінематики робота.

Загальна послідовність розробки кінематичних схем роботів складається із встановлення необхідних положень та рухів кінцевих ланок кінематичного ланцюга (або ланцюгів) робота по всьому циклу його роботи і послідовності кінематичних та геометричних замикань цих кінцевих ланок за допомогою кінематичних пар та їх ланок, з урахуванням необхідних умов та обмежень, в єдину кінематичну схему.

Кінцевими ланками кінематичного ланцюга робота є його основа (стояк, корпус), захват або операційний механізм, які повинні займати доцільно-необхідні положення в роботизованому циклі.

В загальному вигляді методика проектування кінематичних схем промислових роботів така:

1. З’ясовується призначення робота та особливості організації його робочого місця.
2. Визначаються кінцеві ланки кінематичних ланцюгів робота (основа, захват чи інші робочі органи).
3. Встановлюються необхідні положення та рухи кінцевих ланок за усім виробничим циклом.
4. Забезпечується геометричне та кінематичне замикання кінцевих ланок по всьому циклу рухів за допомогою кінематичних пар та їх ланок в єдину кінематичну схему з урахуванням необхідних умов та обмежень.

У кожному випадку ця методика уточнюється та конкретизується. Із багатьох можливих варіантів можна виділити два основних:

1. Проектування кінематичних схем для транспортних роботів, які виконують позиційні рухи.
2. Проектування кінематичних схем для технологічних роботів, які виконують контурні рухи.

Обгрунтований вибір кінематичної схеми робота з відповідними кінематичними та геометричними параметрами повинен визначатися за окремими його критеріями: часом виконання операцій, складністю конструктивної реалізації кінематичної схеми, вартістю робота та іншими параметрами.

ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКУ РІДИНИ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Елементарна струминка рідини цілком заповнена лініями течії з різним їх розміщенням в об'ємі елементарної струминки; причому лінії течії ніколи не виходять на зовні і не входять ззовні усередину струминки. Живий переріз струминки являє собою переріз струминки, нормальний до лінії течії. Кількість рідини, яка протікає через живий переріз за одиницю часу є витратою елементарної струминки.

При визначенні витрати в елементарній струминці розрізняють об'ємну витрату dQ і масову dm витрату.

Об'ємна витрата визначається:

$$dQ = ud\omega\,, \qquad (1)$$

де u – швидкість у живому перерізі елементарної струминки, яка приймається постійною в межах даного живого перерізу.

Масову витрату в елементарній струминці знаходять як

$$dm = \rho ud\,\omega\,. \qquad (2)$$

У потоці рідини живим перерізом є поверхня, проведена в ньому так, щоби місцеві швидкості в усіх точках цієї поверхні були спрямовані до неї по нормалі. В загальному випадку поверхня живого перерізу є криволінійною, а при паралельно-струминній течії живий переріз потоку буде плоский.

Трапляються випадки, коли струминки не паралельні одна одній, але кривина струминок невелика і кут розходження між ними дуже малий. Такий рух буде плавно-змінним.

З достатнім ступенем точності при плавно-змінному русі живі перерізи можна приймати плоскими та перпендикулярними до осі потоку. Кількість рідини, яка протікає через живий переріз потоку за одиницю часу, є витратою потоку.

Щоб визначити витрати потоку в будь-якому живому перерізі, необхідно просумувати витрати в межах даного живого перерізу, що аналітично можна записати так:

$$Q = \int_{\infty} ud\omega \quad (3) \quad \text{або} \quad m = \int_{\infty} \rho ud\omega\,. \quad (4)$$

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЦЕНЦИПЕРА

Кулик Г.Г.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Классическое призматическое шпоночное соединение имеет ряд существенных недостатков это работа на срез и существенное ослабление вала. Анализ различных конструкций шпоночных соединений лишенных этих недостатков показал, что наиболее перспективным и близким по технологичности является шпоночное соединение Ценципера.

Автор этого шпоночного соединения декларирует, что в его соединении отсутствует деформации среза, шпоночный паз заменяется шпоночным уступом, что в 1,7-2,2 раза меньше ослабляет вал, а также на шпонку действуют в 4- 6 меньшие напряжения смятия по сравнению с классическим призматическим шпоночным соединением.

Для проведения сравнительного анализа работоспособности классического призматического шпоночного соединения и Ценципера были созданы их идентичные 3D модели и проведены расчеты методом конечных элементов, при прочих равных условиях, в различных пакетах. Расчеты проводились всего шпоночного соединения в сборе так и каждой детали соединения в отдельности для сравнения влияния формы шпонки на сопрягаемые детали.

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ БАГАТОШКІВНОЇ ПАСОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ ЇЇ ШКІВІВ

Літовченко П.І., Раківненко В.П., Іванова Л.П.

Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Багатогошківні ремінні передачі знайшли широке застосування в автомобільній, тракторній та іншій сільськогосподарчій техніці. В двигунах автомобілів і сільгоспмашин такі передачі використовуються для приводу агрегатів системи охолодження, генератора, компресора та т. і.

Розроблено пропозиції щодо конструктивного вдосконалення таких передач. Пропонуються результати дослідження, спрямовані на визначення раціонального варіанту розташування шківів багатошківної пасової передачі, при якому забезпечується максимальна тягова здатність пасу, зниження сил і напружень у пасі.

Об'єктом дослідження було обрано тришківну пасову передачу двигунів ЗМЗ-4061, ЗМЗ-4063 автомобілів ГАЗЕЛЬ, геометричний образ якої є найбільш типовим для тришківної клинопасової передачі з натяжним роликом.

Як інструмент досліджень використана розроблена авторами комп'ютерна програма розрахунку геометричних параметрів пасових передач [1].

Запропоновано узагальнену розрахункову схему досліджуваної передачі, на якій приведено геометричні розміри шківів і координати розташування їх центрів відносно системи координат, жорстко зв'язаної з ведучим шківом.

На основі узагальненої розрахункової схеми встановлена залежність кута обхвату пасом критичного шківа (критичним вважали шків з найменшим кутом обхвату, значення якого менше нормативного) від координат розташування шківів. Встановлені діапазони допустимих значень координат розташування центрів шківів, які визначаються габаритами компоновки двигуна.

У результаті досліджень визначені координати розташування шківів передачі, які забезпечують необхідний мінімальний кут обхвату на всіх її шківах. Для оцінки зміни значень силових факторів у передачі завдяки досягнутого раціонального розташування її шківів, отримана залежність для визначення потрібної сили попереднього натягу в залежності від кута обхвату пасом критичного шківа.

Проведені розрахунково-аналітичні дослідження, які показали, що при раціональному розташуванні шківів у досліджуваній передачі при збереженні постійної тягової здатності досягається зниження сили попереднього натягу пасу на 9%, напруження у пасі на 7...15%, радіальної сили, що діє на вал водяного насоса, на 3%.

По результатом дослідження запропоновано узагальнений алгоритм і комп'ютерну програму розрахунку раціонального розташування шківів у тришківній клинопасові передачі з натяжним роликом.

Список літератури: 1. Литовченко, П. И. К расчету геометрических параметров ременной передачи с тремя шкивами // Вопросы проектирования и производства летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Нац. аэокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» Вып. 1(44). − Харьков: НАКУ, 2006. − с. 131-136.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ МОСТОВЫМ КРАНОМ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ФУНКЦИИ УПРАВЛЯЕМОСТИ

Лось Е.А., Окунь А.А.
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассматривается система «тележка – груз», описывающая движение мостового крана. Для неё ставится следующая задача: необходимо перевезти груза из некоторого начального положения в конечное, в котором система будет находиться в состоянии покоя, и сделать это за конечное время и при наличии ограничений на управление.

Рассмотрена линеаризованная модель этой системы, которая представляет собой линейную систему дифференциальных уравнений четвертого порядка с одномерным управлением. Показано, что исходная задача попадания эквивалентна задаче локальной нуль-управляемости для этой системы.

Для решения этой задачи применяется метод функции управляемости, предложенный Коробовым В.И. в 1979 году. В нашей работе используется развитие этого метода – синтез инерционных управлений. Необходимые сведения об этом методе приведены в исследовании.

В работе приводятся и обсуждаются несколько различных алгоритмов решения задачи с помощью метода функции управляемости. Результаты работы программ, реализующих эти алгоритмы, и анализ возникающих трудностей и путей их решения, приведены в исследовании.

Рассмотрена задача управляемости с ограничениями на управление для системы «тележка – груз», описывающей движение мостового крана. Дано конструктивное решение этой задачи с применением метода функции управляемости.

В системе *Mathematica* написана программа, решающая задачу построения управления в случае, когда функция управляемости является временем движения системы, а также программа для решения задачи в случае, когда начальные данные не попадают в область разрешимости задачи.

МОНИТОРИНГ РАБОТЫ УЗЛОВ ТРЕНИЯ В МАШИНАХ С РАЗВЕТВЛЕННЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ЦЕПЯМИ

Музыкин Ю.Д., Татьков В.В., Музыкин П.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для оценки вероятности появления аварийных отказов в парах трения машин с разветвленными кинематическими цепями наиболее перспективным методом является мониторинг суммарного износа во всех подвижных соединениях. При этом способе диагностики фиксируется величина люфта во всех кинематических парах при реверсе механического привода без нагрузки.

Сущность предложенного метода заключается в том, чтобы зафиксировать начало движения как вала приводного электродвигателя, так и рабочего звена машины. Установив таким образом угол поворота начального звена до момента начала движения замыкающего звена, находится суммарный зазор во всех кинематических парах, участвующих в передаче крутящего момента. Выполнив данные измерения несколько раз при реверсе, находится среднестатистическое значение выработки в кинематических парах.

Для реализации данного метода диагностирования разработана измерительная схема на базе лазерного прибора “Leica DISTO” A6, которая позволяет не только фиксировать техническое состояние силового привода на момент проведения измерений, но и за счет функциональных возможностей предложенной схемы измерений устанавливать остаточный ресурс работы механической системы, а, следовательно, принимать решения, исключающие возможность аварийных остановок.

Лазерный прибор в режиме работы PYTHAGORAS и STORAGE автоматически определяет искомый угол поворота, а в режиме BLUETOOTH с внешним ПК позволяет производить любые статистические расчеты, связанные с установлением остаточного ресурса работы исследуемого привода.
Представленный комплекс позволяет снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций в силовых приводах машин с разветвленными кинематическими цепями.

Предложенная схема мониторинга работы узлов трения достаточно универсальная и может быть использована в машинах различного функционального назначения, а техника измерения величины люфта может существенно трансформироваться в зависимости от вида кинематической цепи.

СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ СМАЗКИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

Музыкин Ю.Д., Татьков В.В., Музыкин П.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В опорах, воспринимающих высокие единичные нагрузки со значительной динамической составляющей либо ударные с нефиксированным направлением действия, применение подшипников качения не эффективно, и наиболее перспективными опорами становятся гидростатические и гидродинамические. Успешная работа опор скольжения возможна лишь при условии создания устойчивой масляной пленки, которая не только воспринимает весь спектр нагрузок, действующих на опору, но и отводит избыточное тепло из зоны трения. Для этого используются циркуляционные системы жидкой смазки, в которых масло подводится в рабочие точки, расположенные во всех парах трения. Удачным примером реализации такой циркуляционной системы смазки является предложенная схема, которая более десяти лет эксплуатируется в дробильном отделении ЧАО «Запорожский железорудный комбинат». Смазка всех узлов трения, включающих подшипники и подпятники скольжения, а также зубчатые передачи, осуществляется двумя насосными установками объемного действия с дроссельным регулированием, настройка и последовательность работы которых определяются требованиями гидросистемы.

Учитывая специфику работы и расположения пар трения, особое внимание уделено вопросам очистки масла и его термостатированию. С этой целью в напорной гидролинии установлены фильтры тонкой очистки с предохранительными клапанами и кожухотрубный маслоохладитель, а в сливной гидролинии размещена установка гравитационной очистки. Последняя представляет собой многофункциональное устройство, в основу которого положен тонкослойный отстойник, обеспечивающий удаление как твердых частиц, так и нерастворенных в масле воды и воздуха. Кроме того, для заправки бака новым маслом, а также его дополнительной очистки используется передвижная фильтровальная станция со сменными фильтроэлементами.

Для контроля в режиме «online» технических характеристик циркуляционной системы смазки и предупреждения аварийных ситуаций в реперных точках гидросистемы установлены датчики, которые контролируют расход жидкости, величину давления, температуру масла, наличие воды в масле, уровень масла в емкостях. Каждый датчик обеспечивает получение как аналогового, так и цифрового сигнала, которые на мнемосхеме циркуляционной системы смазки отображают весь информационный спектр услуг для оператора дробильного отделения. При отклонении показателей работы масляной системы включается сигнальная система оповещения, а при критических условиях происходит автоматическая остановка машины.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПЕРЕКОСУ МОСТОВИХ КРАНІВ

Наумов С.М., Григоров О.В., Петренко Н.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мостові крани є одним з найбільш розповсюджених видів підйомно-транспортного устаткування промислових підприємств. Безперебійна робота кранів може бути забезпечена лише за умови високої довговічності і надійності їхніх основних вузлів і деталей. З моменту появи перших кранів мостового типу з'явилась проблема перекосів ходових коліс, вона також актуальна і на сьогоднішній день. Слід виділити декілька її аспектів: знос ходових коліс і підкранових колій; додаткові опори руху; бічні навантаження на підкранові спорудження; навантаження на металоконструкцію крана; робота металоконструкції при перекосах.

Аналіз результатів роботи механізмів пересування кранів свідчить про недостатню довговічність ходових коліс, термін служби яких коливається від декількох місяців до декількох років. В даний час підвищення довговічності ходових коліс здійснюється, в основному, шляхом збільшення їхньої зносостійкості за допомогою раціонального вибору матеріалу, твердості, виду термічної обробки і т.п. Підвищення довговічності коліс можна досягти також шляхом зменшення сили і тривалості контакту реборди з рейкою. Для того, щоб забезпечити гарні ходові характеристики і низький знос, необхідно встановлювати і витримувати допуски, що враховують недосконалість кранового шляху і самого крана.

При центральному приводі ходові колеса з конічним профілем поверхні качіння у взаємодії з рейками опуклого профілю сприятливо впливають на ходові характеристики крана і на сили бічного відведення ходового колеса. Кут нахилу конусної поверхні може бути рекомендований у 3...4°. За останні роки кафедрою ПТМ і О, НТУ «ХПІ» було запропоновано декілька пристосувань для зменшення перекосів ходової частини кранів.

Як показує експлуатаційна практика, ретельна установка ходових коліс веде до дуже істотного поліпшення роботи механізму пересування і збільшенню терміну служби коліс у кілька разів. Нажаль питанню точності установки коліс на заводах-виготовлювачах приділяється недостатня увага. Це не виправдано як з технічної, так і з економічної точки зору, тому що підприємства експлуатуючі крани, несуть витрати, зв'язані з ремонтом механізму пересування, непомірно більші, ніж кошти від економії заводу виготовлювача на операції по установці коліс. Шляхом зменшення величини перекосів кранів також є використання конічних ходових коліс кранів; розробка нових конструкцій вузлів ходової частини кранів; оптимальне керування кранів для зменшення динамічного навантаження та гасіння коливань вантажу; застосування системи автоматичної стабілізації прямолінійного руху кранів; застосування лазерних установок при прокладанні підкранових рейок та при виготовленні кранів для збільшення точності.

РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Новиков Ф.В.

Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца, г. Харьков

В настоящее время проводятся работы по дальнейшей разработке физико-математической теории процессов обработки материалов и технологии машиностроения, позволяющей с единых позиций аналитически описать основные технологические параметры обработки, на качественно новом фундаментальном уровне раскрыть физические закономерности различных методов механической обработки и обосновать их технологические возможности. Причем, все теоретические решения доводятся до простых инженерных формул, которые можно использовать как в научных целях, так и для решения конкретных практических задач непосредственно в заводских условиях. Это открывает широкие перспективы решения оптимизационных технологических задач направленного выбора наиболее эффективных методов механической обработки при проектировании технологических процессов и особенно операций финишной обработки, когда необходимо обеспечить высокие требования по точности и качеству обрабатываемых поверхностей и одновременно снизить трудоемкость обработки. На основе данной теории решена важная научно-практическая проблема повышения точности, качества и производительности обработки ответственных высокоточных деталей путем разработки и внедрения высокоэффективных технологий механической обработки с использованием современных высокооборотных станков с ЧПУ, прогрессивных конструкций лезвийных и абразивных инструментов и новых кинематических схем высокоскоростной обработки.

В теории большое внимание уделено разработке технологий изготовления высокоточных отверстий в деталях гидравлических систем, поскольку их удельный вес в общем технологическом цикле обработки значителен и составляет 50 % и более. Так, предложено при финишной обработке отверстий использовать прогрессивный метод высокоскоростного фрезерования, который обеспечивает высокопроизводительную и высокоточную бездефектную обработку и является чрезвычайно перспективным направлением в механической обработке. Как показывает практика, применение разработанных технологий механической обработки и современных высокооборотных станков с ЧПУ позволяет резко сократить трудоемкость прецизионной обработки сложных деталей. Так, при изготовлении сложных корпусных деталей, которые раньше требовали, например, до 200 операций механической обработки (особенно финишной обработки), за счет применения новых технологий и современного оборудования количество операций сократилось до 2 раз. Это существенно снизило трудоемкость обработки деталей при обеспечении необходимых показателей точности и качества.

На основе полученных новых решений произведена разработка и выбор оптимальных схем обработки, которые внедрены на операциях финишной механической обработки высокоточных деталей.

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПЕРЕКОСУ У МОСТОВИХ КРАНІВ

Олійник С.О., Григоров О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема перекосу мостового крану постійно турбувала інженерів та дослідників. Аналіз роботи механізмів пересування кранів та його ходової частини свідчить про те, що недостатня довговічність окремих вузлів, деталей і крана в цілому. Найбільше часто виходять з ладу ходові колеса. Тривале функціонування й економічність крана у великій мірі залежить від правильного виставлення та установки його ходових коліс та рейок, так званої підкранової колії.

Розглянемо шляхи та пристрої для усунення та зниження перекосу у мостових кранів.

Шляхами зменшення перекосів кранів є:

1) збільшення зносостійкості та довговічності ходових коліс та рейок;
2) використання конічних ходових коліс кранів;
3) оптимальне керування кранів для зменшення динамічного навантаження та гасіння коливань вантажу;
4) застосування системи автоматичної стабілізації прямолінійного руху кранів;
5) вдосконалення датчиків перекосу для більш безпечної роботи кранів даного типу;

Для зменшення перекосу у мостових кранів існують спеціальні пристрої.

До таких пристроїв відносяться:

1) Пристрій для напрямку руху мостового крана;
2) Обмежувачі перекосу опор крана;
3) Пристрій для контролю стану ходових коліс;

Проаналізувавши та дослідивши, що таке перекіс кранів мостового типу, та які пристрої використовуються для зниження його величини, можна зробити висновок, що дана проблема являється актуальною на сьогоднішній день і є повністю невирішеною. Під час розглядання перекосу, дослідили методи та способи усунення даної проблеми, хоча вони мають деякі недоліки в своєму

застосуванні та конструкції, але на практиці вони працюють. На мою думку, пристроям, котрі призначені для зниження перекосу у мостових кранів, потребують детального аналізу, та заміна дорогих матеріалів на більш дешевших, але стійкими та виносливими.

Література:

1. О. В. Григоров, Вплив механізму пересування мостового крана на металоконструкцію.
2. Богословский А. Н., Електрообладнання кранів, 1983 р.

ПРО НАТІКАННЯ СТРУМЕНЯ РІДИНИ ОБМЕЖАНОЇ СТІНКАМИ НА ПЛАСТИНУ КІНЦЕВИХ РОЗМІРІВ

Онищенко А.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянемо загальний випадок натікання струменю рідини на пластину кінцевих розмірів. Відповідно з виразом комплексного потенціалу наведеним в монографії Лойцянського Л.Г. «Механіка рідини і газу» після його інтегрування і запису в зворотній формі знайдено рівняння нижньої лінії току ($\psi = 0$).

Виходячі з умови: $1 \le \alpha \le l^{\varphi}$; $\ln\alpha \le \varphi \le \infty$; $0 \le \beta \le l^{\varphi}$; $\ln\beta \le \varphi \le \infty$, зробивши відповідні перетворення запис комплексного потенціалу в новій формі.

Виділивши дійсну і уявну частини отримаємо вирази для визначення параметрів хіу. Підставивши в ці рівняння значення параметру φ, що відповідає граничній точці В і безкінечно удаленої точки С струменя.

З урахуванням рівності $f2(\alpha, \beta, L, l) = 0$, отриманої раніше, будемо мати параметричні рівняння нижньої вільної лінії току для випадку $\varphi = \ln\alpha$і$\varphi = \infty$.

Ввівши змінну знайдемо рівняння асимптоти цієї лінії і перевірівши границі випадки можна зробити висновок, що при великих α і β, що відповідає $l>L$; $L>h$кут нахилу струменя приблизно дорівнює 450. Таким чином з рівняння асимптоти й рівняння виду $f1(\alpha, \beta, h, l)= 0$і$f2(\alpha, \beta, L,l) = 0$завжди можна визначити кут нахилу струменя θ, що стікає з пластини кінцевих розмирів.

Параметричне рівняння верхньої лінії току ($\psi = \pi$) отримано при $e^{x} = -e^{\varphi}$ підставивши останнє у вираз комплексного потенціалу й зробивши певні перетворення і виділивши дійсну та уявну частини.

При підстановці в ці рівняння значення параметра $\varphi = \ln\beta$; $\varphi = \infty$ отримано координати точок DIC.

Аналогічним чином визначимо рівняння асимптоти верхньої лінії току, яке дає можливість знайти товщину струменя на нескінченності $h1 = b\cos\theta$, де $b = b2 - b1$.

Використавши співвідношення:

$$\pi = L\upsilon_{\infty};\ \frac{\upsilon_{\infty}}{\upsilon_{0}} = \frac{\sqrt{\alpha+\beta}}{\sqrt{\alpha(\beta+1)+\beta(\alpha-1)}},$$

де: π – витрата рідини, отримаємо формулу для визначення товщини струменяh1, що стікає з пластини.

Отримані результати можуть бути використані, наприклад, для оцінки впливу гідродинамічної сили, яка утворюється струменем робочої рідини в золотниковій парі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДКРАНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Павкін Р.А., Редька Є.С., Коваленко В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мостові крани є основними засобами механізації підйомно-транспортних операцій на різних промислових підприємствах.

Однією з важливіших проблем на більшості таких підприємств є ремонт або заміна ходових коліс і заміна рейок внаслідок їх зносу. Існує дві основні причини, через які відбувається знос коліс і рейок: неправильне положення направляючих (рейок) і рух крана з перекосом.

Нормальна експлуатація мостових кранів значною мірою залежить від дотримання технічних вимог, що пред'являються до геометрії і технічного стану підкранових колій. Обстеженнями встановлено, що з усіх конструкцій каркасу найменшу витривалість і живучість мають саме підкранові конструкції, так як в даний момент часу витривалість їх не забезпечена. Тому актуальною проблемою на сьогоднішній день є обстеження та аналіз зносу і деформації підкранових балок і рейок, які безпосередньо впливають на продуктивність і довговічність роботи крана.

Для дослідження та усунення причин, пов’язаних з підкрановою зоною, було проведене обстеження підкранового шляху котельного цеху одного з підприємств теплоенергетичного комплексу Харківщини, на якому вже більше 50 років на відмітці 43 м експлуатуються два мостових крана в/п 50т. За цей час підкрановий шлях піддавався значним динамічним навантаженням та температурному впливу.

В результаті досліджень було виявлено, що практично 100% всіх болтових з`єднань підкранових балок з консолями колон і між собою мають розлади. Несучі елементи гальмівних ферм і сталевого настилу мають наднормативні деформації. Зруйновано антикорозійне покриття.

Результати огляду підкранових балок та колон зведені до таблиць та гістограм для подальшого вивчення та обстеження.

Технічний стан підкранових балок, який повинен забезпечувати безпечну роботу системи «ходові колеса – крановий шлях» мостових кранів, не відповідає вимогам НТД і не забезпечує безпечну експлуатацію мостових кранів.

Для реалізації заходів з відновлення підкранової колії вирішено розробити проект організації робіт, що враховує прийняті технічні рішення, використовувані технології відновлення, ступеня пошкодження елементів, а також поетапне проведення відновлювальних робіт з мінімальними термінами.

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕКОСІВ КОЛІС МОСТОВИХ КРАНІВ

Павлюк Б.С., Офій В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перекіс має складну природу, виникає як результат зв'язаних між собою процесів і впливає на перерозподіл навантажень, що діють на конструкцію й механізми крана. Перекіс сприяє зносу ходових коліс і підкранових колій; додатковому опору руху; навантаженню на елементи металоконструкції та механізм пересування, а також на підкранові спорудження. Перекіс порушує нормальну експлуатацію крана й часто призводить до небажаних наслідків.

Стосовно транспортних рухомих засобів із чотирьохточечним обпиранням, мостовий кран має несприятливі ходові якості, тому що відношення прольоту до бази l/b має високі значення (до 6 й 8). Навіть невеликі неточності, головним чином, в укладанні підкранових колій і монтажі ходових коліс істотно погіршують ходові якості крана, що сприяє утворенню перекосів при його русі.

Найбільш істотними виявляються створювані перекосом бічні сили. Однак, крім перекосу, вони обумовлюються й іншими причинами: поперечними ковзаннями ходових коліс; місцевими нерівностями рейок і зсувом їхніх торців у стиках; силами інерції при зміні траєкторії руху опор, динамічності вертикальних навантажень і.т.д. Всі ці фактори взаємозалежні з перекосами крана: вони змінюють опори руху сторін. Однак, ці додаткові опори руху не настільки відчутні стосовно сумарних, тому вплив їх на перекоси незначний.

Першою передумовою появи перекосу є розходження між вертикальними силами й, як наслідок, між опорами руху ходових коліс, наслідком яких, у свою чергу, стають різні моменти моторів і різні числа обертів моторів. Це приводить до виникнення горизонтальних сил і деформацій несучої конструкції крана. Другою причиною виникнення перекосу є погрішності у вигляді коливань, що визначають напрямок руху крана параметрів ходового механізму в рамках полів допуску й зношування. Визначальними величинами впливу є перекоси ходових коліс, розходження в діаметрі ходового колеса, а також відхилення рейки підкранової колії від номінального положення.

Останнім часом у зв'язку із широким впровадженням систем частотного керування приводом з'являються нові можливості для зниження перекісних навантажень. Для кранів з невеликим переміщенням (до 20-30 м.) досить використати з'єднання приводів протилежних опор електричним валом. Для кранів з більшим переміщенням застосування електричного вала без додаткових заходів може принести більше шкоди, чим користі, оскільки синхронізація обертання двигунів при розходженні діаметрів коліс приводить до неминучого проковзування одного з ведучих коліс. Для кранів цього типу можна застосувати датчик деформації форми крана в плані, наприклад, тензодатчик, убудований у спеціальний додатковий діагональний елемент, що з'єднує кінцеву й головну балки. Замість тензодатчика може бути використаний оптичний датчик, наприклад, лазерний вимірювач відстані.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ КРАНІВ

Півень М.Ю., Григоров О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Промисловість України переживає зараз не кращі часи. Через скрутний економічний стан, коли промислові підприємства змушені боротися за виживання, відновлення парку ВПМ відбувається повільно, або й зовсім не відбувається. Тому ситуація із крановим парком складна. З кожним роком вона погіршується. На даний момент 89% кранів мостового типу відпрацювали свій нормативний строк.

Широко використовувані в теперішні час методи неруйнівного контролю - ультразвуковий, рентгеноскопія, капілярний і ін., на жаль, не дозволяють дати кількісну оцінку структурних змін у металі й визначити напружено-деформований стан металоконструкцій.

Не всі методи НК можливо застосувати при НК кранових металоконструкцій. Основні з них можливо розділити на дві групи: дефектоскопію та моніторинг з подальшим визначенням експлуатаційної придатності металоконструкцій кранів. Методи моніторингу можливо розділити на активні (інформативний параметр – штучно створені фізичні поля, що характеризують енергію метала об’єкта контролю) та пасивні (інформативний параметр – фізичні поля, що характеризують власну (внутрішню) енергію метала об’єкта контролю). Методи НК оцінювання стану елементів МК кранів (дефектоскопія) достатньо вивчені.

Досить перспективним є неруйнівний магнітний контроль на основі коерцитивної сили металоконструкцій кранів. Базуючись на результатах коерцитиметричного контролю можливо провести аналіз напружено-деформованого стану та визначити експлуатаційну придатність контрольованих елементів та в цілому металоконструкції крана. В основу даного методу неруйнівного контролю покладено кореляційну залежність між механічними властивостями металу та одним із основних фізичних параметрів петлі магнітного гістерезису – коерцитивної сили (НС, з прийнятою розмірністю А/см).

Найбільшого поширення для вимірів коерцитивної сили на металоконструкціях отримали структуроскопи типу КРМ-ЦК-2М

Конструктивно структуроскоп КРМ-ЦК-2М складається з вимірювального блоку, з’єднаного кабелем із перетворювачем, контрольних зразків для калібрування приладу перед вимірюванням.

Магнітний метод неруйнівного контролю на основі коерцитивної сили має дуже багато переваг. Але застосування тільки кількох методів визначення експлуатаційної придатності металоконструкцій дозволить виключити недоліки одного методу, взаємодоповнити ці методи, підвищити об’єктивність та точність визначення експлуатаційної придатності.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПЛОСКОГО ТОРЦЕВОГО ШЛІФУВАННЯ З НАХИЛОМ ОСІ ШПИНДЕЛЯ

Пижов І.М.[1], Клименко В.Г. [2]

[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

[2]***Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава***

Значна кількість виробів у машинобудуванні та інших галузях виробництва потребую технологічних операцій плоского шліфування. При цьому достатньо широко використовуються верстати, що працюють торцем круга. З метою управління термосиловою напруженістю процесу шліфування часто використовують попередній нахил осі шпинделя на кут α [1-2] що неминуче веде до появи відхилення форми поверхні деталі (увігнутість Δ, див. рисунок) особливості формування якої детально розглянуто в [3].

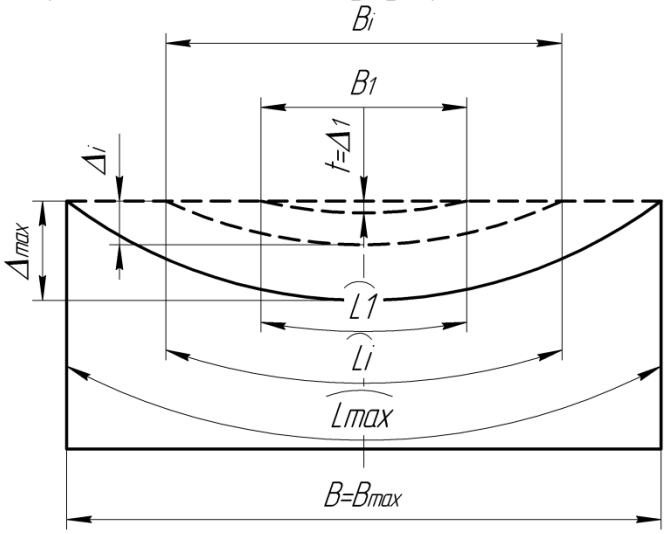


Рисунок.1 – Ілюстрація особливостей формування макропрофілю деталі

Практика використання процесу шліфування показала, що становлять певний інтерес дослідження щодо встановлення впливу умов обробки (діаметра круга $d_{\max}$, глибини шліфування t та кута α) на такі параметри, як ширина (B) та довжина (L) дуги контакту робочої поверхні круга (РПК) з деталлю. Для цього були проведені дослідження шляхом комп'ютерного моделювання у середовищі КОМПАС.

Результати моделювання показали, що ці функції достатньо добре можуть бути описані степеневими залежностями, які мають вигляд:

$$B = 14{,}92 \cdot t^{0{,}50} \cdot \alpha^{-0{,}48} \cdot d_{\max}^{0{,}50},\ L = 15{,}24 \cdot t^{0{,}50} \cdot \alpha^{-0{,}50} \cdot d_{\max}^{0{,}50}.$$

Надалі становлять певний інтерес дослідження щодо встановлення впливу умов процесу шліфування з нахилом торцевого круга на площу контакту РПК з деталлю.

Література:

1. Лоскутов В.В. Шлифовальные станки / В.В. Лоскутов. -М.: Машиностроение. - 1976. -191 с.; 2. Наерман М. С. Справочник молодого шлифовщика / М. С. Наерман. -М.: Высш. шк., 1985. - 207 с.; 3. Пижов І.М. Дослідження особливостей формування відхилень від площинності при плоскому торцевому шліфуванні / І.М. Пижов, В.Г. Клименко // - Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 151/2014. Серія: Машино-приладобудування та транспорт. - Севастополь, 2014.-С. 134-139.

МОТИВАЦІЯ ТА ЗАВДАННЯ ЗА ПРОЕКТОМ М2243 НТУ «ХПІ» ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТОІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ ПЛОСКОГО ТОРЦЕВОГО ШЛІФУВАННЯ (2015-2016 рр.)

Пижов І.М., Гуцаленко Ю.Г., Севідова О.К., Руднєв О.В., Івкін В.В.
Національній технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Торцеве шліфування є основним в інструментальних виробництвах, номенклатура яких включає найбільш важкооброблювані матеріали, в тому числі надтверді, що зумовлює складність і важливість підвищення їх ефективності, у тому числі для збільшення продуктивності і полегшення вартісної навантаження споживаючих шліфований інструмент виробництв.

Виходячи з цього та з врахуванням досвіду та сучасного доробку науковій школи фізики процесів різання НТУ «ХПІ» під керівництвом проф. А. І. Грабченка основними завданнями проекту М2243 (2015-2016 рр.) визначено наступне:

1. Забезпечити умови для реалізації на плоскошліфувальному верстаті з вертикальним розташуванням шпинделя ідеї шліфування в суцільному шарі технологічної рідини і створити можливість застосування комбінованих процесів шліфування.

2. Розробити електроізоляційний композиційний матеріал підвищеної зносостійкості та технологічності для використання у струмозахисту робочих конструктивних елементів верстатів, що експлуатуються в комбінованих процесах шліфування з струмопідводом в зону різання.

3. Запропонувати частково струмозахисну конструкцію шліфувального кругу з можливістю включення його робочої частини у ланцюг подання електричного струму в зону різання з позбавленням від необхідності струмоізолювання установочних поверхонь планшайби шпинделя верстата.

4. Удосконалити конструкцію пристроїв для ефективного подання технологічної рідини в зони шліфування та правки круга.

5. Розробити методику здійснення контролю за ступенем заповнення зон шліфування та правки круга технологічною рідиною.

6. Підвищити ефективність процесу правки робочої поверхні абразивних кругів алмазними олівцями.

7. Теоретично дослідити можливість керування площею контакту робочої поверхні круга з деталлю за рахунок попереднього нахилу осі шпинделя.

8. Розробити оригінальну конструкцію багатомісного пристосування для заточування лезових інструментів.

9. Запропонувати багатофункціональну конструкцію плоскошліфувального верстата з вертикальним шпинделем.

10. Розробити електронну конструкторську документацію на модернізацію існуючих заточувальних верстатів для практичної реалізації запропонованої конструкції верстата.

11. Створити експериментальний зразок плоскошліфувального верстата з вертикальним розташуванням шпинделя на базі універсально-заточувального верстата.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ СОЖ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ

Приданчук А.М., Фесенко А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) оказывают непосредственное влияние на производительность и качество обработки материалов резанием, осуществляя охлаждающее, смазочное и моющее действия. Наибольшее влияние на конструктивные параметры технических средств применения СОЖ оказывают тип производства, номенклатура обрабатываемых деталей, номенклатура СОЖ и экономические требования [1].

В процессе работы металлорежущих станков СОЖ постепенно загрязняются металлической стружкой и пылью, отходами шлифования – частицами абразива и связки, соединениями абразива и стружки, атмосферной пылью, волокнистыми и смазочными материалами. Для получения качественной поверхности при шлифовании необходимо предусмотреть эффективную очистку СОЖ.

Изменение дисперсного состояния СОЖ в процессе её эксплуатации приводит к ухудшению функциональных и эксплуатационных свойств жидкости. Учитывая, что до 90 % объема СОЖ, применяемых при металлообработке, приходится на долю эмульсионных, выполнено моделирование дисперсного состояния эмульсионных СОЖ с целью прогнозирования его изменения в процессе эксплуатации [2].

Было проведено моделирование в критериальной форме, как это принято при описании адгезии и других физико-химических процессов. Экспериментальным путем определялись ряд коэффициентов для модели, а также влияние энергетического воздействия на дисперсность СОЖ.

Возможность получения гомогенных мелкодисперсных эмульсий нужного состава с минимальной трудоемкостью и малыми энергозатратами обуславливается эффективной схемой их приготовления и рациональными аппаратными средствами. Комплексно решить эту задачу удалось при создании специальной установки с использованием эффекта кавитационной обработки СОЖ в потоке.

Литература:

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: Справочник / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, Е.М. Булыжев и др. / Под общ. ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.

2. Математическое моделирование и исследование технологии и техники применения смазочно-охлаждающих жидкостей в машиностроении и металлургии/ Е.М. Булыжев, А.Ю. Богданов, В.В. Богданов и др. Под общ. ред. Е.М. Булыжева. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 126.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ БЕЗРОТОРНИХ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТУ

Роговий А.С.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

На сучасному етапі розвитку транспорту промислових підприємств виникли умови коли підвищення ефективності використання ресурсів стримується недостатньо раціональними способами транспортування між цехами, промисловими площадками та заводами. Використання гідравлічного та пневматичного транспорту в технологічних процесах основного виробництва, в системах промислової вентиляції, системах відведення промислових вод в централізовані пункти очищення мають велике значення для охорони природних ресурсів та ефективного їх використання в нашій країні. Собівартість транспортування масових навалочних (накидних, насипних) вантажів спеціальними видами транспорту, у т.ч. трубопровідним нижче в 2-3 рази. Тому область використання трубопровідного гідро- та пневмотранспорту кожного року збільшується за рахунок простоти конструкції та невеликих розмірів.

Нагнітачі вихрового типу, та зокрема безроторні відцентрові нагнітачі (БВН), мають невеликі габаритні розміри, що дозволяє їх використати в тих системах, де не має можливості розмістити прямоточні струминні насоси в системах трубопровідного промислового транспорту, що працюють в несприятливих умовах експлуатації, де у насосних агрегатів низька надійність. Але на даний час, бракує теоретичних обґрунтувань єдиної методики розрахунку гідротранспортних систем на основі безроторних відцентрових насосів, при достатній кількості публікацій щодо особливостей роботи та робочих процесів в цих насосах.

На основі отриманих теоретичних й експериментальних даних розглянуто дві задачі розрахунку геометричних параметрів проточної частини БВН (одна задача при розрахунку оптимальних параметрів для перекачування рідини або газу, друга – твердих середовищ) по заданим тиску на виході з насоса та об'ємній витраті на виході з насоса (при перекачуванні газу або рідини), масовій витраті (при перекачуванні твердих середовищ). При цьому необхідно дотримувати наступну послідовність розрахунків і прийняття рішень: 1. Визначення принципової можливості перекачування заданого середовища за допомогою БВН й вибір середовища, за допомогою якого буде здійснюватися перекачування. 2. Вибір конструкції проточної частини БВН. 3. Вибір основного критерію ефективності роботи насоса. 4. Подальші розрахунки варто робити, вибравши основний параметр ефективності, керуючись вимогами системи або процесу, у якому використається нагнітач.

На основі виявленого впливу питомих мас середовищ, що беруть участь у перекачуванні, та врахування розміру твердих часток й особливостей робочих процесів БВН розроблено єдину методику розрахунку систем, побудованих на основі БВН.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ АЛМАЗНО-ТВЁРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ТОРЦЕВОМ АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

Руднев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Мелкозернистые алмазно-твёрдосплавные пластины (АТПМ) выпускаются Институтом сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины для лезвийного инструмента. Размер зерна от 3 до 60 мкм позволяет получить режущую кромку с малым радиусом скругления ($\rho \to 0$), а свойства алмаза обеспечивают широкий диапазон применения такого инструмента.

Положение о постоянстве соотношения средних квадратических отклонений микронеровностей обработанной поверхности и приведенного суммарного профиля круга σ_2/σ_1 для любых условий шлифования позволяет прогнозировать потенциальную шероховатость обработанной поверхности. Условия обработки при этом характеризуются совокупным фактором - числом встреч n, который в свою очередь определяется частотой вращения круга ω и продольной подачей S.

Были проведены две серии экспериментов: по определению среднего квадратического отклонения приведенного суммарного профиля σ_1 при различных режимах обработки и по определению шероховатости обработанной поверхности при тех же режимах.

Обработка результатов экспериментов на ЭВМ позволила установить зависимость шероховатости шлифованных поверхностей пластин из АТПМ от параметров обработки.

Для АТПМ получено следующее уравнение регрессии:

$$Ra = 0{,}230 + 0{,}009 \cdot X_1 + 0{,}017 \cdot X_2 + 0{,}058 \cdot X_3 + 0{,}060 \cdot X_4 + 0{,}034 \cdot X_1^2 +$$
$$+ 0{,}020 \cdot X_2^2 + 0{,}050 \cdot X_3^2 - 0{,}060 \cdot X_4^2 + 0{,}028 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0{,}001 \cdot X_1 \cdot X_3 -$$
$$- 0{,}011 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0{,}022 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0{,}000 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0{,}031 \cdot X_3 \cdot X_4$$

Таким образом, использование положения о постоянстве отношения скреднеквадратических отклонений микронеровностей поверхности и приведенного суммарного профиля круга σ_2/σ_1 при проектировании процессов высоких технологий является весьма перспективным, так как позволяет с высокой точностью спрогнозировать потенциальную шероховатость поверхности, либо по заданной шероховатости определить необходимые параметры круга и режимов резания, что доказано экспериментально.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕРЫВИСТОГО ШЛИФОВАНИЯ

Рябенков И.А.

ГП Харьковский машиностроительный завод “ФЭД”, г. Харьков

Одним из наиболее эффективных методов шлифования деталей из труднообрабатываемых материалов является прерывистое шлифование, обеспечивающее снижение сил и температуры резания, повышение производительности и качества обработки, а также стойкости шлифовального круга. Однако на практике его технологические возможности используются не в полной мере. Так, гарантированно удается уменьшить температуру резания в пределах 40%, чего не всегда достаточно для решения проблемы эффективного применения прерывистого шлифования на конкретных операциях обработки деталей. Проведен анализ условий уменьшения температуры резания при прерывистом шлифовании на основе установленных аналитических зависимостей:

$$\theta = \sigma \cdot V_{дет0} \cdot \left(\sqrt{l_1} + \frac{l_2}{\sqrt{l_1}} \right) \cdot \sqrt{\frac{2}{c \cdot \rho \cdot \lambda \cdot V_{кр}}} = \frac{\theta_0}{\sqrt{0{,}5 \cdot n}},$$

где σ – условное напряжение резания, Н/м^2; $V_{дет0}$, $V_{кр}$ – скорости детали и круга, м/с; l_1, l_2 – длины рабочего выступа и впадины прерывистого круга, м; λ – коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м·К); c – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг·К); ρ – плотность обрабатываемого материала, кг/м^3; $\theta_0 = \sigma \cdot V_{дет0} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \tau}{(0{,}5 \cdot n) \cdot c \cdot \rho \cdot \lambda}}$ – температура резания при обычном шлифовании; τ – время обработки, с; n – количество рабочих выступов круга.

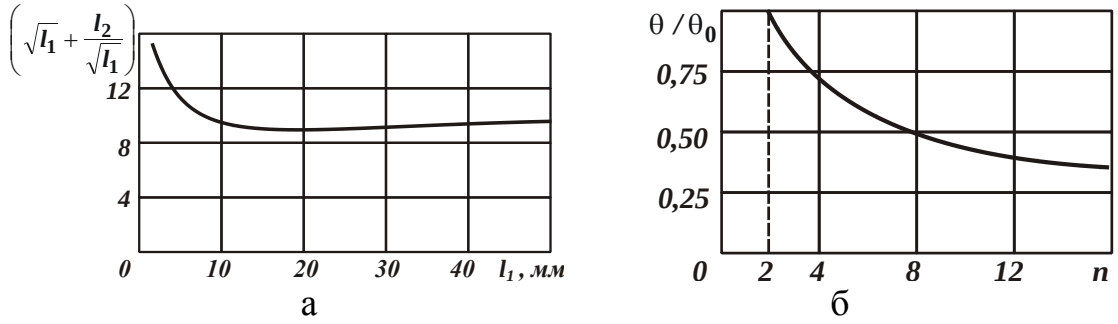


Рис. 1 – Зависимость множителя $\left(\sqrt{l_1} + \frac{l_2}{\sqrt{l_1}} \right)$ от l_1 (а) и отношения θ / θ_0 от n

Установлено, что температура резания при прерывистом шлифовании θ с изменением l_1 изменяется по экстремальной зависимости, проходя точку минимума при $l_1 = l_2$ (рис. 1,а). При этом условии отношение θ / θ_0 уменьшается в 2-3 раза с увеличением n от 2 до 8…16 (рис. 1,б).

Это указывает на существование новых неиспользованных на практике технологических возможностей, связанных с уменьшением температуры резания, что требует проведения дальнейших исследований и внедрение полученных результатов в производство.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

Рязанова-Хитровская Н.В., Пыжов И.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Процесс алмазного выглаживания является сравнительно новым и эффективным методом отделочно-упрочняющей обработки, позволяющий уменьшить высоту микронеровностей поверхности и повысить сопротивление усталости и износостойкость деталей. Процесс применяется для обработки наружных и внутренних поверхностей вращения с цилиндрическим, коническим или фасонным профилем, а также для плоских поверхностей. Алмазное выглаживание нашло свое применение в автомобилестроении, авиадвигателестроении, общем машиностроении и других отраслях промышленности.

Алмазное выглаживание может быть использовано для обработки практически любых металлов и сплавов, применяемых в современном производстве, кроме ниобия, титана и циркония. Невозможность обработки ниобия, титана и циркония обусловлена тем, что при выглаживании данные материалы налипают на рабочую часть инструмента.

Мировая практика показывает, что применение компьютерных технологий моделирования процессов резания очень эффективно, так как сокращает время на разработки и проверочную работу. Однако, к процессу пластического деформирования, каким является алмазное выглаживание, до сих пор не применялись компьютерные технологии.

С помощью программного пакета CosmosWorks, являющимся приложением к SOLIDWORKS, можно проанализировать конструкцию алмазного выглаживателя, проверить влияние температуры и давления на 3D напряженно-деформированное состояние процесса изготовления инструмента, а также смоделировать процесс алмазного выглаживания (рис. 1). Это позволит выявить закономерности и дать возможность не прибегая к многочисленным затратам времени и средств, получить достаточно точные и приемлемые результаты по интересующим нас вопросам, таким как влияние теплофизических факторов на алмазный инструмент в процессе платического деформирования.

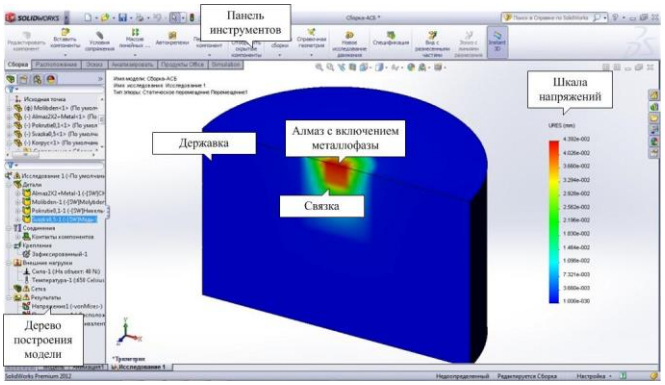


Рисунок 1 – Результаты расчета НДС при спекании алмазного карандаша

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сало В.А., Літовченко П.І., Нечипоренко В.М.

Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

В даний час перспективи прогресу в машинобудуванні зв'язані в основному з розробкою і широким застосуванням неоднорідних за своєю структурою композиційних матеріалів (композитів), що відкривають широкі можливості як для удосконалювання існуючих конструкцій найрізноманітнішого призначення, так і для розробки нових конструкцій і технологічних процесів. Інтенсивне зростання застосування композитів у відповідальних конструкціях сучасної техніки обумовлено, насамперед, великими можливостями композитів при розв'язанні зазначених проблем. Різноманіття цих можливостей визначаються високими питомими міцністю і жорсткістю, низькою щільністю, високою технологічністю виготовлення цільних великогабаритних виробів та реалізацією в процесі виробництва конструкцій спрямованого рівня фізико-механічних властивостей сучасних матеріалів. Щоб реалізувати зазначені можливості необхідні надійні методи розрахунку напружено-деформованого стану пружних конструкцій, виготовлених з матеріалів неоднорідної структури. Тому розробка методів розрахунку на міцність і жорсткість неоднорідних оболонок з отворами є актуальною проблемою, для розв'язання якої пропонується розроблений RVR-метод, заснований на застосуванні варіаційного принципу Рейсснера, загальних рівнянь теорії пружності, методу І.М. Векуа і математичного апарата теорії R-функцій.

В якості використання RVR-методу у роботі розглянута пружна оболонка з неоднорідною по товщині структурою, при дослідженні якої вважається, що модулі пружності і зсуву є довільними функціями координати, спрямованої по товщині пружної області. Представлено приклади різних законів зміни пружних характеристик матеріалу від однієї координати (розглянуті лінійний, кубічний, експонентний або логарифмічний закони). Виконано чисельнтй розрахунок навантаженої сталим внутрішнім тиском неоднорідної сферичної оболонки з двома полюсними коловими отворами, закритими кришками, які передають на оболонку дію перерізучих зусиль. Представлено графіки розподілу переміщень і напружень уздовж товщини оболонки у випадку застосування різних уточнених теорій. Як випливає з результатів, напружено-деформований стан неоднорідної оболонки істотно залежить від того, наскільки закон зміни пружних характеристик матеріалу відрізняється від їхнього лінійного розподілу по товщині оболонки.

Отримані результати підтверджують перспективну можливість ефективного використання запропонованого RVR-методу при розрахунку неоднорідних оболонок у випадку відомих залежностей пружних характеристик матеріалу від координат точок досліджуваного тіла. Засобом перевірки вірогідності результатів може стати програмно реалізований алгоритм інтегральної двоїстої оцінки точності одержаних наближених розв'язань.

ЕКСПРЕС-МЕТОДИ ОЦІНКИ РЕСУРСУ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН

Свєженцев С.В., Коваленко В.О.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Проблема забезпечення надійної та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів з кожним роком стає все більш актуальною, так як їх старіння значно випереджає темпи технічного переозброєння. Широке поширення отримала оцінка ресурсу вантажопідйомних машин на основі експрес-методів. До них відносяться математичне моделювання кранових металоконструкцій методом кінцевих елементів та пасивні методи неруйнівного контролю, що використовують внутрішню енергію металу: метод діагностування металоконструкцій з використанням вуглецевих волокон, метод магнітної пам'яті металу, метод металевих плівок.

Сутність метода металевих плівок полягає в реєстрації за допомогою металевої плівки як датчика, результатів дії на поверхні металів мікрозрушень, що приводять до нагромадження втомлених ушкоджень. Плівка відображає нагромадження втомлених ушкоджень навіть при роботі метала в пружній області.

Магнітний метод контролю механічних властивостей металу, заснований на аналізі розподілу власних магнітних полів розсіювання на поверхні виробів з метою визначення зон концентрації напружень, дефектів, неоднорідності структури металу і зварних з'єднань. Власне магнітне поле розсіювання виробу виникає на поверхні виробу в зонах стійких смуг ковзання дислокацій під дією робочих або залишкових напружень або в зонах максимальної неоднорідності структури металу на нових виробах.

Метод діагностування металоконструкцій з використанням вуглецевих волокон дозволяє виявляти пошкодження несучих елементів металоконструкцій. Спосіб діагностування стану конструкції, згідно з яким визначають як мінімум одну локальну ділянку ймовірного виникнення дефекту, встановлюють на даній ділянці конструкції датчик і за його показаннями визначають стан конструкції. Датчик являє собою основу з графітизованих вуглецевих волокон на основі полі акрилонітрилу, на яку нанесений колірний індикатор.

Також широке поширення отримує математичне моделювання кранових металоконструкцій методом кінцевих елементів. Базуючись на результатах контролю експрес-методами можливо закласти в модель крана реальні показники стану металу і з більшою точністю провести моделювання напружено-деформованого стану металоконструкції з подальшим прогнозуванням її залишкового ресурсу.

Отже, використовуючи експрес-методи оцінки ресурсу металоконструкцій вантажопідйомних машин можливо визначити їх напружено-деформований стан та в подальшому спрогнозувати залишковий ресурс.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ НАНОСТРУКТУРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ TiAlYN и TiN

Севидова Е.К., Степанова И.И., Крюкова Н.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одним из перспективных методов повышения служебных характеристик деталей и инструментов является нанесение защитных покрытий, которые наряду с высокой износостойкостью обладают способностью противостоять агрессивному воздействию рабочей среды.

Научно-техническое направление, связанное с развитием технологий нанесения функциональных покрытий для защиты объектов машиностроения от различного рода воздействий, в настоящее время вышло на более высокий уровень благодаря разработке нового поколения покрытий с нанокристаллической структурой.

В настоящей работе была проведена оценка физико-механических и коррозионно-электрохимических свойств покрытий TiAlYN и TiN, разработанных в ННЦ ХФТИ и синтезированных вакуумно-дуговым методом с использованием прямолинейного источника фильтрованных потоков катодной плазмы.

Величину кристаллитов сформированных покрытий (d ~ 15…25 нм) определяли рентгенографическим методом по области когерентного рассеивания (ОКР). Твердость (H) и модуль Юнга (E) измеряли наноиндентором G200 методом CSM (непрерывного измерения жесткости).

Трибологические испытания проводили на специальном стенде по схеме шарик-диск (покрытия были нанесены на диск из нержавеющей стали 12Х18Н10Т). Коррозионно-электрохимическое поведение систем покрытие-подложка исследовали путем снятия анодных поляризационных кривых в 3%-ном растворе NaCl.

В результате проведенной разработчиками оптимизации режимов напыления (давления реакционного газа, скорости осаждения, плотности воздействия плазменного потока на подложку и амплитуды импульсного потенциала смещения на ней) были синтезированы наноструктурные покрытия с минимальными внутренними остаточными напряжениями и максимальной адгезионной прочностью.

В диапазоне толщин 2…8 мкм H покрытий составляла 32…38 ГПа, E – 410…480 ГПа, а лучший показатель по коэффициенту трения соответствовал значениям 0,1…0,15, что в 5-6 раз меньше аналогичной характеристики для износостойких слоев макрокристаллического нитрида титана.

Коррозионно-защитные свойства покрытий улучшаются с увеличением толщины при условии обеспечения минимальных внутренних напряжений.

Оптимальный комплекс достигнутых свойств дает основание для эффективного применения нитридных керамических покрытий TiAlYN и TiN на инструментах и деталях, эксплуатируемых в жестких условиях, в т. ч. при высоких скоростях резания, абразивно-коррозионном износе и высоких температурах, повышенной радиационной активности в среде использования.

КОМП'ЮТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЙ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ В ПРОТОЧНИХ ЧАСТИНАХ БАЗОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Седач В.В., Бончев Д.С., Боровик О.Л.
Національний технічний університет «Харківский політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз можливостей гами програм для моделювання течій робочого середовища в проточних частинах устаткування показує, що серед них саме ППП FlowVision є одним з найбільш інформативних і доступних користувачеві. Процес розрахунку за допомогою ППП FlowVision передбачає виконання наступних кроків: створення області розрахунку; завдання математичної моделі; завдання граничних умов розрахунку. При цьому оцінити ступінь адекватності отриманого рішення, якщо немає результатів натурних експериментів, надзвичайно складно.

Таким чином, моделювання течії робочого середовища в проточній частині елементів пневматичних елементів є важливою прикладною задачею при дослідженні процесів в промислових апаратах.

Ця задача відноситься до механіки суцільних середовищ.

Моделювання проводилося при варіюванні основних параметрів в наступних діапазонах: діаметр сопла $d_c = 0{,}5 \ldots 1{,}5$ *мм*; діаметр заслінки $d_з = 3{,}0 \ldots 16$ *мм*; відстань між соплом та заслінкою $h = 0{,}01 \ldots 0{,}5$ *мм*; кут нахилу каналу живлення $\alpha = 30^0 \ldots 60^0$; тиск живлення $p_p = 100 \ldots 250$ *кПа*.

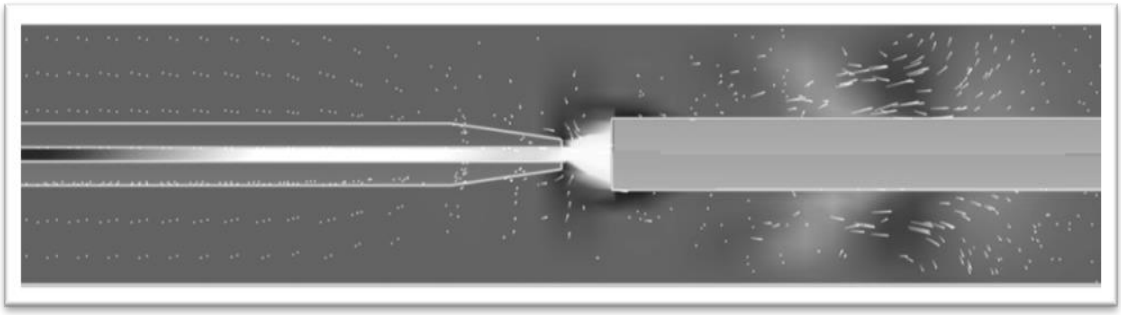


Рисунок 1 – Моделювання течії повітря в елементі «сопло-заслінка»

Отримані математичні моделі, що надають можливість на етапі проектування визначати оптимальні геометричні параметри проточних частин пневмоелементів та обирати найбільш ефективну модель для вирішення конкретної технічної задачі. Крім цього, таке проектування найбільш доцільним в машинобудуванні, тому що не вимагає виготовлення промислових зразків для натурних досліджень.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ В МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ

Седач В.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Знание и понимание физических основ функционирования устройств гидропневмоавтоматики медицинского назначения позволяет обеспечить высокую надежность и качество их эксплуатации, а также создает более комфортные условия обслуживания пациентов.
Так, бытовой прибор для измерения артериального давления представляет собой пневматический (тонометр) либо пневмогидравлический (сфигмоманометр) аппарат, работу которого обеспечивает сжатый воздух, нагнетаемый в манжету ручным насосом (грушей) с обратным клапаном и регулируемым дросселем сброса.

Известное многим устройство для вливания перфузионных растворов (капельница) представляет собой уникальное по простоте конструкции и точности дозирования гидравлическое устройство. Его работа основана на том, что каждая последующая капля раствора подается только тогда, когда давление столба жидкости высотой h становится достаточным для продавливания очередной капли в вену.

В широкой гамме медицинских аппаратов для создания вакуума успешно используется эффект эжекции. Как правило, в образованную зону разрежения происходит подсасывание необходимых потоков рабочей среды, а затем их распыление, смешивание и вдувание. Например, в ингаляторе типа АИИП-1 формируются три потока рабочих сред: сжатого воздуха, теплого пара и лекарственного препарата, которые в процессе работы очень эффективно и качественно смешиваются и распыляются с помощью эжектирующего сопла.

Достаточно сложными в газодинамическом аспекте являются портативные аппараты дыхательной реанимации типа «Горноспасатель», предназначенные для восстановления дыхания у пострадавших при несчастных случаях. Три режима работы аппарата (искусственная вентиляция легких, ингаляция и аспирация) обеспечиваются двумя малогабаритными струйными аппаратами с питанием от кислородного баллона высокого давления (до 25,0 МПа).

Таким образом, грамотный анализ гидро- и газодинамических процессов в проточных частях устройств гидропневмоавтоматики обеспечивает эффективное проектирование, надежную эксплуатацию и качественный ремонт современных медицинских аппаратов.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

Степанов М.С., Иванова М.С.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одним из наиболее часто встречающихся функциональных поверхностей деталей элементов гидропневмосистем являются отверстия. Многообразие форм, размеров отверстий и технических требований, предъявляемых к ним, обусловлено функциональным назначением и носят как систематический, так и случайный характер. Кроме того, технологический процесс обработки отверстий более трудоемкий и осуществляется в более сложных условиях, чем обработка наружных цилиндрических поверхностей.

В ходе исследования выполнен статистический анализ основных конструктивно-технологических характеристик отверстий в деталях гидропневмостистем, который позволяет выявить номенклатуру режущего инструмента, необходимого для обработки, с целью дальнейшего совершенствования структуры технологического процесса обработки всей совокупности обрабатываемых отверстий. Анализ формы продольного сечения отверстия в деталях гидропневмосистем показал, что встречаются как гладкие цилиндрические отверстия 47 %, так и ступенчатые отверстия 53 %, в которых могут сочетаться цилиндрические, конические, сферические, резьбовые поверхности. Большинство отверстий имеют диаметры, находящиеся в диапазоне от 3 до 30 мм, с соотношением длины к диаметру $L/d < 5$, квалитетом точности в пределах 11…14 *IT*, шероховатостью поверхности *Ra* 6,3…3,2. Такие технические требования к отверстиям позволяют применять операции сверления, зенкерования, развертывания. Вместе с тем имеют место и ответственные отверстия шероховатостью *Ra* 0,16…1,25 и точностью 6…8 *IT*.

Статистические исследования отверстий в деталях гидропневмоситсем дали возможность разработать их классификацию, в основе которой лежат следующие признаки: форма продольного сечения, техническое назначение, условия обработки, размеры, условия работы инструмента и т.п. Анализ отверстий по функциональному назначению позволил выявить требования, предъявляемые к точности размера, расположения, формы, а также шероховатости поверхности, что дает возможность подобрать операции обработки, способные обеспечить выполнение этих требований.

Для повышения эффективности технологического процесса обработки отверстий путем сокращения номенклатуры режущего инструмента, как стандартного так и комбинированного, а также уменьшения временных и материальных затрат на изготовление инструмента, следует предпринять меры по разработке комбинированного осевого инструмента, который выполнял бы задачи нескольких инструментов. Решением этой задачи может быть внедрение системы модульного комбинированного осевого инструмента или структурное изменение технологического процесса обработки системы отверстий.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИБКОГО КОЛЕСА ВОЛНОВОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Ткаченко В.Н.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В гибком колесе волновой зубчатой передачи, при недостаточной изгибной выносливости усталостная трещина зарождается, как правило, во впадинах между зубьями. При испытаниях наблюдались поломки, связанные с образованием трещин в окружном направлении, в местах перехода от зубчатого венца к гибкому колесу. Напряжение от изгиба, вызванного защемлением зубчатого венца между генератором волн и жестким зубчатым колесом в вершине деформации вычислялись с применением математического аппарата теории оболочек. Касательные напряжения от закручивания гибкого колеса вычислялись с учётом неравномерности их распределения по окружности. Сравнение расчётных напряжений от изгиба и кручения с напряжениями от одного изгиба, во впадинах между зубьями показало, что последнее незначительно, до 10 % превосходят расчётные. Вследствие этого при проверки прочности и выносливости рекомендуется проводить расчёты в двух сечениях во впадинах между зубьями и месте перехода от венца к оболочке.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тонкошкур Е.Э.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Проблема контроля точности обработки на стадии проектирования деталей, сейчас особенно актуальна, поскольку немногие CAD/CAM системы позволяют сделать достаточно полный и точный анализ изготавливаемого объекта. Визуализация проектирования с помощью графических моделей и математических зависимостей на этапе анализа и исследований облегчает работу специалиста, делает процесс проектирование наглядным и дает возможность быстро принимать оптимальное решение. Возможность произвести оценку точности еще на этапе проектирования сразу снизит сроки и материальные затраты на технологическую подготовку производства, и позволит избежать ненужного брака.

Использование CAD/CAM систем позволяет сократить трудоемкость расчетов, оперативно производить анализ напряженного состояния инструментов, сравнивать влияние различных инструментов при обработке, деформировании, разрушении деталей, а соответственно и оценивать точность того или иного инструмента.

К сожалению, некоторые геометрические параметры, характерные для реального объекта, невозможно отобразить на его трехмерной твердотельной модели. К таким параметрам можно отнести: радиальное и торцевое биение, шероховатость, погрешность размеров, и т.д. А производимые расчеты не всегда требуют подробной детализации, следовательно, актуальным стал вопрос об определении рационального уровня детализации модели, при котором модель даст приемлемую погрешность расчетов или сможет служить основанием для конструктивного выбора.

В работе проанализированы основные достижения в отечественной и зарубежной науке, а так же раскрыты перспективы применения широко используемых CAD/CAM систем, таких как FeatureCAM, SprutCAM для произведения контроля точности.

Результаты позволяют утверждать, что с использованием CAD/CAM систем значительно упрощается процесс проектирования деталей, а также получение заданной точности, благодаря контролю еще на этапе проектирования.

ЗАГАЛЬНА СТРАТЕГІЯ ПРИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ ПРИ СВЕРДЛЕНННІ БАГАТОШАРОВИХ КОМПОЗИТІВ

Хавін Г.Л., Єсип І.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механічна обробка свердленням БКМ складається з послідовності руйнувань, що утворюють стружку, яка не має великих пластичних деформацій. Експериментально доказано, що великий вплив на появу дефектів розшарування оказує геометрія інструменту і осьова подача. Зниження швидкості подачі зменшує розшарування, але можна рекомендувати впровадження комплексу заходів по зміні подачі протягом усього процесу обробки отвору. Схема керування зміною подачі може мінімізувати розшарування шляхом управління осьовою силою.

Фізичні процеси на вході свердла, тобто при навантажені, пов'язані з силовою дією інструменту, місцевою контактною взаємодією і контактним руйнуванням, зносом і частковим розігрівом інструменту. Для крихких матеріалів це зародження і зростання радіальних та кільцевих тріщин,. їх взаємодія і вихід на вільну поверхню. При подальшому навантаженні матеріал шарів спірально закручується, що викликає розшарування, розділ шарів та їх руйнування. Інтенсивність цього явища найбільш сильно залежить від подачі та зношування свердла.

Розробка системи регулювання або диспетчеризації процесом свердлення передбачає управління такими етапами свердлення:

- підхід свердла до поверхні заготівки або виробу і вершина свердла контактує з поверхнею виробу
- врізання – впровадження свердла в матеріал;
- свердлення без розшарування і початок розшарування;
- вихід свердла за поверхню обробки виробу;
- подальший хід інструменту і завершення циклу, коли свердло виходить за площину виробу не менш, ніж на довжину конічної частини.

При свердленні БКМ необхідно виконувати ряд вимог, що визначаються особливостями обробки цих матеріалів:

- ні в якому разі не допускається наявність прижогів обробленої поверхні;
- зношування інструменту здійснюється по задній поверхні і у кутах, і не повинно перевищувати характерну величину для обробки даного матеріалу заданим інструментом (від 0,1 мм до 0,15 мм);
- якщо сколювання та відшарування крайок отворів припускається, то у загальному випадку воно не повинно перевищувати 0,5 мм;
- після свердлення отворів має місце усадка, тобто зменшення його діаметру.

Роботу виконано за проектом М213ЗФ, що фінансується Міністерством освіти та науки України.

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ГІДРОСТАТИЧНИМ ПРИВОДОМ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН В ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

Цебренко М.В, Приходько Б.І., Нікітін Ф.Ф.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'ємний регульований гідростатичний привод з низькомоментним гідромотором – один з найбільш перспективних з гідростатичних приводів, які можуть знайти застосування в механізмах підйому розвантажувачів та підйомниках, наприклад, у кранах – штабелерах, контейнерних перевантажувачах, велосипедних кранах та інших механізмах логістичних комплексів та складів. Значну роль при цьому відіграє дистанційне керування приводом.

Розглянуто реальний привод механізму підйому, який може бути використаний в кранах мостового типу, штабелерах[1]. Основними елементами є перетворювачі енергії – електродвигун, насос і гідродвигун. Привод складається з приводного короткозамкнутого електродвигуна АИР 112М4У2, насоса ПМ №5, гідромотора ПМ №5, коробки запобіжних клапанів, зовнішнього та внутрішнього барабанів (∅96мм та ∅125мм), різних типів канату (стального ∅4мм, альпіністської мотузки ∅4мм та ∅6мм), гальма ТКТ 200, магістральних трубопроводів високого тиску, поповнювального бачка, датчика кута повороту ПЛ – 2, серводвигуна РД-09, тензорадіодатчика з підсиленням для передачі моменту кручення на підсилювач і далі на АЦП, тахогенератора ТМГ-30 для запису швидкості обертання гідромотора, тахогенератора ТМГ-30 для запису швидкості обертання електродвигуна і фіксації його роботи в генераторному режимі, стрілочного ваттметру, манометрів, датчика тиску, датчика прискорення LIS344-MOD, датчика для визначення зусилля в канаті KELI DEF-A4, перетворювача вимірювального активної напруги трьохфазонго струму Е848/6 ЭСВ результаті досліджень можна зробити наступні висновки: створена система керування об'ємним гідроприводом, яка має глибоке регулювання швидкості (1 до 1250), пом'якшує динамічні навантаження (знижує їх в 1,4 – 1,8 разів) при перехідних процесах, економить значну кількість електроенергії в процесі розгону та гальмуванні. В співставленні з приводом від електродвигуна з фазним ротором економія витрат енергії складає 20 – 30%.

Література:

1. O.W.Grigorov, prof., D.Sc. in engineering , V.V. Stryzhak, senior lecturer, D.M. Ziubanova, graduate associate, M.G. Stryzhak, PhD in Technical Sciences, M.V. Tsebrenko, Ph.D. student, O.V. Stepochkina, Ph.D. student.«Stand for the adjustable hydrostatic drive of the lifting mechanism research»// Social entrepreneurship in the context Of the post-crisis period and the Implementation of the europe 2020 Strategy. – 2014. – p. 274-283.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАШИН ИЗ ТИТАНОВЫХ И АЛЮМОМАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

Цивына Е.А., Петрова Е.М.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время перед специалистами, которые работают в машиностроении, стоит ряд актуальных заданий. Этими заданиями являются: повышение технологического уровня режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования, повышение продуктивности и снижение себестоимости металлообработки.

Алюмомагниевый сплав обладает высоким отношением прочности к весу, коррозионной стойкостью. Тем не менее, если обработка выполняется при комнатной температуре, то способность к формированию и качество поверхности конечного продукта из этих сплавов не высоко. Последние результаты исследований показывают, что способность к формованию из этих сплавов возрастает в интервале температур от 200 до 300 ° С и было достигнуто более высокое качество поверхности конечного продукта.

Рассмотрим достоинства и недостатки титановых сплавов.

Достоинства: малая плотность способствует уменьшению массы используемого материала; высокая механическая прочность; необычайно высокая коррозионная стойкость; удельная прочность лучших титановых сплавов достигает 30-35 и более, что почти вдвое превышает удельную прочность легированных сталей.

Недостатки: высокая стоимость производства; активное взаимодействие при высоких температурах; трудности вовлечения в производство титановых отходов; плохие антифрикционные свойства; высокая склонность титана и многих его сплавов к водородной хрупкости и солевой коррозии; плохая обрабатываемость резанием; большая химическая активность.

Принято считать, что титан с трудом поддается эффективной механической обработке. Но это не типично для современных инструментов и методов обработки. Трудности отчасти возникают оттого, что механическая обработка титана — новая область, и в ней не накоплено достаточно опыта.

Высокоскоростная механическая обработка и высокоскоростное фрезерование, в частности, в последние годы существенно изменили подход к методам механообработки. Решающим фактором в оценке процесса HSM-обработки является производительность станков, что определяет стоимость производства и повышение качественных характеристик процесса обработки алюмомагниевых и титановых сплавов.

К ВОПРОСУ О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО СТРЕЛКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ ТАНКА Т-64 Б

[1]Чернышев В. Л., [1]Соврань В.В., [2]Тарасенко А.А.

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

[2]Южно-украинский национальный педагогический университет имени К.Д. Ушинского, г. Одесса

При сравнении отечественных и зарубежных образцов бронетанковой техники возникла необходимость в разработке 17-ти уровневой системы конструкторских базовых исходных данных. Часть из них, уровни A, B, L и M применительно к немецкому танку «Леопард-1», представлены в работе [1].

В предлагаемой работе рассматривается уровень H «Вспомогательное артиллерийское вооружение», применительно к украинскому танку Т-64Б, который приведен в таблице 1.

Таблица 1. Уровень H. Система вспомогательного стрелкового вооружения

№ п/п	Параметр	Разм.	Спаренный пулемет	Зенитный пулемет
1	Тип		ПКТ	НСВТ
2	Разработчик		З-д Дегтярева	ЦКИБ СОО
3	Калибр		7.62	12.7
4	Масса пулемета	кг	10.5	25
5	Применяемые боеприпасы	----	ЛПС,Т-46,Б-38	БЗТ,Б-32,БС-41
6	Боекомплект	----	5*250	2*150
7	Масса боекомплекта	кг	5*9.4	2*33.3
8	Прицельная дальность стрельбы	м	1600	2000/1500
9	Число нарезов	----	4	8
10	Длина ствола/нарезаемой части	мм	722/550	1100/850
11	Масса патрона	грамм	21.8	123 -137
12	Масса пули	грамм	9.6	44.1
13	Масса пороха	грамм	3.1	16.0…16.5
14	Тип пороха	----	ВТ	4/1ФЛ, 4/7СВ
15	Длина хода нарезов	мм	240	280
16	Моменты инерции пули J_x относительно ее центра	кг·м^2	$5.5951*10^{-7}$	$1.0974*10^{-5}$
	тяжести J_y	кг·м^2	$5.5951*10^{-7}$	$1.0974*10^{-5}$
	J_z	кг·м^2	$6.4890*10^{-8}$	$8.5230*10^{-7}$

Вывод: Применяемая система исходных данных позволяет рассматривать внутреннюю и внешнюю баллистику, используя единую систему дифференциальных уравнений, учесть переносное движение ствола, за счет колебаний башни и корпуса танка, повысить точность стрельбы.

Литература:

1. «Леопард-1» - передовая система немецкой бронетанковой техника середины 60-х годов XX века. http://btvt.narod.ru/raznoe/leo1transm/leo1tr.htm

РЕЖУЩИЙ ПРОФИЛЬ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ СВОБОДНЫМ АБРАЗИВОМ

Шкурупий В.Г.

Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца, г. Харьков

Обработка свободными абразивами в зависимости от характера применяемых рабочих сред и технологических жидкостей представляет собой механохимический процесс съема мельчайших объемов металла и его окислов с обрабатываемой поверхности, а также сглаживания микронеровностей путем их пластического деформирования абразивными телами. Процесс сопровождается последовательным нанесением на поверхность обрабатываемых деталей большого числа абразивных царапин при их взаимном наложении и пересечении. Интенсивность съема металла зависит от динамических параметров, определяемых режимами обработки, продолжительностью процесса, природой и размерами абразивных тел, механическими свойствами материала обрабатываемых деталей и т.п.

Общей особенностью методов обработки свободными абразивами является то, что режущий инструмент формируется непосредственно в процессе обработки как абразивная среда с особыми свойствами и определенными внутренними связями.

Сложная геометрическая форма зерен и их режущей части является одной из важнейших характеристик абразивного инструмента. Если условно выделить из абразивной гранулы плоскостями, параллельными ее диаметральному сечению, слой толщиной Δs, равный максимальному размеру абразивного зерна, и спроектировать вершины абразивных зерен на одну из этих плоскостей, получится кривая, огибающая профиль абразивных зерен. Эта кривая представляет собой элементарный режущий профиль абразивной гранулы, параметры которой будут определяться величиной и расположением абразивных зерен. При взаимодействии гранулы с поверхностью детали, через сечение неровностей обрабатываемой поверхности, перпендикулярное направлению относительного движения гранулы, пройдет несколько слоев толщиной Δs. При этом элементарные режущие профили будут случайным образом накладываться друг на друга, а на поверхности детали будет копироваться их огибающая, представляющая собой эффективный режущий профиль абразивной гранулы. Профиль шероховатости детали в поперечном сечении абразивной царапины, копирующий эффективный режущий профиль гранулы, будет зависеть от глубины внедрения $h_{\max}$, от исходной шероховатости поверхности детали и от параметров распределения вершин абразивных зерен по высоте. Исходя из этого, разработана математическая модель определения шероховатости поверхности при абразивной обработке свободным абразивом, учитывающая вероятностный характер съема металла и формообразование поверхностей, что позволило установить основные направления уменьшения шероховатости поверхности и разработать эффективные технологические процессы абразивного полирования.

РАЗРАБОТКА ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОВЫШЕННОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬЮ ПРОФИЛЯ ЗУБА ЗВЕЗДОЧКИ

Андриенко С.В.[1], Устиненко А.В.[2]
[1]Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одной из основных причин выхода из строя цепных втулочно-роликовых передач сельскохозяйственного и горного машиностроения, работающих в условиях повышенной запыленности, передач со втулочными цепями без роликов, часто применяемых в автомобилестроении, а также звездочек ведущих колес гусеничной техники, является абразивный износ профилей зубьев. Поэтому разработка новых профилей зубьев для звездочек цепных передач и ведущих колес, которые обеспечивают снижение интенсивности износа, является актуальной научно-практической задачей современного машиностроения.

Предложена методика синтеза профиля зуба звездочки цепной передачи, обладающего лучшими рабочими характеристиками по сравнению со стандартным. Методика базируется на разработанной А.И. Павловым теории синтеза эволютного зацепления, в ее основе лежит построение Бобилье. Решение поставленной задачи состоит из следующих этапов:

1. Выполнение построения Бобилье для цепного зацепления.
2. Численное решение дифференциального уравнения, описывающего построение Бобилье, методом Рунге-Кутта в системе MathCAD с последующей аппроксимацией полученных координат точек профиля кривыми Безье.
3. Определение геометро-кинематических характеристик цепного зацепления, влияющих на его нагрузочную способность (кривизна профиля зуба звездочки, скорости скольжения и качения в зацеплении).
4. Определение контактных напряжений в цепном зацеплении по формуле Герца или методом конечных элементов в программном пакете Autodesk Nastran In-CAD.
5. Построение математической модели процесса изнашивания и оценка ресурса цепной передачи по критерию износостойкости.
6. Выбор рациональных параметров цепного эволютного зацепления, исходя из критерия ресурса по износостойкости.

Применение предложенной методики позволит создавать цепные передачи с повышенной износостойкостью и надежностью работы.

АНАЛИЗ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАМЕР СГОРАНИЯ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Ариан Р.Р., Пылёв В.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современные тенденции в двигателестроении характеризуются дальнейшим увеличением мощности двигателей внутреннего сгорания. Это, в свою очередь, сопровождается увеличением тепловых нагрузок, как на детали камеры сгорания, так и на двигатель в целом. При этом обеспечение требуемой надёжности (безотказности, долговечности, ресурса) двигателей во многом зависит от того, насколько эффективны мероприятия по снижению теплонапряжённости деталей камеры сгорания.

На надежность дизеля существенно влияет тепловая напряженность поршня. Поршень имеет несколько основных зон, которые определяют его ресурс. В первую очередь это кромка камеры сгорания, зона поршневых колец и юбка.

В работе был проведен анализ термонапряженного состояния нескольких конструкций поршня дизеля 4ЧН12/14. На основе экспериментальных данных идентифицированы граничные условия 3-го рода. Идентификация выполнялась для семи точек поршня по девяти режимам нагружения дизеля. Рассмотрены симметричный и несимметричный способы задания граничных условий отдельно по камере сгорания и боковой поверхности поршня, а также совместное их влияние.

Исследованы особенности локальной конфигурации поршня в характерных его зонах. Рассмотрены поршни с различной формой камеры сгорания, учтены выборки в огневом днище поршня под клапаны, возможные диаметры поршневого пальца, характерные различным модификациям двигателя, проанализированы конструкции поршня с различным количеством поршневых колец.

Сформулированы рекомендации по учету рассмотренных особенностей конструкции поршня на ранних этапах его проектирования.

Дальнейшее направление работ связано с выполнением оценок ресурсной прочности поршня с учетом выше указанных геометрических особенностей конструкции и несимметричности ее температурного состояния в окружном направлении цилиндра для различных условий эксплуатации дизеля.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ С ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ НА ПРИМЕРЕ ПОЛОС, СОЕДИНЕННЫХ БОЛТОВЫМ КРЕПЕЖОМ

Атрошенко А.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В процессе проектирования машиностроительных конструкций возникают задачи обеспечения достоверности расчетных методик, применяемых для исследования нелинейных процессов с привлечением методов твердотельного параметрического моделирования систем с конечным числом степеней свободы и метода конечных элементов.

В связи с этим возникает необходимость оценки достоверности полученных результатов реальному процессу или состоянию. Для этого проводится экспериментальная проверка достоверности разработанных численных моделей и точности полученных результатов.

В данной работе описывается экспериментальные исследования, цель которых заключалась в исследовании системы пластин на поперечные прогибы, соединенных межу собой болтовым крепежом с различными вариациями компоновок: соединение болтового крепежа с зазором между внутренней поверхность отверстия и болтом; соединение с применением пластиковой шайбы, которая заполняет зазор во время затяжки болтового крепежа; соединение четырех пластин болтовым крепежом с применением пластиковой шайбы.

Далее описанные системы нагружаются по верхней площадке плавно изменяющимся поперечным усилием с циклической нагрузкой и разгрузкой. В ходе эксперимента определяются аналитические, численные и экспериментальные зависимости сдвигающей силы от поперечного усилия и характера поведения сдвигов пластин относительно друг.

Исходя из полученных экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что во время плавного нагружения системы пластин наблюдается нелинейная выборка зазора, сопровождающаяся сдвигом между контактирующими поверхностями пластин. Определены большие поперечные и продольные перемещения при выборке зазора в болтовом крепеже с различными компоновками.

Проведено циклическое нагружение системы пластин, которое прояснило характер поведения возникающих перемещений. Определена необходимая сила затяжки болтового крепежа с пластиковой шайбой.

Полученные экспериментальные результаты хорошо качественно и удовлетворительно количественно совпадают с результатами, полученными при решении задачи в численной постановке.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОФРИРОВАННОЙ И СПЛОШНОЙ ПЛАСТИНОК С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ И ОРТОТРОПНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

Атрошенко А.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Гофрированные панели, волнистые листы нашли большое применение в различных сферах машиностроения, судостроения, авиастроения и др. Как правило данные панели представляют собой тонкостенные элементы с различным профилем гофрирования. От структуры (геометрии) волнистости зависит жесткость исследуемых тонкостенных панелей. Также при разном закреплении гофрированные элементы обладают различной податливостью.

Широкое применение гофрированных тонкостенных конструкций требует совершенствования методов их расчета и проектирования. Традиционным методом расчета и проектирования тонкостенной гофрированной пластины является конструктивно-анизотропная постановка. При этом гофрированная пластинка заменяется обычной изотропной пластинкой, но с ортотропными свойствами материала.

В данной работе проводится сравнительный анализ двух методик исследования пластинок: анизотропной и изотропной с учетом ортотропии. Упругие коэффициенты эквивалентной анизотропной пластинки определяются из сравнения жесткостей элементов конечных размеров, выделенных из гофрированной и анизотропной пластинки. Упругие свойства ортотропных пластинок характеризуются следующими компонентами: двумя модулями упругости по двум взаимно перпендикулярным направлениям, коэффициентом Пуассона, модулем сдвига.

Проводится численное исследование двух пластинок с геометрической анизотропией и изотропной пластинкой в программном комплексе ANSYS. Моделируется гофрированная панель с определенными размерами волны и обычная сплошная пластинка с ортотропными свойствами материала. Пластины закреплялись по разным направлениям и нагружались поперечной нагрузкой. Полученные результаты напряженно-деформированного состояния сравнивались и анализировались.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что постановка, в которой применяется изотропная пластинка с ортотропными свойствами материала, дает значительную погрешность по сравнению с гофрированной тонкостенной пластинкой.

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПРИМУСОВОГО НАХИЛУ КУЗОВІВ ШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ

Афанасьєва О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливим етапом побудови математичних моделей, що описують процеси в складних механічних системах, є перевірка їх адекватності, тобто ідентифікація. У випадку відсутності можливості проведення натурного експерименту на повнорозмірному зразку об’єкта, що досліджується, доцільно використовувати його масштабну модель. Такий підхід полягає у вирішенні математичної моделі з використанням параметрів фізичної моделі і послідуючому порівнянні отриманих результатів з результатами фізичного моделювання, що і дає можливість робити висновки про адекватність математичної моделі.

Основним параметром, що визначає властивості системи нахилу, є її навантажувальна характеристика. Тому для перевірки математичної моделі розрахунку навантажувальної характеристики була побудована фізична модель механічної системи нахилу кузова у геометричному масштабі 1:4 (рис. 1). Для визначення шуканого потрібного зусилля фізичної моделі у залежності від кута повороту балки, що нахиляється, обрано безконтактний вихрострумовий метод, який оснований на взаємодії збуджуючого електромагнітного поля і поля вихрових струмів у шарнірній тязі, що імітує шток якоря силового приводу нахилу кузова. Також розроблено вимірювальний комплекс для реалізації вказаного методу, електрична схема якого представлена на рис. 2.

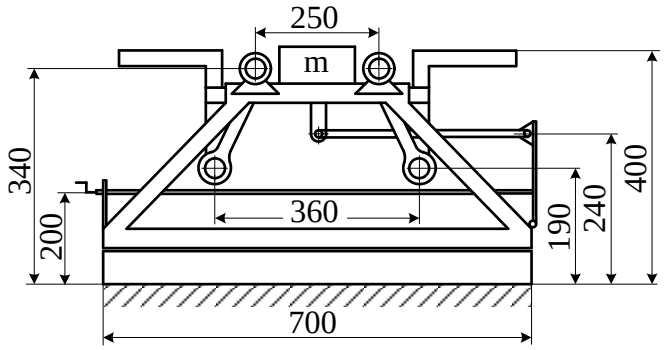


Рисунок 1 – Схема масштабної фізичної моделі механізму нахилу

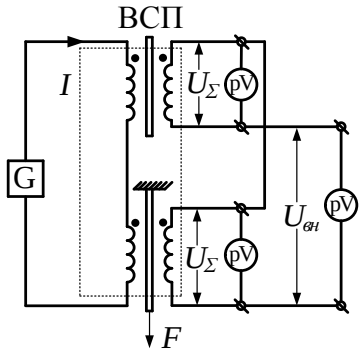


Рисунок 2 – Електрична схема вимірювального комплексу

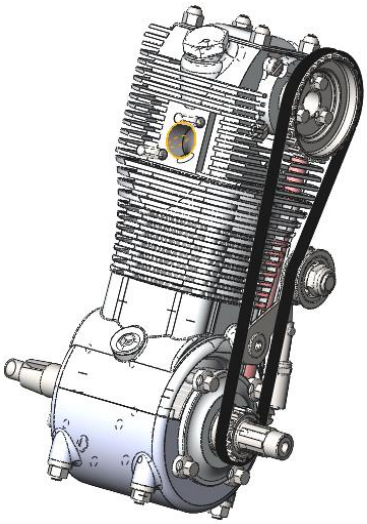
Отримана експериментальна навантажувальна характеристика фізичної моделі, має форму, що близька до лінійної, а її порівняння з розрахунковою навантажувальною характеристикою показало відповідність даних з розбіжністю, що не перевищує 4%.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВС С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Белогуб А.В., Альперин Р.Я., Шаин А.В.
Национальный аерокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», г. Харьков

В настоящее время существенно возрос интерес к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА) предназначенных для выполнения различных задач – от военной разведки, контроля газо- и нефтепроводов, противопожарного контроля до различных моделей самолетов и вертолетов, предназначенных для проведения досуга.

Применяемые на этих аппаратах поршневые двигатели, как правило, не специально разработанные, а адаптированные от наземной техники или авиамоделей с невысокими требованиями к надежности. В связи с этим разработка поршневого двигателя специально для БПЛА является актуальной задачей. К разработке принят двигатель рабочим объемом до 100 см^3, который может быть применен в легких разведывательных БПЛА с полезной нагрузкой 10-15 кг в зависимости от выполняемой задачи.



Внешний вид двигателя

В работе проведена минимизация массы и миделя двигателя с сохранением его параметров по мощности и расходу топлива (т.е. без изменения параметров рабочего процесса). Разработаны твердотельные модели прототипа и предлагаемого двигателя и проведен сравнительный прочностной анализ, для чего детали кривошипно-шатунного механизма и поршневой группы выполнены достаточно подробно.

Шатунно-поршневая группа

Масса подвижных деталей уменьшена на 0,7 кг (36%), а масса двигателя на 2,4 кг (46%).

Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию охлаждения путем моделирования течений охлаждающего воздуха в межреберном пространстве головки и цилиндра.

ЩОДО ОПЕРАТИВНОГО ПІДВИЩЕННЯ ПРОТИМІННОЇ СТІЙКОСТІ БОЙОВИХ МАШИН

Бісик С.П., Давидовський Л.С.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ

Проведення антитерористичної операції у Донецькій та Луганській областях відкрило сильне протиріччя між існуючим та необхідним рівнем захищеності бойових машини (БМ). Застосування терористами тактики диверсійних груп, в основі якої лежить широке застосування способів ведення мінної війни, за останній час приймає все більш жорсткий характер та призводить до значних втрат особового складу та техніки. Крім того мінна війна має значний деморалізуючий ефект на особовий склад підрозділів ЗС України зважаючи на недостатній рівень захищеності. Тому виникає потреба з оперативного підвищення протимінної стійкості (ПМС) штатних зразків БМ.

Для проведення оперативного підвищення ПМС БМ доцільно підійти з використанням набутого досвіду у проведенні таких досліджень. Ефективним інструментом вирішення цієї проблеми є поєднання математичного моделювання із натурними випробуваннями моделей (макетів) корпусів БМ та елементів системи комплексного протимінного захисту (СКПМЗ). Першим кроком перед проведенням математичного моделювання є ідентифікація параметрів високошвидкісного деформування броньових сталей. До цього можуть бути залучені наукові установи Національної академії наук України та навчальних закладів України.

Після визначення параметрів високошвидкісного деформування броньових сталей, вибору феноменологічних моделей їх поведінки та вибору критеріїв руйнування необхідне проведення параметричного синтезу окремих елементів конструкції СКПМЗ та оцінка технічних рішень за обраним критерієм ефективності. Паралельним до цього етапом може бути проведення оцінки ПМС штатних БМ та формування переліку можливих технічних рішень прийнятних для даної БМ (з урахуванням конструкції конкретного зразка).

При проведенні параметричного синтезу окремих елементів СКПМЗ необхідне проведення полігонних випробувань їх моделей (макетів). Після уточнення сходимості результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень необхідне проведення моделювання поведінки всієї конструкції БМ під дією вибухового навантаження та проведення повномасштабних натурних випробувань зразка БМ. Значною проблемою при проведенні таких досліджень є відсутність необхідної апаратури реєстрації швидкопротікаючих процесів. Все це потребує розроблення адекватної методики оцінки ПМС БМ з урахуванням наявного обладнання.

Таким чином, вказаний можливий підхід до оперативного підвищення ПМС за умови консолідації зусиль науково-дослідних установ нашої Держави, на думку авторів, може сприяти підвищенню ПМС зразків БМ протягом відносно незначного обсягу часу.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ

Бондаренко А.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На даний момент при виборі схем та набору конструктивних параметрів гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ) поки що не досить широко використовуються методи оптимізації та, що до сільськогосподарських тракторів, не сформульовані адекватні критерії оптимальності, які враховують продуктивність праці, питомі фінансові витрати на гектар оранки, мінімальні витрати палива і т.п. В результаті ГОМТ, що виготовлені за такими схемами, які не пройшли всебічної наукової експертизи, проявляють свої недоліки в процесі випробувань, а ще гірше – при експлуатації. Оптимізувати конструктивні параметри ГОМТ необхідно ще на етапі проектування з метою покращення кінематичних, силових та енергетичних параметрів трансмісій, а також підвищення техніко-економічних показників машинно-тракторних агрегатів (МТА).

Метою даної роботи є огляд методів і способів визначення оптимальних параметрів ГОМТ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати методи та способи за допомогою яких визначаються оптимальні схеми та конструктивні параметри безступінчастих ГОМТ, а також їх кінематичні, силові та енергетичні параметри; визначити переваги та недоліки кожного методу та способу.

Проаналізувавши усі існуючі методи та способи, можна з упевненістю стверджувати, що на даний момент жодна із методик не дозволяє в повній мірі визначити оптимальну схему та конструктивні параметри безступінчастих ГОМТ з урахуванням техніко-економічних показників МТА.

В більшості випадків, саме орієнтуючись на особистий конструкторський досвід та керуючись евристичним методом, науковці та конструктора пропонують раціональні схеми ГОМТ для різних МТА. Традиційно для кожної нової схеми трансмісії складається своя математична модель під її конкретну структуру, якісні і кількісні характеристики її базових елементів (двигуна, редукторів, планетарних механізмів, гідрооб'ємної передачі, фрикціонів, гальм, зв'язків) з подальшим докладним аналізом кінематичних, силових і енергетичних параметрів трансмісії. Будь-які конструктивні зміни в заданій кінематичній схемі трансмісії (зміна числа базових елементів, введення одного або декількох нових зв'язків, заміна одного типа гідрооб'ємної передачі на іншій і т.п.), які особливо характерні в періоди розробки або модернізації трансмісії, вимагають перебудови структури, математичної моделі і рішення практично нового завдання по аналізу трансмісії, що вимагає додаткових витрат інтелектуальної праці та часу.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗГОНУ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ З МЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ

Бондаренко А.І., Кожушко А.П.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Рішення задач, пов'язаних з дослідженням процесу розгону. Під моделлю розуміється якийсь об'єкт-замінник, який в певних умовах замінює об'єкт-оригінал, що вивчається, відтворюючи найбільш істотні його властивості. Існує велика різноманіття математичних моделей, кожна з яких має певні допущення та може використовуватися для рішення окремих задач. Розглянемо та проаналізуємо найбільш розповсюдженні математичні моделі процесу розгону колісних тракторів.

Застосування стандартних програмних продуктів для моделювання динаміки розгону колісних тракторів не завжди прийнятно: по-перше, програмні продукти достатньо дорогі, по-друге, не завжди дозволяють вирішити поставлену задачу, так як налаштовані на вирішення конкретних завдань. Виходом з ситуації, що склалася, є самостійне складання фізичної і математичної моделі з подальшим вирішенням систем отриманих диференціальних рівнянь з використанням обчислювальної техніки.

Застосування принципу Даламбера при дослідженні динаміки мобільних машин може, в деяких випадках, привести до помилок, обумовлених використанням фіктивних сил інерції. Цих помилок можна уникнути, як відмічається в роботі, при переході з силового простору для векторної суми в простір прискорень, тобто при приведенні всіх сил, діючих на машину, к парціальним прискоренням.

Рівняння Лагранжа II роду є одним з універсальних підходів для запису рівнянь руху будь-якої механічної системи. Трудомісткість виведення рівнянь Лагранжа дуже висока, а їх запис в явній формі достатньо громіздкий. Не дивлячись на це, для дослідження показників таких експлуатаційних властивостей як паливна економічність, тягово-швидкісні властивості, продуктивність, аналіз силового приводу машин, гальмування транспортного засобу, оптимізація конструктивних параметрів допустимо і бажане застосування класичних рівнянь Лагранжа. В роботах Львова Є.Д., Чудакова Д.А., Барського І.Б., Щукіна М.М. наведені математичні моделі, які дозволяють встановити вплив того або іншого чинника на динаміку трактора. Проте всі ці моделі дозволяють одержати достатньо точний якісний опис динаміки трактора за умови дії порівняно малих бічних сил.

Для рішення задач, пов'язаних з динамікою руху з місця та розгону колісних тракторів з причепом доцільно використовувати математичну модель Гамаюнова О.М. в якій автор розглядає колісний трактор, як складну багатомасову динамічну схему, враховує регулярні і нерегулярні дій сил з боку навколишнього середовища та для складання математичної моделі використовує рівняння Лагранжа другого роду.

ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ШТУЧНИХ ТОЧОК СТРАХОВКИ ТА ОПОРИ ДЛЯ АЛЬПІНІЗМУ

Бондаренко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Багато сучасних людей, беручи до уваги гіподинамічний характер життя, невід'ємно пов'язують своє життя зі спортом. Деякі обирають екстремальні види спорту, до останніх належать альпінізм та скелелазіння. Одними з основних складових альпіністського спорядження є штучні точки страховки та штучні точки опори (ШТС та О), які дозволяють фіксувати на скельному рельєфі елементи страховки. Різноманітність та складність скелястого рельєфу, а також ріст вимог до безпеки, призвели до появи цілого «спектру» ШТС та О. При цьому вони займають значну фінансову частину затрат при екіпіруванні спортсмена. Виробництвом ШТС та О займаються багато фірм з різних країн: США ("Black Diamond"), Германії ("Petzl", "Vaude"), Франції ("Sosiete de Prospection et d'Inventi Techniques") та Італії ("CAMP").

Аналіз існуючих конструкцій ШТС та О показав, що більш перспективними для подальшого удосконалення є закладні елементи типів ексцентрик та френд. Важливою перевагою є можливість реалізації певного діапазону перекриття тріщин, у яких може бути заклинена ШТС та О. Недоліки – відносно велика вартість, велика кількість рухомих елементів (френди), місця з'єднання яких забиваються брудом та піском при експлуатації. Виділимо основні вимоги до засобів ШТС та О: відносно мала вага, поліфункціональність, невелика кількість рухомих елементів, менша ціна порівняно з аналогами. У якості основного критерію проектування обрано можливість заклинюватися у тріщинах з стінками, що розширюються у напрямку ривка.

Записано основні залежності між геометричними параметрами запропонованої моделі засобу ШТС та О, які отримано завдяки аналізу силових співвідношень, що визначаються з умови заклинювання у тріщинах з стінками, що розширюються у напрямку ривка.

Запропоновано підхід побудови робочого профілю ексцентрикового кулачка, та обрання його основних геометричних параметрів, які обумовлюють можливий діапазон перекриття.

Описано основні конструктивні особливості запропонованої моделі ексцентрикового кулачка для організації ШТС та О.

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИЩЕННОСТИ БРОНЕКОРПУСОВ ЛЕГКИХ ПО МАССЕ МАШИН

Бусяк Ю.М.[1], Мазур И.В.[1], Даньшин Ю.А.[1], Ткачук Н.Н.[2], Васильев А.Ю.[2], Литвиненко А.В.[2], Шаталов О.Е.[3]

[1]ГП "ХКБМ им. А.А. Морозова"

[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

[3]Академия сухопутных войск им. гетмана П. Сагайдачного, г. Львов

Работа содержит общую постановку задачи обеспечения бронезащищенности корпусов легкобронированных машин. Описаны общие подходы к ее решению. Кроме того, сформулирована задача проектно-технологического обеспечения бронестойкости.

Как отмечается в ряде работ, для анализа процессов бронепробивания используется множество различных методов и подходов. Одна группа методов ориентирована на исследование самого процесса соударения ударника (снаряда) с защитной плитой или полупространством. При этом записывается полная система уравнений: уравнение состояния; модель для описания зависимости предела текучести от достигнутого уровня пластических деформации, скорости пластических деформаций, плотности материала и температуры; модель формирования разрушений в структуре материала; модель, учитывающая влияние разрушений на предел текучести и модуль сдвига.

Данная система уравнений в принципе аналогична системе уравнений для упруго-пластического деформирования, однако, поскольку скорости процессов в данном случае гораздо выше, а основным физическим процессом является нарушение сплошности материала, сама структура соотношений гораздо сложнее, причем добавляется новый вид нелинейности – структурная.

Таким образом, в работе нашла отражение общая постановка задачи о проектно-технологическом обеспечении бронезащищенности корпусов легкобронированных машин от действия кинетических боеприпасов. Представлены аналитические модели оценки условий бронепробития, а также гранично-элементная формулировка задач анализа этого процесса. Также поставлена в общем виде задача обоснования проектно-технологических параметров бронекорпусов по критерию обеспечения защищенности от действия кинетических боеприпасов.

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ЭКСПРЕСС-ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕГКОБРОНИРОВАННЫХ МАШИН

Васильев А.Ю.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При проектировании элементов легкобронированных машин (бронированных корпусов, элементов трансмиссии и пр.) возникает множество проектных проблем, которые невозможно решить за счет классических подходов, описанных в трудах по проектированию военной техники. Это происходит в силу того, что эмпирические методы, разработанные для задач, стоявших более 30 лет назад, устарели в связи с существенно более сложными задачами, стоящими перед проектировщиками сейчас. С другой стороны, подходы, описанные в трудах последних десятилетий по анализу и синтезу проектных параметров, основанные на методе конечных элементов и использовании существующих универсальных CAD/CAM/CAE, являются крайне затратными с точки зрения временных и вычислительных ресурсов при проведении проектного поиска ввиду необходимости выполнения большого числа анализов. Если при этом учесть, что большая часть нуждается в выполнении полноценного пре- и пост-процессинга, который занимает в 4-5 раз больше времени, чем непосредственное автоматическое решение, то получается проблема, связанная с отсутствием инструментария, обладающего хорошим балансом между скоростью, точностью и эффективностью.

Таким образом, требуется адаптация существующих методов – как основанных на упрощенных эмпирических расчетах, так и на полноценном численном моделировании – к получению методов, методик и математических моделей, которые смогут ускорить процесс проектирования за счет уменьшения количества полноценных расчетов, но при этом будут обладать достаточной для этого точностью по сравнению с классическими подходами.

В работе рассматриваются рекомендации различных международных стандартов к выполнению проектировочных и проверочных расчетов с помощью метода конечных элементов и возможность их адаптации применительно к разработке легкобронированных машин. Также рассматривается возможность создания инструмента экспресс-анализа, основанного на объединении возможностей параметрического геометрического моделирования и модификаций некоторых классических подходов. Подобный подход наиболее рационален, например, для решения задач об определении масс-центровочных и инерционных характеристик, полезного объема, задач эргономики, при построении трехмерных тактических диаграмм и других задач.

ВЛИЯНИЕ ФУТЕРОВОЧНОГО СЛОЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЯНЫХ КОРПУСОВ СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

Веретельник О.В.[1], Веретельник В.В.[1], Веретельник Ю.В.[2]
[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
[2]Индустриальная группа «УПЭК», г. Харьков

В различных отраслях промышленности встречаются детали и элементы различных конструкций, исследование напряженно-деформированного состояния которых сводится к решению плоской или осесимметричной задачи теории упругости. Одним из таких исследуемых объектов могут быть корпуса гидроцилиндров, которые нашли применение и являются одним из важным компонент гидравлических приводов в машинах и механизмах.

В рамках проведенных исследований была рассмотрена двумерная модель конструкции паяного корпуса гидроцилиндра с покрытием на внутренней поверхности из акриловых пластмасс. Данное покрытие пластиком применяется для повышения антифрикционных свойств и уменьшения затрат на обработку внутренней поверхности цилиндра, контактирующей с поршнем.

При этом исследуемый объект представляет собой составное тело из 3-х различных материалов: сталь, медь (припой), пластик (футеровочный слой). Данные материалы имеют резко различающиеся физико-механические свойства. Различия физико-механических свойств составляют от 2-х до 3-х порядков, в зависимости от расчетной схемы (с использованием акрила или пластмассы КП-1).

Из анализа полученных результатов видно, что футеровочные слои, выполненные из пластмассы КП-1 и акрила, заметно ослабляют корпус гидроцилиндра. Под действием внутреннего давления футеровочный слой работает в качестве передатчика нагрузки внутреннего давления на стальную часть корпуса, причем напряженное состояние футеровочного слоя близко к картине всестороннего сжатия. Полученные результаты для серии расчетов различных вариантов корпусов гидроцилиндров при использовании акрила и пластмассы КП-1 показали хорошее сходство.

Анализ напряженно-деформированного состояния силовых корпусов с акриловыми и пластмассовыми покрытиями внутренней стороны показал, что данные конструкции гарантируют работоспособность корпусов в упругой зоне при рабочих нагрузках.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ПОСЛЕ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ

Веретельник О.В.[1], Свиридова Е.Н.[1], Лабутина Т.Р.[1], Левшин А.А.[2], Тимченко И.Б.[2], Дынник А.А.[2], Погорелая А.В.[2]

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

[2]ГУ "Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины", г. Харьков

Дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника зачастую сопровождаются болевыми синдромами, неврологическими нарушениями, нарушениями функций тазовых органов, изменениями опорно-двигательной функции позвоночника, что безусловно сказывается на «качестве жизни» пациентов.

Одним из наиболее распространенных на сегодняшний день видов хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела являются декомпрессивно-стабилизирующие операции с применением транспедикулярных конструкций.

Применение инженерии в вертебрологии позволяет определить компоненты напряженно-деформированного состояния элементов исследуемой биомеханической системы позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела позвоночника, тем самым обосновать оптимальный выбор и объем хирургического лечения.

Для определения напряженно-деформированного состояния исследуемых элементов биомеханической системы позвоночно-двигательных сегментов был использован метод конечных элементов, который наилучшим образом подходит для решения задач такого класса, так как элементы биомеханической системы имеют сложную геометрическую форму и содержат материалы с резко различающимися физико-механическими свойствами.

В основу геометрической модели исследования позвоночно-двигательных сегментов L4-L5, L5-S1 была положена интактная модель. Построенная модель учитывала сложную геометрическую форму исследуемых элементов, а также структуру кости (разделение на губчатую и кортикальную составляющие). Для исследования в модель была добавлена конструкция транспедикулярной фиксации, которая состояла из транспедикулярных винтов, проведенных через корни дуг позвонков и соединенных между собой штангами при помощи контргаек.

Получены результаты исследований напряженно-деформированного состояния позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела транспедикулярной фиксацией. Проведено сравнение полученных результатов для отдельных элементов исследуемой системы.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КАНАЛА ОРУДИЙНОГО СТВОЛА ПРИ СТРЕЛЬБЕ

Веретельник О.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Изучением процесса стрельбы из различных орудий разнообразных типов занимается внутренняя баллистика. В частности, внутренняя баллистика занимается изучением движения снаряда по каналу под действием пороховых газов, результаты которой используются в качестве исходных данных при проектировании зарядов, снарядов, трубок и взрывателей, стволов, затворов, лафетов и других устройств.

Внутренняя баллистика имеет дело с высокими температурами и давлениями газа и малым временем процесса. Данные особенности изучаемого процесса влечет за собой чрезвычайную его сложность и особые трудности при проведении и изучении эксперимента. Таким образом, теоретические методы приближенны и основаны на недостаточно изученных допущениях и условиях.

В работе предлагается разработанная методика исследования напряженно-деформированного состояния канала орудийного ствола при стрельбе. Данная методика исследований используя метод конечных элементов, позволяет определить напряженно-деформированное состояние ствола в соответствующие момент времени нагружения, базируясь на учете кривых, описывающих изменение давлений пороховых газов на стенки орудийного канала ствола и скорости движения снаряда по каналу ствола. При этом одной из проблемных сторон является реализация способа приложения подвижной нагрузки на исследуемый объект. Данная проблема была решена и проверена при исследовании тестовых моделей.

Исследования тестовой модели были проведены при использовании различных типов анализа: статическом анализе и анализе переходных процессов. Выбор использования различных методов объясняется тем, что (как было указано выше) весь процесс протекает в малый временной интервал; таким образом, необходимо учесть появление динамических эффектов, которые существенным образом могут повлиять на напряжено-деформированное состояние конструкции. При этом использование анализа переходных процессов влечет существенное увеличение расчетного времени по сравнению с использованием статического анализа. Таким образом, получив результаты исследований для двух различных типов анализа, можно определить динамический коэффициент и применить его при дальнейших исследованиях напряженно-деформированного состояния типовых конструкций, используя лишь один статический анализ.

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПЛАНЕТАРНИХ РЯДІВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ ПЛАНЕТАРНИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Волонцевич Д.О., Веретенніков Є.О., Пасічний С.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проектуванні сучасних трансмісій транспортних засобів, як легкових або вантажних автомобілів, автобусів, так і будівельно-дорожньої, сільськогосподарської або військової техніки вже майже неможливо обійтись без застосування планетарних та диференціальних передач [1, 2].

В наших попередніх роботах [3, 4] запропоновано алгоритм та описано програмний продукт для автоматизації проектування планетарних коробок передач (ПКП), що може значно допомогти в заощадженні часу, трудових ресурсів та їхній кваліфікації.

Але запропонована методика автоматизованого синтезу ПКП і програма для її реалізації за заданими передаточними відношеннями спиралась на використання тільки тривіальних планетарних рядів, в кожному з яких є тільки два центральних зубчастих колеса, з яких одне має зовнішнє і одне внутрішнє зачеплення.

В роботі, що пропонується, можливості і алгоритму, і програмного продукту розширені в напрямку використання планетарних рядів зі спареними та двохвінцевими сателітами, що можуть мати центральні зубчасті колеса лише з внутрішнім або лише з зовнішнім зачепленням. Це значно збільшує гаму можливих реалізацій заданих передаточних відношень і надає можливість вибору більш зручної та вигідної компоновки ПКП.

Література:

1. Анализ планетарных коробок передач транспортных и тяговых машин / Филичкин Н.В., Учебное пособие. Компьютерная версия, исправленная и дополненная. – Челябинск: Изд. ЮурГУ, 2008. – 178 с. 2. Шарипов В.М., Крумбольдт Л.Н., Маринкин А.П. Планетарные коробки передач колесных и гусеничных машин. Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2000. – 142 с. 3. Волонцевич Д.О. К вопросу о количественных критериях качества кинематических схем планетарных коробок передач. / Д.О. Волонцевич, Е.А. Веретенников, С.С. Пасечный // Вісник НТУ "ХПІ", Збірник наукових праць. Серія: Транспортне машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», – 2013. –№31(1004). – С. 105-110. 4. Волонцевич Д.О. Автоматизація структурно-параметричного синтезу планетарних коробок передач транспортних засобів / Д.О. Волонцевич, В.І. Сєриков, С.С. Пасічний // Вісник НТУ "ХПІ", Збірник наукових праць. Серія: Транспортне машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», – 2014. –№14(1057). – С. 38–49.

ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА ТА ПАРАМЕТРІВ РЕДУКТОРА ДЛЯ ГІБРИДНОГО ДВОПОТОКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ГУСЕНИЧНОЇ МАШИНИ

Волонцевич Д.О., Медведєв М.Г., Зионг Ші Хієп
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для підвищення рухливості існуючих гусеничних машин з механічними ступеневими трансмісіями в процесі їхньої модернізації, забезпечення плавного регулювання радіусів поворотів зазвичай було прийнято встановлювати на них двохпотокові гідростатичні механізми повороту [1, 2].

На наш погляд, достатньо перспективним виглядає варіант організації двопотокових електромеханічних механізмів повороту, що при використанні електричних машин в режимах генераторів дає можливість в залежності від потреби та об’єктивних умов змінювати тип механізму повороту (швидкість в повороті) і на короткий час підвищувати потужність приводу за рахунок енергії акумуляторних батарей та електроприводу.

В попередніх наших роботах [3, 4] на прикладі шасі транспортера-тягача МТ-ЛБ за класичними методиками [1, 2] були проведені розрахунки потужності, яка в межах існуючої двопотокової головної передачі необхідна для заміни механічних гілок механізмів поворотів на електропривод.

В роботі, що пропонується, розглянуте питання вибору і обґрунтування типу електродвигуна та його характеристики. Цей вибір було проведено за принципом мінімізації габаритів та маси електродвигунів з узгоджуючими редукторами. Результатом роботи є підготовка до побудови математичної моделі гусеничної машини з гібридним приводом двохпотокових механізмів повороту.

Література:

1. Балдин В.А. Теория и конструкция танков. – М.: Изд. АБТВ, 1972. – 782 с. 2. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 448 с. 3. Волонцевич Д.О. Оценка необходимой мощности двухпоточного механизма поворота гусеничной машины / Д.О. Волонцевич, М.Г. Медведєв, Зионг Ші Хієп // Вісник НТУ "ХПІ", Збірник наукових праць. Серія: Транспортне машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», – 2014. –№22(1065). – С. 73–83. 4. Волонцевич Д.О. Определение механических параметров электропривода двухпоточного механизма поворота гусеничной машины / Д.О. Волонцевич, Н.Г. Медведев, Зыонг Ши Хиеп // Механіка та машинобудування. – 2014. – №1. – С. 51-57.

МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПЛАТФОРМ ОБТТ

Волосников С.А.
ГП «ХКБМ» им. А.А. Морозова, г. Харьков

Каждый компонент человекоуправляемой системы типа ОБТТ представляет собой сложную техническую систему и поэтому определяет относительно самостоятельный предмет исследования. Математическое моделирование функционирования эргатических систем, движения подвижных платформ используется для повышения качества ОБТТ в целом.

Обзор и анализ доступных источников показывает, что основной математический аппарат при синтезе человекоуправляемых систем составляют метод теории нелинейной интегральной инвариантности, методы L – функций, оптимальности и принятия решений.

Метод нелинейной интегральной инвариантности применяется для формирования множества функциональных поведений системы, инвариантных к действию возмущения.

Совокупность моделей движения платформы можно разделить на четыре группы:

- описание условий эксплуатации;
- моделирование динамической системы шасси ОБТТ;
- моделирование поворота;
- моделирование взаимодействия опорной поверхности с грунтом.

Модели оптимального управления успешно применяются. Однако они приводят к ряду трудных с точки зрения теории моделирования задач. При этом подчеркнем, что собственно модель оптимального управления – это средство, для предсказания зависимости выхода от входа и при этом не требует никаких предположений о том, имеет ли оператор собственные правила оптимальности. С другой стороны – можно приблизиться к оптимальности методом проб и ошибок, но для рассматриваемого класса техники это потребует больших ресурсов, а ошибки могут быть непоправимы. Это еще раз подтверждает правильность разработанного подхода, заключающегося в отказе от моделирования поведения оператора, а определении наилучшего управляющего воздействия с последующим соответственным обучением оператора или передаче функций SEP – системе.

Многочисленные исследования показали, что передаточная функция человека – оператора различна не только для различных объектов управления, но и для разных видов входного сигнала. Поэтому применительно к ОБТТ, целесообразно путем математического моделирования определить наилучшее воздействие на органы управления, а затем обучать оператора именно такому воздействию или, если это выходит за его возможности, передать эту функцию управляющей системе типа SEP. Именно такой подход и может обеспечить повышение характеристик подвижной платформы и ОБТТ в целом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ХОДА СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ КОРПУСА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Воронцов С.Н.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Система подрессоривания быстроходных гусеничных и колесных машин играет существенную роль в реализации ее функционального назначения с высокими тактико-техническими характеристиками и технико-экономическими показателями. Качество СП оказывает прямое либо косвенное влияние на все основные показатели этих машин.

Для обеспечения высоких показателей плавности хода характеристика подвески на возможно большем своем ходе должна быть нечувствительной к воздействию каких-либо возмущающих факторов и не передавать усилий на подрессоренный корпус до момента, близкого к пробою подвески.

Одним из путей обеспечения нелинейности подвески, оказывающей благоприятное влияние на плавность хода катка, является применение демпфирующего гидравлического ограничителя хода, вступающего в работу в конце динамического хода опорного катка.

По виду рабочего элемента и принципу поглощения энергии в качестве ограничителя хода подвески могут быть: резиновые (резинометаллические) упоры; пружинные упоры; гидравлические упругие устройства; гидравлические демпфирующие устройства.

Эти устройства нашли свое применение на некоторых зарубежных транспортных средствах, как на новых, так и при модернизации устаревшей техники.

Гидравлические ограничители хода позволяют избавится от недостатков, свойственным резиновым и пружинным буферам. У них может быть достаточно большой рабочий ход, характеристика может быть существенно нелинейной, а параметры могут быть спроектированы с учетом характеристик основных демпфирующих устройств.

КРИТЕРІЇ ТРАВМУВАННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ПРИ УДАРНОМУ ТА ВИБУХОВОМУ НАВАНТАЖЕННЯХ

Голуб В.А., Бісик С.П., Схабицький В.Р.
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ

Результати аналізу військових конфліктів останніх десятиріч і досвід проведення антитерористичної операції в Луганській та Донецькій областях України показують, що значна частина санітарних втрат особового складу спричинена внаслідок дії ударних і вибухових навантажень (далі – ударних навантажень) різних за походженням. Це може бути підрив бойових машин на протитанкових мінах і саморобних вибухових пристроях, дія ударної хвилі на людину, що знаходиться на відкритій місцевості, падіння, аварійна посадка літальних апаратів на ґрунт ураження кулями стрілецької зброї та осколками в бронежилет і захисний шолом без їх пробиття.

Однак на сьогоднішній день при розробці зразків (комплексів, систем) озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) застосування критеріїв стійкості організму людини до ударних навантажень використовується дуже обмежено та із значним спрощенням. Оцінка ефективності прийнятих конструктивних рішень підвищення рівня системи пасивного захисту екіпажів зразків ОВТ, для зменшення ударних перевантажень, має базуватись на даних медико-фізіологічних досліджень їх витривалості людиною з відповідними критеріями оцінки.

Пропонується у якості критерію оцінки пасивного захисту екіпажу прийняти імовірність травмування людини при дії ударних навантажень, що визначається кількісно як функція від одного чи декількох параметрів (сили, перевантаження та інше), які контролюються на механічних еквівалентах людини (англ. Hybrid dummy) або її скінченно-елементних моделях.

Оскільки різні частини тіла по різному реагують на дію перевантажень, тому імовірність травмування визначається для окремих частин тіла, а саме: голови, шиї, хребта та внутрішніх органів.

У якості критерію травмування голови прийнято критерій *HIC* (англ. Head Impact Criterion). Критерій оцінки імовірності травмування шиї - N_{ij}, N_{km}, *NIC*, *NIC**. При цьому критерій N_{km}, *NIC*, *NIC** використовується при ударах з тильної сторони тулубу людини, а критерій N_{ij} з фронтальної. Для оцінки імовірності травмування хребта використовується індекс динамічної реакції – *DRI* (англ. Dynamic Response Index).

Слід відмітити, що значення обраних критеріїв залежать від допустимої імовірності отримання травми людиною, що обирається для конкретної системи при проектуванні зразка ОВТ.

В результаті проведеного аналізу обрані критерії оцінки імовірності травмування екіпажу зразка ОВТ при дії ударних навантажень, які пропонується використовувати при оцінці їх пасивного захисту та при висуванні вимог до них.

РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТРІЧКИ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКУ ВСЮДИХОДУ

Грабовський А.В., Купрін С.В., Киричук Д.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останні події на сході України доводять необхідність широкого застосування легких броньованих багатоцільових тягачів. Вони мають широкий діапазон застосування, від транспортування десанту до буксування артилерійської установки. На шасі цього тягача встановлюються різні бойові модулі (ЗТМ-1, "Штурм", "Шквал") та різне озброєння: зенітні кулемети ("Утес", "Корд"), автоматичні гранатомети ("Полум'я", "Атлант"), автоматичні пушки (2А14, 2А72), пускові установки ПТУР ("Корнет"), авіаційні пушки (ГШ-23в, ГШ-23к) та інше. Ці машини комплектуються різними двигунами та трансмісіями. Все це доводить універсальність МТ-ЛБ та показує його широке застосування. Наприклад, тільки в збройних силах України у 2010 р. налічувалося близько 2090 різних модифікацій цих машин. Саме тому цей об'єкт зацікавив авторів.

У представленій роботі автори зосередили свою увагу на дослідженні стрічки гусеничного траку. А саме, за допомогою програмного комплексу SolidWorks була побудована геометрична модель гусеничного траку. А далі модель розраховувалася за допомогою методу скінченних елементів у пакеті ANSYS.

При дослідженні напружено-деформованого стану стрічки гусеничного траку ставилися різні постановки граничних умов, які імітують їзду по бетону та їзду по камінню у двох варіантах.

У математичній моделі врахована можливість моделювання контактної взаємодії траку з ґрунтом та можливість застосування лінійних та нелінійних моделей поведінки ґрунту.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження були отримані дані, що дозволяють оцінити працездатність змодельованої конструкції стрічки гусеничного трака на основі напружено-деформованого стану при використанні навантаження величиною 1 тонна.

ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИК ІЗ ГІДРАВЛІЧНИМ КЕРУВАННЯМ, ЧУТЛИВИЙ ДО КЕРУЮЧИХ СИГНАЛІВ

Гречка І.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із напрямків розвитку гідроприводів є підвищення їх чутливості до гідравлічних сигналів керування. Зокрема, гідроприводів притиску диску доводочних верстатів, гідроагрегатів обертання, LS модулів тракторів потужністю 70–180 л. с. тощо. Використання в них гідророзподільників із гідравлічним керуванням, чутливих до керуючих сигналів, дозволяє підвищити їх експлуатаційні характеристики, будувати чисто гідравлічні пристрої керування виконавчими механізмами, легко організувати внутрішні зворотні зв'язки, вони простіші в експлуатації, надійніші і дешевші.

Тенденція останніх десятиліть більш широкого застосування гідроапаратів із осциляцією викликана прагненням споживачів гідроприводів до підвищення їх технічного рівня.

У доповіді описано конструкцію гідророзподільника з гідравлічним керуванням, чутливого до керуючих сигналів, особливістю конструктивного виконання якого є те, що він містить гідравлічний вібраційний контур. Такий гідравлічний вібраційний контур має просту конструкцію без рухомих елементів, невеликі габарити та здатний забезпечити достатньо великий коефіцієнт підсилення, який може бути більше 2. Гідравлічний вібраційний контур є гідравлічною ємністю з обмеженим об'ємом, у середині якої розміщено циліндричний внутрішній патрубок, який реалізує шунтуючий резонансний контур. Вхід гідравлічного вібраційного контуру з'єднаний із магістраллю живлення (джерела пульсацій витрати), а вихід з камерою керування гідророзподільника. Пульсації тиску, викликані пульсацією витрати та опором гідравлічної мережі, надходять до ємності через вхідний трубопровід та внутрішній патрубок. Внаслідок наявності зсуву фаз пульсуючого потоку робочої рідини та власної частоти шунтуючого резонансного контуру відбувається підсилення пульсацій тиску, які надходять до камери гідророзподільника, в результаті чого його запірно-регулюючий елемент здійснює осцилюючий рух, що дозволяє ліквідувати силу тертя спокою запірно-регулюючого елемента.

Проаналізовано вплив параметрів пульсації витрати (тиску) на виході з об'ємного насоса на коефіцієнт підсилення гідравлічного вібраційного контуру та характеристики гідророзподільника. Наведено осцилограми пульсацій тиску на виході гідравлічного вібраційного контуру. Встановлено раціональні значення конструктивних параметрів гідравлічного вібраційного контуру. Доведено ефективність використання розробленого гідророзподільника з гідравлічним керуванням, чутливого до керуючих сигналів, у гідроагрегаті верстата для намотування обмоток електродвигунів. Встановлені шляхи мінімізації енергетичних втрат у такому гідроагрегаті.

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО БРОНИРОВАНИЯ ЛЕГКОБРОНИРОВАННЫХ МАШИН

Дудар Е.Е.[1], Шаталов О.Е.[1], Козлинський М.П.[1], Васильев А.Ю.[2]
[1]Академия сухопутных войск им. гетмана П. Сагайдачного, г. Львов,
[2]Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Вопрос повышения защищенности легкобронированной техники, стоящей на вооружении Вооруженных Сил Украины, является одной из важнейших технических задач. Однако при этом следует учитывать как моральное устаревание техники, так и проблематичность проведения модернизаций, связанных не с повышением мобильности или огневой мощи, чего можно добиться путем установки новых двигателей или вооружения, а связанных именно с вопросами защищенности.

Одним из способов повышения уровня защищенности является использование элементов дополнительного бронирования. Однако при неэффективном использовании военной техники любые ее преимущества можно свести на нет. В связи с этим возникает важная и актуальная задача повышения пассивной защищенности за счет возможности проведения анализа текущей боевой ситуации и принятия рациональных решений.

Разработанный для этих целей прототип тактического процессора воспринимает и дает возможность на основе входных данных (геометрия местности, положение и ориентация машины, тип машины и характеристики бронирования, а также тип поражающего фактора) построить трехмерные цветные диаграммы, совмещенные с местностью. На диаграммах цветом отображаются различные расчетные параметры – дальность от стрелка до машины, минимальный и максимальный углы встречи с бронелистами, вероятность пробоя, площадь поверхности машины, которую можно пробить из данной точки. Также с учетом геометрии местности можно исключить из диаграммы опасных зон те зоны, из которых невозможно поразить машину за счет наличия препятствий на траектории движения пули.

Текущий вариант тактического процессора реализован с помощью языка программирования Visual Basic и основан на взаимодействии с ПО Siemens Femap. Такой подход выбран для упрощения процесса разработки приложения, критериев и математических моделей. Описанию возможностей созданного прототипа тактического процессора и посвящена данная работа.

МЕТОДЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО БРОНИРОВАНИЯ ЛЕГКОБРОНИРОВАННЫХ МАШИН

Дудар Е.Е.[1], Шаталов О.Е.[1], Козлинський М.П.[1], Васильев А.Ю.[2]
[1]Академия сухопутных войск им. гетмана П. Сагайдачного, г. Львов,
[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Техника Вооруженных сил Украины (ВСУ) по большей части является морально устаревшей, несмотря на наличие некоторого количества новых и модернизированных образцов. В условиях современной войны моральное старение проявляется в постепенном повышении уровня проблем, мешающих выполнять не только новые задачи в соответствии с современными доктринами, но и исходные задачи, которые ставились в ходе разработки. Чаще всего модернизация происходит путем установки более мощных двигателей и вооружения, однако для выполнения широкого спектра тактических задач (организация блокпостов, патрулирование местности, боевое охранение, передвижение в колонне, доставка личного состава к месту боевых действий) на передний план выходят требования к защищенности машин. Это показал опыт использования легкобронированной техники в различных конфликтах, в том числе и на территории Украины. Согласно выводам Министерства обороны Украины, уровень защищенности легкобронированной техники, стоящей на вооружении ВСУ, на сегодняшний день является неадекватным используемому в конфликтах оружию. На текущий момент корпуса легкобронированных машин (ЛБМ) не обеспечивают необходимого уровня защиты от новых образцов стрелкового вооружения. Таким образом, для решения поставленных задач перед ЛБМ является крайне важной и актуальной задача доведения уровня их защищенности до необходимого с учетом реальных условий современного боя.

Среди основных причин недостаточного уровня защищенности ЛБМ можно выделить: неэффективное использование личным составом имеющейся техники вследствие отсутствия знаний о сильных и слабых сторонах эксплуатируемых машин; отсутствие возможности использовать рельеф местности и текущую обстановку с целью уменьшения вероятности поражения техники ввиду отсутствия адекватных средств по анализу обстановки; низкий уровень защищенности машин.

С первым пунктом можно бороться только работой с личным составом, проведением обучений, составлением подробных инструкций и донесением их до личного состава и т.п.

Общепринятые методики при решении проблем второго пункта являются не только неэффективными, но и крайне опасными. Разработки последних лет ориентированы на решение вопросов, связанных с проектированием, но крайне сложны и неприспособлены к использованию в оперативной обстановке.

Анализу возможности повышения уровня защищенности легкобронированных машин путем дополнительного бронирования и оценки возможных проблем при этом и посвящена данная работа.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Душенко В.В., Маслієв А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Техніко-економічну доцільність застосування пневматичного ресорного підвішування на транспортних засобах доводить досвід Японії, Німеччини, Франції, та ін.). Це обумовлено тим, що пневматичні ресори дозволяють реалізувати «м'яке підвішування», тобто отримати власну частоту коливань кузова біля 1 Гц, зменшують динамічний вплив на путню структуру і т. ін.

Але у закордонних транспортних засобах не залучають пневматичні ресори до реалізації демпфірування коливань. Для розсіювання енергії коливань тут використовують гідравлічні гасники, які встановлюють паралельно до пневматичних ресор, що ускладнює транспортні засоби.

Між тим відомо, що пневморесори мають можливість гасити коливання. Щоб довести це, доопрацьована математична модель, яка нарешті дозволяє оптимізувати параметри системи пневматичного ресорного підвішування на стадії проектування – з метою отримання належного демпфірування коливань та підвищення адекватності результатів досліджень.

Аналіз фізичних процесів, що відбуваються з повітрям, яке наповнює систему пневматичного ресорного підвішування, а також експериментальних осцилограм коливань доводить, що коефіцієнт демпфірування являє собою змінну величину, а не константу, як вважалося до цього, і залежить від параметрів системи та газо-термодинамічних явищ в ній при коливаннях.

Складено залежність коефіцієнта демпфірування – від параметрів системи пневматичного ресорного підвішування, який запропоновано визначати відносними величинами параметрів системи: перерізу дросельного отвору до ефективної площини пневморесори $f_{др}/F$, ємностей V і поверхонь теплообміну H її та додаткового резервуару, «активної ємності» V_A і щільності ρ повітря в пневморесорі, та резонансної частоти коливань ω:

$$\beta = (\omega \cdot V_A \cdot \rho \cdot F\ (V_{ПР} + V_{Д.Р})(H_{ПР} + H_{Д.Р}))/(f_{Д.Р} \cdot V_{ПР} \cdot H_{ПР}),\ \text{кг/с}.$$

Активною ємністю ми вважаємо таку частину загальної ємності пневморесори, із якої повітря витікає через дросельний отвір.

Для перевірки цього створена і досліджена з використанням програмного комплексу MATLAB Simulink імітаційна модель колісної машини.

Збурення коливань кузова здійснювалось шляхом подачі до входу моделі П – подібних імпульсів. По отриманим осцилограмам коливань кузова проводилась оцінка їх затухань.

Доведено, що запропонований вираз для коефіцієнта демпфірування коливань надає можливість на стадії проектування транспортного засобу визначати із використанням методу Монте - Карло оптимальні параметри системи пневматичного ресорного підвішування ($f_{др}$, $V_{Д.Р}$, $H_{Д.Р}$, V_A) та інші.

ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ МІЦНОСТІ ВИРОБІВ ІОННО-ПЛАЗМОВОЮ ОБРОБКОЮ ІЗ СТВОРЕННЯМ ПОВЕРХНЕВИХ НАНОСТРУКТУР

Д'яченко С.С.[1], Пономаренко І.В.[1], Ткачук М.А.[2]
[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет
[2]Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із найбільш ефективних методів підвищення конструктивної міцності виробів є застосування матеріалів з ультрадрібним зерном, у тому числі нанокристалічних. Проте їх отримання в промислових масштабах для масивних виробів складає дуже серйозну проблему.

Всі традиційні методи технологічно досить складні і мають ряд недоліків.

Набагато простіше отримати наноструктуру не по всьому перерізу, а тільки на поверхні, що в даний час досягається інтенсивною поверхневою пластичною деформацією, ультразвуковою ударною обробкою, нанесенням різного роду покриттів, у тому числі, іонно-плазмових. Ці впливи не тільки модифікують властивості поверхневого шару, але можуть принципово змінити деформаційну поведінку виробу в цілому і його механічні характеристики.

Дослідження поведінки твердого тіла при деформації послужили підставою для висунення концепції фізичної мезомеханіки, згідно з якою поверхневий шар є самостійною функціональною підсистемою, що радикально впливає на деформаційну поведінку тіла і його властивості.

У цій роботі зіставлені механічні характеристики зразків, отримані при випробуваннях на розтягування і на втому, залежно від стану їх поверхні після різних способів впливу.

Для дослідження були обрані поверхневі впливи у вигляді шліфування, полірування і іонно-плазмової обробки, причому властивості визначали після обох стадій цієї обробки – після іонного бомбардування без нанесення покриття і після його нанесення. Зазначеним впливам піддавали безпосередньо стандартні розривні зразки діаметром 5 і 10 мм, що дозволило оцінити вплив виду обробки на їх поведінку і механічні властивості при розтягуванні.

Установлено, що технологія ІБ дає можливість суттєво підвищити міцність оброблених деталей при збереженні пластичності.

ФІЗИЧНІ ЯВИЩА, ЩО ОБУМОВЛЮЮТЬ ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ МІЦНОСТІ ВИРОБІВ ПРИ ІОННОМУ БОМБАРДУВАННІ

Д'яченко С.С.[1], Пономаренко І.В.[1], Ткачук М.А.[2]
[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Експериментальні дані, отримані у ході численних досліджень, свідчать, що для досягнення високої конструктивної міцності зовсім не обов'язково створювати ультрадрібну субструктуру або наноструктуру за усім перерізом виробу. Досить модифікувати тонкий поверхневий шар (завтовшки менше 1 мкм) шляхом застосування іонного бомбардування, що набагато простіше і дає стійкі результати.

Відомо, що наноструктури характеризуються дуже високою міцністю, але, як правило, окрихчують виріб. Для зменшення схильності до крихкого руйнування рекомендується створення змішаних структур, що поєднують нано- і субструктурні елементи. Вказаний комплекс властивостей досягається тим, що в деформації поверхневого шару значну роль грають зернограничне проковзування і ротаційні моди (поворот зерен). Це забезпечує релаксацію внутрішніх напружень.

Такий механізм деформації енергетично прийнятніший порівняно із дислокаційним. Його реалізація можлива за наявності на границях дуже великої кількості точкових дефектів, що характерно для наноструктур. На думку багатьох авторів, це має місце при багатьох видах дії на поверхню – зіткненні дрібних часток, тонкому подрібненні матеріалу, віброобробці. Наявність же в шарі субмікроструктурних елементів розширює пружно-пластичну область, підвищує стійкість до утворення шийки і зберігає високу пластичність при такому значному зміцненні.

Як було показано в ході проведених досліджень, саме така структура формується при модифікуванні поверхні бомбардуванням низькоенергетичними іонами, що і забезпечує дуже значне зміцнення без втрати пластичності.

Аналогічне явище підвищення міцності виробів поверхневою наноструктуризацією було отримано при ультразвуковій – ударній обробці спеціальним індентором. Запропонований же у цій роботі метод більш простий. Він короткочасний, малозатратний, може бути застосований для виробів будь-якої форми після кінцевої термічної і механічної обробки без додаткових теплових дій, забезпечує одночасну і рівномірну енергетичну дію на усю поверхню виробу, що гарантує стабільність властивостей.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІНОВАНОЇ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ НАХИЛУ КУЗОВА ШВИДКІСНОГО ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

Ерицян Б.Х., Любарський Б.Г., Якунін Д.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання пошуку оптимального співвідношення кута нахилу елементів пневматичного на електромеханічного приводу, щодо кузова на різних кривих руху швидкісного поїзду з комбінованою електропневматичною системою, що дозволяє визначити динамічні характеристики приводу у цілому та синтезувати елементи системи керування.

В роботі запропонована комплексна імітаційна модель, що розроблено середовище MATLAB-SIMULINK. Особливості запропонованої системи нахилу кузова є те, що при малих кутах нахилу застосовується пневматичний привод, який створено шляхом модернізації стандартного пневматичного підвішування другої ступені ресорного підвішування. Нахил реалізується завдяки різниць тиску в пнеморесорах візка. При великих кутах нахилу застосовується електромеханічний привод, що забезпечує достатньо високу швидкість нахилу при великих кутах. Комбінована система дозволяє зменшити витрати енергії на допоміжні системи електрорухомого складу, тому що електромеханічний нахил який забезпечує високі швидкості та кути нахилу кузова потребує при малих кутах значних втрати енергії для його роботи. Також значно зменшуються розміри електромагнітного приводу, що є визначним у загальній системі нахилу. Імітаційна модель системи нахилу кузова складається з таких основних компонентів: підсистема електромеханічного перетворення енергії (лінійного електродвигуна), підсистеми напівпровідникового перетворювача енергії, механічної підсистеми, підсистеми пневматичного приводу, підсистеми керування приводами та підсистеми моделювання руху поїзда в кривій ділянці колії. Особливості моделі є знаходження залежності диференційних індуктивностей, коефіцієнтів при протиЕРС та електромагнітної сили шляхом чисельних експериментів методом кінцевих елементів та подальшої апроксимації їх поліноміальними функціями.

З метою визначення оптимальних параметрів кутів нахилу системи керування механізмом нахилу кузова та області застосування пневматичного та електромеханічного приводу за допомогою оптимізаційного пакету optlab проведена оптимізація параметрів приводу за енергетичними та ваговими критеріями для різних швидкостей руху та радіусів кривих.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ ТЕОРИИ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Зинченко Е.И., Кротенко Г.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» г. Харьков

Из традиционных форм обучения наиболее эффективной является очная форма. Она позволяет преподавателю в полной мере передать, а студенту воспринять информацию о дисциплине на лекциях и практических заняти-ях, ответить на вопросы на консультациях, а также осуществить контроль над выполнением индивидуальных заданий на протяжении всего семестра.

Развитие информационных технологий позволяет повысить качество уровня знаний студентов дистанционной формы обучения. Однако, эффективность заочного обучения зависит не только от возможности предоставления комплекса образовательных услуг учебным заведением, но и от активности и мотивации студента на самостоятельную работу в процессе обучения. Наиболее перспективная форма обучения в настоящее время — смешанная (гибридная) форма. Смешанное обучение представляет собой совокупность очного и дистанционного обучения. Оно позволяет в процессе обучения совместить преимущества очной формы обучения, а также качественно организовать обучение с помощью средств телекоммуникаций, при котором субъекты обучения удаленные друг от друга. Организация образовательного процесса предусматривает наличие учебного материала, возможности у преподавателя влияния на изучение студентом материала и осуществление поэтапного контроля его восприятия. Существуют различные возможности внедрения смешанного обучения в учебный процесс. Например, применение перевернутого класса обучения студентов: когда студенты дома самостоя-тельно изучают материал лекции, а на лекции обсуждают ее и решают практические задачи темы. Также можно поступать и с лабораторными работами: теория изучается дома самостоятельно, проводится работа в лаборатории, защищается либо в виде тестов по интернету, либо проводится обсуждение в аудитории. Существующие мультимедийные средства позволяют в разнообразном виде донести информацию до студента. При этом слушатель сам активно определяет характер и объем информации, преподаватель может скорректировать процесс обучения.

Современные средства телекоммуникации, а также разработанные на кафедре ТММиСАПР учебные материалы (методические пособия, курсы лекций, обучающие фильмы и тесты) позволяют организовать качественную передачу знаний студентам всех форм обучения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Карягин И.Н., Кравченко С.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Перспективным направлением повышения эффективности эксплуатации дизелей при снижении их вредного воздействия на окружающую среду является применение водотопливной эмульсии (ВТЭ).

На кафедре ДВС НТУ «ХПИ» были проведены сравнительные исследования с использованием стандартного дизельного топлива и водотопливной эмульсии (ВТЭ) в качестве топлива для ДВС. Испытания показали, что опытное топливо не оказывает отрицательного воздействия на топливную аппаратуру дизеля и в целом на двигатель.

Результаты исследования концентрации токсичных веществ и дымности отработавших газов (ОГ) от содержания воды в ВТЭ свидетельствуют о том, что применение ВТЭ в качестве топлива позволяет существенно улучшить экологические показатели дизеля.

На всех частотах вращения коленчатого вала с увеличением количества воды в ВТЭ концентрация оксидов азота в отработавших газах уменьшилась. Замедление реакций образования NO_x связанно со снижением температуры цикла. Испарение воды и перегрев пара в цилиндре дизеля приводят к снижению концентрации NO_x в отработавших газах.

Также позитивное влияние оказывает ВТЭ на концентрацию в отработавших газах оксида углерода.

Бесспорным преимуществом использования ВТЭ в дизеле является ее влияние на дымность отработавших газов. Это преимущество значительней проявляется при снижении скорости вращения коленчатого вала.

Экономичность по дизельному топливу возрастает при увеличении содержания воды в ВТЭ. При одинаковых расходах дизельного топлива мощность дизеля на ВТЭ возрастает на 5…7 %. Наиболее значительное снижение расхода дизельного топлива в ВТЭ отмечается при 15-25% содержании воды.

Однако для использования ВТЭ в качестве топлива для дизелей, необходимо модернизировать систему подачи топлива, в частности заменить фильтры тонкой очистки.

ПОВЫШЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, ОБОРУДОВАННЫХ АБС ASSOL, УСТАНОВКОЙ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ТОРМОЗНЫХ СИЛ

Клец Д.М., Назаров И.А., Назаров А.И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

В работе рассматриваются вопросы, связанные с повышением тормозных свойств эксплуатируемых легковых автомобилей, оборудованных электронными системами слежения за процессом торможения (системой АБС).

Для обеспечения максимальной возможной в конкретных дорожных условиях интенсивности торможения АБС решает задачу ограничения давления в тормозном приводе величиной, при которой, исходя из условий взаимодействия колеса и поверхности дороги, возможно создание максимальных тормозных сил на колесах автомобиля.

Независимо от конструкции АБС включает датчики, дающие первичную информацию об угловой скорости тормозящего колеса или о замедлении тормозящего колеса, или о давлении рабочего тела в тормозном приводе (в зависимости от алгоритма функционирования).

В случае осуществления алгоритма функционирования АБС по информации давления жидкости в тормозном приводе существенное влияние оказывает изменение вертикальных нагрузок на колесах автомобиля. Принцип регулирования с помощью АБС тормозного момента в колесных тормозных механизмах основан на том, что во время блокирования колеса его угловая скорость резко уменьшается при изменяющейся вертикальной нагрузке. Максимальную тормозную силу на автомобильном колесе можно создать на грани его блокирования.

Для обеспечения повышения эффективности выполняемых торможений предлагается внедрять в тормозную систему эксплуатируемых легковых автомобилей специальные устройства [1], отслеживающие изменение вертикальных нагрузок (приводного давления) на колесах передней оси автомобиля и подающие соответствующий сигнал на электронный блок. Такое решение обеспечит более стабильные тормозные силы на всех колесах автомобиля в эксплуатационных условиях, что в результате приведет к повышению не только эффективности торможения, но и курсовой устойчивости и управляемости автомобиля в эксплуатационных случаях торможения.

Установка системы «Эффект» [1] на один легковой автомобиль семейства Lanos, оборудованный АБС ASSOL, составляет по данным ПАТ ЗАЗ 3776 грн.

Список литературы

1. Пат. №76189 Україна, МПК 2006.01, B60T 8/24. Пристрій для підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів / [Подригало М.А., Назаров В.І., Назаров О.І., Назаров І.О.]; заявник і патентотримач Харків, національний автомобільно-дорожній університет № u2012 07284; заявл. 15.06.2012; опубл. 25.12. 2012, Бюл. №24.– 4с.

КОМПЛЕКСНЕ КЕРУВАННЯ РОБОЧИМ ПРОЦЕСОМ ТА ТЕМПЕРАТУРНИМ СТАНОМ ПОРШНЯ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ

Клименко О.М., Пильов В.О., Шульга І.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Подальший розвиток двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) тісно пов'язаний із застосуванням систем автоматизованого керування на основі мікропроцесорної техніки. Перспективним напрямом є створення систем, що дозволяють комплексно вирішувати завдання оптимізації паливної економічності, емісії шкідливих речовин, надійності та інших критеріїв якості конструкції.

Сучасні ДВЗ устатковані комп’ютерними системами, які регулюють кут випередження впорскування палива для забезпечення його оптимального значення відповідно до умов роботи двигуна. Це значення може вибиратися залежно від частоти обертання колінчастого вала та навантаження ДВЗ, маси свіжого заряду, температури охолоджувальної рідини і атмосферного тиску.

В той же час одним з перспективних напрямів покращення ефективності ДВЗ є раціональне регулювання їхнього теплового стану, в тому числі теплового стану поршнів. Ураховуючи вищезгадане, напрям досліджень, пов’язаний із сумісним керуванням показниками паливоподачі та тепловим станом ДВЗ, вважаємо актуальним.

Метою даної роботи було оцінити ефективність комплексного керування робочим процесом транспортних ДВЗ з урахуванням регульованого температурного стану його поршнів.

Для виконання поставлених задач проведено експериментальне дослідження впливу частоти обертання, навантаження двигуна та кута випередження подачі палива дизеля 4ЧН12/14 при регулюванні інтенсивності охолодження його поршнів на паливну економічність, викиди оксидів азоту та димність відпрацьованих газів.

На основі експериментальних даних виконано пошук оптимальної комбінації регульованих параметрів на кожному режимі роботи ДВЗ з використанням узагальненої функції бажаності Харрінгтона.

Отримано загальні закони регулювання температурного стану поршня для порежимного забезпечення оптимальності комплексного критерію якості показників ДВЗ, при наявності та відсутності керування кута випередження подачі палива.

НАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ МОТОРНОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО СТЕНДУ ЯК ДЖЕРЕЛО НЕБЕЗПЕКИ

Кондратенко О.М., Єжелий О.В., Маложон Ю.В.
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Лабораторію відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машинобудування НАНУ оснащено моторним випробувальним стендом, обладнаний автотракторним дизелем 2Ч10,5/12 (у якості об'єкту дослідження) та навантажувальним пристроєм (НП), що імітує наявність і характеристики споживачів ефективної потужності дизеля, і описаний у [1] і являє собою електричну машину фірми VSETIN, що містить: а) пульт керування, б) динамометр постійного струму типу DS 742/4-N; в) реостатну шафу керування типу VH 136; г) двомашинний агрегат (мотор-генератор) типу IDP 942-1.

За результатами проведеного дослідження можна виділити наступні фактори небезпеки, джерелом яких є НП. а) НП розвиває механічну енергію, аналогічну випробуваному дизелю і містить у зв'язку з цим накопичувачі механічної енергії (фланці муфт, ротор мотор-генератора), що можуть у разі зламу механічно уразити дослідника. б) Система керування НП живиться змінним струмом напругою 380 В, тобто є джерелом електронебезпеки. в) НП і його система керування є джерелом потужного електромагнітного випромінювання. Тривале перебування поряд зі шафами керування може стати причиною втоми і втрати пильності дослідника. г) НП стенду може працювати з поршневим ДВЗ будь-якого типу, що розвиває крутний момент до 250 Н·м і максимальну частоту обертання валу з'йому потужності до 5000 1/хв, тобто і такими, що оснащені електронними системами керування та/чи іскровим запалюванням, контури високої напруги яких є джерелом електронебезпеки. д) НП є джерелом потужного теплового випромінювання. е) НП може працювати з поршневим ДВЗ, що споживають будь-який тип палив: рідких (бензини, керосин) та газоподібних (природний, скраплений, зріджений, шахтний газ і біогаз, водень), що зумовлює більш високі фактори пожежної та вибухової небезпеки. ж) Система повітряного охолодження НП є джерелом шуму.

Література:

1. Разработка малозатратной технологии и автоматизированной системы очистки отработавших газов от твердых частиц. Отчет о НИР (заключительный) [Текст] / ИПМаш НАНУ; рук. А.П. Строков. – № ГР 0111U001762. – Харьков, 2011 – 2012. – 131 с.

АВТОТРАКТОРНИЙ ДИЗЕЛЬ 2Ч10,5/12 МОТОРНОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО СТЕНДУ ЯК ДЖЕРЕЛО НЕБЕЗПЕКИ

Кондратенко О.М., Семянніков К.В., Мусієнко К.Ю.
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Лабораторію відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машинобудування НАНУ оснащено моторним випробувальним стендом на якому встановлено автотракторний дизель 2Ч10,5/12 [1].

За результатами проведеного дослідження можна виділити наступні фактори небезпеки, джерелом яких є дизель 2Ч10,5/12. а) Він є джерелом механічної енергії та містить у зв'язку з цим масивні деталі, що рухаються з високими швидкостями. б) Особливості конструкції двигуна 2Ч10,5/12 роблять його джерелом неврівноважених механічних коливань і шуму (механічного і газодинамічного). в) Дизель, як будь-який тепловий двигун, є джерелом потужних викидів теплової енергії у всіх її формах – температура ВГ у його випускному колекторі досягає значень 650 °С, що визначає відповідний рівень температур деталей ЦПГ, корпусних (гільз і головок циліндрів), ГРМ (впускних і випускних клапанів) та випускної системи (колектора, глушника, тракту). г) Дизель 2Ч10,5/12 містить системи подачі палива і мастильну, що оперують такими токсичними леткими рідинами, як моторне паливо (з температурою навколишнього середовища знаходиться у контурі низького тиску паливної системи дизеля під тиском до 0,3 МПа, а у контурі високого тиску – до 12 МПа [2]) і моторна олива (знаходиться у мастильних каналах під тиском до 0,5 МПА і у піддоні дизеля при атмосферному тиску, у прогрітому стані дизеля може сягати 100°С [2]). Додатковим фактором ризику при цьому є раптовість події та невизначеність напряму струменя витоку таких рідин, а також висока кінетична енергія цього струменя. д) При досліджені робочих характеристик ФТЧ дизель виступає генератором аерозолю, дисперсною фазою якого є ТЧ, а дисперсним середовищем – ВГ, а також інші законодавчо нормовані шкідливі речовини (полютанти).

Література:

1. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В.В. Эфрос [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 277 с.
2. Разработка малозатратной технологии и автоматизированной системы очистки отработавших газов от твердых частиц. Отчет о НИР (заключительный) [Текст] / ИПМаш НАНУ; рук. А.П. Строков. – № ГР 0111U001762. – Харьков, 2011 – 2012. – 131 с.

ТРАНСМІСІЯ МОТОРНОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО СТЕНДУ ЯК ДЖЕРЕЛО НЕБЕЗПЕКИ

Кондратенко О.М., Стельмах Г.С.
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Лабораторію відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машинобудування НАНУ оснащено моторним випробувальним стендом, обладнаний автотракторним дизелем 2Ч10,5/12 та навантажувальним пристроєм (НП), маховик дизеля і фланець якоря мотор-генератора механічно з'єднані одне з одним трансмісією стенду, яка складається з карданного валу і фланців.

У даному дослідженні виявлено наступні фактори, джерелом яких є трансмісія стенду. а) Вона містить накопичувачі механічної енергії (маховик і вал мотор-генератора), деталі карданних шарнірів та дрібні деталі їх кріплення, що рухаються з великими радіальними швидкостями та розміщені на великих радіусах. Середня швидкість поршня дизеля Д21А1 складає 7,2 м/с. Момент інерції маховика складає 0,95494 кг·м^2, його механічна енергія 16,965 кДж, маса 59,6 кг, найбільший радіус 0,200 м. Лінійна швидкість руху зубців вінцю маховика на режимі з максимальною частотою обертання колінчастого валу дизеля 1800 хв$^{-1}$ складає 37,7 м/с , а їх доцентрове прискорення – 7106,5 м/с^2, що при масі одного зубця 15 г надає відламаному зубцю кінетичної енергії 10,7 Дж і силу інерції 106,6 Н. Лінійна швидкість руху деталей кріплення (гайок, бовтів, шайб, гроверів) у трансмісії стенду складає 30,2 м/с, а їх доцентрове прискорення 5862,8 м/с^2, що при масах, співставних з масою зубця дає значення кінетичної енергії 6,8 Дж і сили інерції 87,9 Н. Відрив останніх через злам чи розкручування може спричинити механічне ураження персоналу лабораторії. Відрив маховика дизеля чи фланців з'єднувальних муфт може спричинити руйнування будь-якого об'єкту на своєму шляху, а людину смертельно травмує. Додатковим фактором ризику є невизначеність напрямку можливого рикошету відламаних зубців вінцю, деталей кріплення чи всього маховика від його картера і кожуха трансмісії стенду.

Література:

1. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В.В. Эфрос [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 277 с.
2. Разработка малозатратной технологии и автоматизированной системы очистки отработавших газов от твердых частиц. Отчет о НИР (заключительный) [Текст] / ИПМаш НАНУ; рук. А.П. Строков. – № ГР 0111U001762. – Харьков, 2011 – 2012. – 131 с.

ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Коноваленко О.Є. [1], **Брусенцев В.О.** [2]
[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»***
[2]***Харківська державна академія культури, м. Харків***

Результатом розвитку інформаційних технологій та мережі Internet є кількість інформації, що накопичена людством в електронному вигляді: тексти, зображення, аудіо, відео, гіпертекстові документи, бази даних і т. ін. Сучасні системи вилучення інформації використовують засновані на методах штучного інтелекту засоби уявлення і інтерпретації для пошуку в терабайтних сховищах вельми цінну інформацію.

Більшість сучасних програм контент-аналізу обмежені обробкою тексту, проте їхні можливості набагато ширші. Прикладом технології цього покоління є технологія "видобування" даних або Text Mining. Взагалі результатом природної еволюції інформаційних технологій стали хмарні технології та методи (класифікація, кластеризація, прогнозування) і технології (Data Mining, Text Mining, Web Mining, OLAP) інтелектуального аналізу даних Причинами їх популярності стали наступні: стрімке накопичення даних; загальна комп’ютеризація; проникнення Інтернет у всі сфери діяльності; прогрес в області інформаційних технологій (вдосконалення СУБД і сховищ даних); прогрес в області виробничих технологій (зростання продуктивності комп’ютерів, об’ємів накопичувачів, впровадження Grid-систем).

Не дивлячись на кількість методів Data Mining, пріоритет все більше зміщується в сторону логічних алгоритмів пошуку даних if-then алгоритмів, за допомогою яких вирішуються задачі прогнозування, класифікації, розпізнавання образів, сегментації БД, вилучення з даних прихованих знань, інтерпретації даних, встановлення асоціацій в БД та інше. Результати таких алгоритмів є ефективними та легко інтерпретуються. Але головною проблемою логічних методів виявлення закономірностей є проблема перебору варіантів за обмежений час. Ці методи штучно обмежують такий перебір та будують дерева рішень з принциповими обмеженнями ефективності пошуку if-then правил.

Основна особливість Data Mining – це поєднання широкого математичного інструментарію (від класичного статистичного аналізу до нових кібернетичних методів) і останніх досягнень у сфері інформаційних технологій. У технології Data Mining гармонійно об’єдналися строго формалізовані методи і методи неформального аналізу, тобто кількісний і якісний аналізи даних. Більшість аналітичних методів, які використовуються в технології Data Mining, – це відомі математичні алгоритми і методи. Новим є те, що їх можна застосовувати при рішенні тих або інших конкретних проблем. Це обумовлено новими властивостями технічних і програмних засобів.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СГОРАНИЯ РАССЛОЕННОГО ТОПЛИВНО-ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА В ДВУХТАКТНОМ ДВИГАТЕЛЕ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Корогодский В.А., Стеценко О.Н.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков

Применение в ДВС с искровым зажиганием внутреннего смесеобразования позволяет снизить расход топлива и сократить выбросы вредных веществ с отработавшими газами. При этом, организация расслоенного топливно-воздушного заряда позволяет эффективно сжигать обедненную топливно-воздушную смесь.

На кафедре ДВС НТУ “ХПИ” проведены экспериментальные исследования одноцилиндрового двухтактного двигателя ДН-4М (S/D=87/82) с искровым зажиганием,воздушным охлаждением, кривошипно-камерной продувкой и оборудованного системой питания с непосредственным впрыскиванием топлива. На режимах нагрузочной характеристики при частоте вращения коленчатого вала n = 3000 мин$^{-1}$ проводилось индицирование в цилиндре двигателя.

По предварительным расчётам в результате обработки индикаторных диаграмм двухтактного двигателя была получена эмпирическая зависимость изменения продолжительности сгорания $(\Delta\varphi_z)$ в зависимости от нагрузки (P_e)

$$\Delta\varphi_z=5764{,}5P_e^3-3551{,}7P_e^2+743{,}64P_e-19{,}648 \qquad (1)$$

Также для исследований процессов сгорания по методике Вибе И.И. определена эмпирическая зависимость изменения показателя характера сгорания (m) в зависимости от нагрузки (P_e)

$$m=296{,}4P_e^3-217{,}07P_e^2+52{,}669P_e-2{,}2081 \qquad (2)$$

Полученные зависимости можно использовать в уравнении выгорания топлива, что позволяет в дальнейшем провести оценку процессов сгорания расслоенного топливно-воздушного заряда.

ФОРМИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ПРИ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТАХ ВИБРОУДАРНЫХ МАШИН

Костенко Ю.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Вопрос отстройки спектра собственных частот конструкции от резонанса носит достаточно важный характер на этапе проектирования. Для случаев, когда конструкция подвержена ударным нагрузкам, возникает необходимость недопущения еще и ударных резонансов. Традиционные ограничения по резонансным режимам заключаются в том, что проводится либо отстройка от обычного резонанса по частоте внешнего возбуждения, либо отстройка от так называемого ударного резонанса, т.е. на частотах кратных частоте внешнего возбуждения: $w_D^{(1)} > w^*$, $w_D^{(i)} \neq j \cdot w^*$ ($w_D^{(i)}$ - «деформационные» частоты колебаний корпуса вибромашины; w^*- частота возбуждения; i - номер собственной частоты w_D; j - коэффициент кратности ударного резонанса). Обозначим Ω_1 - область, определяемая из условия обычного резонанса, а Ω_2 - область, определяемая из условия ударного резонанса. Тогда $w_D^{(i)} \in \Omega_1$, $w_D^{(i)} \notin \Omega_2$, $i = 1,2...$ - ограничения, которым должны удовлетворять собственные частоты колебаний упругого деформирования корпуса вибромашины во избежание резонансных режимов.

Введем дополнительный критерий по условию возникновения ударного резонанса - $w_D^{(i)} \neq j \cdot w^* / k$ (k - кратность/дольность субгармонического режима). Обозначим Ω_3 - объединение областей, представляющих собой интервалы, сгруппированные вокруг частот $j \cdot w^* / k$, шириной $\pm\delta$, которая зависит от условий эксплуатации той или иной конкретной машины и амплитудно-частотной характеристики ее корпуса при упругом деформировании. Таким образом, $\Omega_2 \subset \Omega_3$, и в результате получаем, что $w_D^{(i)} \in \Omega_1$, $w_D^{(i)} \in \Omega_3$, $i = 1,2,...$ - данное условие является более жестким, чем первоначальное (традиционное). В итоге получаем замкнутую область $\Omega_4 = \Omega_3 - \Omega_2$, попадание в которую может привести к реализации ударного резонанса. Данное ограничение не учитывается в расчетах по известным методикам.

Таким образом, для более качественного результата, отстройка должна проводится еще и от попадания спектра собственных частот в область Ω_4.

ТЕХНОЛОГІЯ ДИСКРЕТНОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЛЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Кравченко С.О.[1], Посвятенко Е.К.[2], Ткачук М.А.[1], Гончаров В.Г.[3], Шеремет В.М.[1], Олейник О.К.[4], Демиденко В.І.[4]

[2]Національний транспортний університет, м. Київ

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[3]Фірма «ТАВІ», [4]ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

Загальним недоліком суцільних (континуальних) покриттів є різка відмінність їх фізико-механічних властивостей від відповідних властивостей основи. Це може призвести до розтріскування і відшарування покриттів при підвищенні контактного тиску, зміні умов тертя і коливань температури в парі тертя, а також зміни характеристик середовища, в яких працює машина. Застосування багатошарових і градієнтних покриттів не дозволило вирішити цю проблему.

Ряд досліджень показали, що ключем до цієї проблеми є створення так званих дискретних, тобто несуцільних, покриттів. Несучі «острівці» такого покриття володіють необхідними фізико-механічними властивостями (міцність, зносостійкість, контактна жорсткість тощо). Ці ділянки міцно утримуються на основі, оскільки мають у своїй основі перехідний шар, близький за своїми фізико-механічними властивостями і до серцевини, і до покриття. У той же час «острівець» покриття може пристосовуватися до мінливих умов роботи пари тертя і відносно незалежно від «острівців»-сусідів пружно зміщуватися в ту чи іншу сторону. Матеріал основи зношується інтенсивніше, ніж зносостійкі складові поверхні деталі відповідно до закону Шарпі. У результаті вже в період припрацювання пари на поверхні деталі утворюються різновисокі ділянки: зносостійкі несучі і більш м'які - матеріалу матриці, які шляхом самоорганізації створюють систему лабіринтів для мастила.

При виборі методу створення зносостійкого міцного покриття автори зупинилися на досить простій ідеї електроіскрового легування, яке за своєю природою є дискретним процесом, здатним зміцнити і підвищити зносостійкість будь-яких, в тому числі і великих, поверхонь важконавантажених деталей машин при їх виготовленні і багаторазовому ремонті.

Таким чином, запропонована нова технологія зміцнення, вільна від багатьох недоліків традиційних.

ВПЛИВ КОМБІНОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ

Кравченко С.В.[1], Ткачук Г.В.[1], Олейник О.К.[2], Демиденко В.І.[2], Середа А.В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[2]ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

Комплексне дослідження деталей машин, оброблених методами корундування та дискретного зміцнення, дає основу для таких висновків.

Числове моделювання процесів контактної взаємодії, тертя і зношування продемонструвало наявність механізму їх стабілізації в системі сполучених деталей, оброблених методами дискретного зміцнення і корундування.

Застосування пари тертя – сталеалюмінієві вкладиші з АМО1-20 з корундовим шаром і колінчастий вал, виготовлений з високоміцного чавуну із кулястим графітом, поверхні корінних і шатунних шийок якого зміцнені методом дискретного зміцнення, – істотно підвищують стійкість пари до задироутворення.

При утворенні на робочій поверхні вкладиша такого корундового шару, твердість якого істотно перевищує твердість поверхні шийок колінчастого валу, в процесі припрацювання сполучення "колінчастий вал – вкладиш" насамперед виправляється макрогеометрія робочої поверхні шийок колінчастого вала.

Введення диспергованої добавки оксиду магнію в модифікований приповерхневий шар вкладиша АМО1-20 призводить до зниження коефіцієнта тертя при граничному змащенні у всьому дослідженому діапазоні навантажень, що може бути пов'язано з поліпшенням процесів мікроприпрацювання робочої поверхні шийок колінчастого вала з утворенням на їх поверхні аморфізованих шарів.

Результати проведених числових досліджень та експериментальних випробувань свідчать про доцільність застосування гальвано-плазмової обробки сталеалюмінієвих вкладишів в парі з чавунним колінчастим валом, шийки якого зміцнені методом дискретного зміцнення.

Застосування досліджених методів модифікування робочої поверхні вкладиша і зміцнення шийок колінчастого вала може дозволити знизити відносно високі зазори на змащування, прийняті при установці сталеалюмінієвих вкладишів.

В результаті запропонована комбінована технологія продемонструвала високі потенційні можливості для підвищення трибомеханічних характеристик високонавантажених деталей машин, що труться.

КОМБІНОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ

Кравченко С.О.[1], Ткачук М.А.[1], Бєлов М.Л.[2], Шейко О.І.[2], Олейник О.К.[2], Шпаковський В.В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут

[2]ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

Фахівцями НТУ "ХПІ" та ДП "Завод ім. В.О. Малишева" розроблені технології, що дозволяють при мінімальних енергетичних витратах забезпечити високу зносостійкість робочих поверхонь високонавантажених пар.

Так, технологія гальвано-плазмового перетворення робочої поверхні поршнів, виготовлених із алюмінієвого сплаву АК4, дозволила суттєво збільшити їх зносостійкість. За період експлуатації з березня 1993 року по грудень 2012 року на маневрових тепловозах ЧМЕ-3 максимальна інтенсивність зносу гільз циліндрів при роботі з серійними поршнями склала 0,078 мм на рік, а середньорічна за 5–7 років експлуатації – 0,043. При цьому максимальна інтенсивність зношування гільз циліндрів при роботі з поршнями з корундовим шаром – в середньому в 7 разів нижче. Це дозволило істотно збільшити міжремонтні терміни.

Однією з основних причин виходу з ладу двигунів є зношування і, внаслідок цього, збільшення зазорів в парі колінчастий вал – вкладиш підшипника ковзання. Це, в свою чергу, призводить до зниження тиску мастила і, у міру збільшення зазору, – до зростання динамічних навантажень, які поступово набувають ударний характер. В результаті істотно підвищується зношування поршневих пальців, верхніх головок шатуна, поршня і т.д.

Нерівномірний знос корінних і шатунних шийок колінчастого вала за його довжиною призводить до утворення завищеної ступінчастості між суміжними шийками, що призводить до збільшення згинних навантажень на колінчастий вал і може бути причиною його поломки.

Метою дослідження є обґрунтування, дослідження і доведення при виробництві розроблених енергозберігаючих технологій зміцнення при виготовленні і ремонті високонавантажених деталей двигунів транспортних засобів на базі технологій дискретного зміцнення і гальвано-плазмового перетворення для пар тертя поршень-гільза і шийка колінчастого вала – підшипник ковзання.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЛЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Кравченко С.О.[1], Ткачук М.А.[1], Гончаров В.Г.[2], Д'яченко С.С.[3], Бєлов М.Л.[4]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», [2]Фірма «ТАВІ», [3] Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [4] ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

Аналізуючи традиційні способи зміцнення та відновлення ресурсу корінних і шатунних шийок колінчастих валів, слід виділити загальні для них недоліки:

– стандартні зміцнювальні способи і традиційні технології отримання зносостійких покриттів в більшості своїй не забезпечують необхідного рівня зносостійкості і втомної міцності деталей одночасно;

– зміцнювальні покриття мають недостатньо високу міцність зчеплення з деталлю;

– стандартні зміцнювальні процеси досить енергоємні;

– процеси, пов'язані з нанесенням покриттів, викликають розігрів основного металу, що призводить до його знеміцнення, і можуть супроводжуватися утворенням тріщин внаслідок різкого градієнта температур;

– технології, що використовують об'ємну термічну обробку, супроводжуються деформаціями деталей, для усунення яких необхідні збільшені припуски під механічну обробку.

Внаслідок сказаного існуючі способи ремонту та виготовлення колінчастих валів не дозволяють отримати необхідний рівень експлуатаційних характеристик трибосистем, що зумовлює значно менший ресурс відновлених деталей порівняно з вимогами держстандартів.

Останніми роками активний розвиток отримали процеси дискретної обробки поверхонь, які дозволяють отримати на них чергування в заданій послідовності (дискретно) високоміцних і пластичних мікроділянок, аналогічно до природних композиційних матеріалів, армованих твердими та міцними фазами. Як відомо, така структура забезпечує високу конструкційну міцність матеріалу, тобто дає змогу одночасно отримати високі показники міцності, пластичності, в'язкості руйнування.

Виходячи з відміченого, розробка науково-технологічних основ підвищення ресурсу двигунів і відповідальних деталей силових вузлів за рахунок використання дискретного зміцнення і споріднених технологій є перспективним напрямком підвищення їх триботехнічних характеристик.

У роботі пропонуються нові підходи до розв'язання даної проблеми.

ВПЛИВ РЕСУРСУ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА НА СТРОК СЛУЖБИ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ

Кравченко С.О.[1], Ткачук М.А.[1], Посвятенко Е.К.[2], Гончаров В.Г.[3], Шейко О.І.[4]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,,

[3]Фірма «ТАВІ»,

[4]ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

[2]Національний транспортний університет, м. Київ,

Сучасне ремонтне виробництво за рівнем організації та технічного оснащення ще не повністю відповідає вимогам забезпечення високих показників якості. Так, показник безвідмовності та ресурсу капітально відремонтованих двигунів становить 50-60% від відповідних значень нових. При цьому, найбільш частим ресурсним відмовою ДВС є вихід з ладу в результаті зносу і подальшого руйнування деталей кривошипно-шатунного механізму (КШМ), тобто пари тертя "шийка колінчастого вала - вкладиш підшипника ковзання" і циліндро-поршневої групи (ЦПГ). Аналіз динаміки зміни зазорів в трибосистемах двигунів транспортних засобів показує, що інтенсивний характер збільшення зазору, поряд з деталями ЦПГ, мають і деталі КШМ, тобто шийка колінчастого вала – вкладиш підшипника ковзання. Порівняння швидкості зносу з'єднань показує, що після ремонту він в 1,5-2,0 рази вище, ніж у нових двигунів.

Основною причиною передчасного виходу з ладу деталей двигунів після капітального ремонту, зокрема, трибосистеми "шийка колінчастого вала - вкладиш підшипника ковзання", є технологія і якість зміцнення корінних і шатунних шийок колінчастих валів. Статистичні дані величини зносу корінних і шатунних шийок для вантажних і легкових автомобілів свідчать про те, що знос корінних і шатунних шийок колінчастого вала як для легкових, так і для вантажних автомобілів з кожним ремонтним розміром зростає, і, як наслідок, двигун виходить з ладу значно раніше встановленого часу. Якщо не враховувати якість механічної (фінішної) обробки деталі після її відновлення, похибки збору і вважати, що автомобіль експлуатується в нормальних умовах, то причиною цього є неефективність технології зміцнення шийок колінчастого валу.

Таким чином, проблема підвищення зносостійкості корінних і шатунних шийок колінчастих валів, а отже, в цілому ресурсу роботи пари тертя "шийка колінчастого вала - вкладиш підшипника ковзання", є актуальною і ключовою на теперішній час. При цьому, розглядаючи проблему вибору способу зміцнення поверхонь корінних і шатунних шийок колінчастих валів, необхідно вирішити такі завдання: не допустити знеміцнення основного металу при кінцевій зміцнюючій обробці шийок валу як на стадії виготовлення, так і на стадії ремонту; підвищити зносостійкість корінних і шатунних шийок колінчастого вала; знизити коефіцієнт тертя в трибосистемах "шийка колінчастого вала - вкладиш підшипника ковзання"; зменшити зношуваність корінних і шатунних шийок колінчастого вала по відношенню до вкладишів підшипників ковзання.

ТЕХНОЛОГІЯ КОМБІНОВАНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Кравченко С.О.[1], Шпаковський В.В.[1], Ткачук М.А.[1], Олейник О.К.[2], Веретельник О.В.[1], Головченко В.І.[3]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

[2]ДП «Завод ім. В.О. Малишева», м. Харків

[3]НТК ПрАТ «АзовЕлектроСталь», м. Маріуполь

У роботі увага зосереджена на методі корундування поверхонь деталей з алюмінієвих сплавів, який дає можливість реалізації природного переходу від серцевини матеріалу до створеного на поверхні при його електрохімічному перетворенні міцному шарі з високою адгезією і низькою зносостійкістю.

Як розвиток досліджених технологій запропонований також принципово новий метод, що полягає в з'єднанні в парі тертя алюмінієвої деталі, з утвореним на поверхні корундовим шаром, з одного боку, і сталевої або чавунної деталі, обробленої методом дискретного зміцнення, – з іншого. У результаті утворюється унікальна комбінація властивостей, розподілених і по поверхні контакту в межах однієї деталі, і за глибиною – в межах іншої, а також між контактуючими деталями. У підсумку такого поєднання досягається досить продуктивний результат за всім комплексом триботехнічних характеристик досліджуваних пар деталей.

Звертається також увага і на інші методи зміцнення, основною ідеєю яких є підвищення службових характеристик найбільш навантажених деталей за рахунок модифікації властивостей їх поверхневих шарів.

У роботі основна увага приділяється обґрунтуванню запропонованих технологій, в першу чергу – стосовно до двигунів внутрішнього згоряння. Для цього розроблено методологічні основи синтезу проектно-технологічних рішень на базі узагальненого параметричного моделювання.

Запропоновані методи застосовані для вирішення прикладних завдань для багатьох інших конкретних машинобудівних конструкцій.

Основною перевагою технології комбінованого зміцнення є поєднання принципово відмінних способів зміцнення для кожної з пари контактуючих поверхонь, що дає надзвичайно високу ефективність, яка набагато перевищує сукупну ефективність кожного із методів зміцнення, застосованих кожний окремо.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕНИЯ ТРАНСМИССИИ И ДВИГАТЕЛЯ АВТОГРЕЙДЕРА

Краснокутский В.Н.[1], Шевченко В.А.[2], Краснокутский М.В.[3]

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», [2]Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, [3]Основянская дистанция пути ЮЖД, г. Харьков

Особенностью нагружения землеройно-транспортных машин является тот факт, что рабочее тяговое усиление формируется в зоне контакта ходового оборудования и опорной поверхности, а силы рабочего сопротивления, возникающие при разработке грунта и строительных материалов, прикладываются к рабочему органу.

Таким образом, в формировании режима нагружения машины принимают участие практически все её структурные элементы: двигатель, трансмиссия, ходовое оборудование, рабочее оборудование, привод рабочего оборудования. Поскольку каждый из этих элементов обладает нелинейной характеристикой, для объективной оценки их совместной работы целесообразно проводить натурные эксперименты на соответствующих машинах. В условиях испытательного полигона ХНАДУ были подготовлены и проведены полевые испытания автогрейдера ДЗК-251, оборудованного аналогово-цифровой информационно-измерительной системой. Наличие 16-ти измерительных каналов позволило установить на машине датчики, позволяющие получить исчерпывающую информацию о нагружении практически всех перечисленных элементов. Реализация типовых рабочих операций показала, что на основные циклы автогрейдера действует, как правило, неустановившаяся, переменная во время нагрузка.

В частности, для элементов трансмиссии наихудшими условиями нагружения, когда фиксировались пиковые изменения крутящего момента, носящее характер ударного нагружения, регистрировались в момент трогания машины с места, при интенсивном заглублении основного отвала в грунт, в ситуациях столкновения отвала с жестким препятствием. В процессе выполнения стабильных операций резания грунта постоянной стружкой также фиксировалось возбуждение неуправляемых колебаний крутящего момента, возникающих при стопорении автогрейдера. Подобное силовое воздействие приводило к динамическому изменению скорости вращения коленчатого вала двигателя машины, а следовательно к нестабильному формированию движущего усилия. Сравнительные испытания автогрейдеров с механической и гидромеханической трансмиссией, показали, что более щадящий режим нагружения двигателя фиксировался для машин, оборудованных гидротрансформатором. Тем не менее при работе машины в перечисленных нестабильных режимах даже подобная модификация трансмиссии несущественно влияла на нагруженность двигателя.

На основании результатов проведённых экспериментов предлагается установить на двигатель автогрейдера электронный регулятор топливного насоса высокого давления.

СИСТЕМА НАХИЛУ КУЗОВІВ ШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ НА БАЗІ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА ПОЛЕГШЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Крівякін Г.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Як показали дослідження, знизити малогабаритні показники лінійного двигуна можна за рахунок наступних заходів: застосування кінематичної схеми системи нахилу, яка у змозі забезпечити навантажувальну характеристику з мінімально потрібними зусиллями; застосування лінійного двигуна двонаправленої дії, який забезпечує реверс сили тяги; використання кінематичної схеми, яка дозволяє забезпечити синхронну роботу двох двигунів; вибір геометричних та електрофізичних параметрів лінійного двигуна, які б забезпечували збіг навантажувальних та тягових характеристик.

Усі перераховані заходи були втілені нами у конструкції системи нахилу кузова, яка була створена на базі кінематичної схеми поїзда Алегро. Відмітна особливість запропонованої схеми полягає у тому, що шарніри важелів підвісу балки, що нахиляється розташовані близько до вертикальної вісі візка і встановлені під більшим кутом. Силові приводи при цьому встановлені вертикально між рамою візка та балкою що нахиляється. Очевидно, що таке розташування елементів системи нахилу дає змогу істотно зменшити величину зусилля яке необхідне для нахилу кузова.

Для отримання необхідної форми тягової характеристики лінійного двигуна, нами були використані отримані раніше закономірності впливу геометричних та електрофізичних параметрів лінійного двигуна на його робочі властивості: співвідношення довжини якоря і обмотки збудження, розподілення обмотки збудження уздовж ходу якоря, роль торцевого упора і його форми у формуванні тягового зусилля.

Відмітною особливістю отриманої конструкції лінійного двигуна є те, що для зниження впливу торцевого упора на силу тяги, яку розвиває двигун при досягненні граничних кутів нахилу, магнітопровід у торці двигуна виконаний зі скосом, а сам торцевий фланець зроблено з немагнітного матеріалу. Для забезпечення прямолінійного характеру зусилля при русі якоря підібрано співвідношення довжин якоря і обмотки 210 та 160 мм відповідно. Окрім того обмотка розбита на два блоки, які розділені між собою вставкою з немагнітного матеріалу. При цьому обмотки збудження відрізняються по формі поперечного перерізу.

Таким чином нами розроблена система нахилу кузова з двигунами полегшеної конструкції , тягові характеристики яких максимально збігаються з загрузочною характеристикою механізму нахилу. За рахунок зменшення кількості конструктивних елементів такий двигун по малогабаритним показникам перевершує два двигуни базової конструкції на 20% и порівнянні з гідравлічними силовими елементами.

ПОЛІПШЕННЯ ТЕПЛОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ВИПУСКНИХ КЛАПАНІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ НА ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ

Лебедєв А.О., Триньов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В представленій роботі розглядається теплонапружений стан (ТНС) випускних клапанів, які як і інші деталі камери згоряння (КЗ), працюють в екстремальних умовах. Під час роботи двигуна температура нагрівання головки клапана може досягати 800°С, стрижень навантажений циклічними розтягуючими зусиллями пружини, поверхня стрижня піддається сильному впливу факторів тертя, торець стрижня зазнає дії інтенсивних контактних навантажень.

Особливу увагу в роботі приділено закиданням амплітуд термічних напружень при різких змінах режимів роботи двигуна: з холостого ходу – до номінального режиму. Ці процеси відіграють вирішальну роль у виникненні дефектів. Високі термомеханічні навантаження, значні температурні градієнти в зоні міжклапанної перетинки приводять до виникнення найбільш розповсюдженого дефекту - до тріщин термоутомленого характеру в зоні міжклапанної перетинки. Таким чином, поставлена в дослідженні проблема є актуальною.

Підвищення надійності може досягатись різними технологічними та конструктивними засобами, такими, як, вибір жаростійких матеріалів, нанесення жаростійкого покриття, використання порожнистих конструкцій та зміцнюючих технологій.

Шляхом вирішення проблеми зниження термоутомних напружень на цих режимах є підбір раціональної товщини стінки тарілки клапана. Запровадження порожнистих конструкцій з раціональною товщиною стінки є перспективним напрямком, про що свідчить проведений аналіз літературних джерел.

При запровадження порожнистих охолоджуваних конструкцій окремих деталей двигуна відпадає необхідність збільшення розмірів основної системи охолодження, збільшення циркуляції охолоджуючої рідини і відповідно – більших витрат потужності. Зменшується рівень температур випускного клапана, спостерігається перерозподіл теплових потоків, знижується напруженість головки циліндрів в зоні сідла і збільшується тепловідведення через стрижень клапана та напрямну втулку в систему охолодження.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ 6ЧН25/34

Литвин С.Н.[1], Манзюк В.Н.[2]
[1] ООО «Мотортех»
[2] Первомайский политехнический институт Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Первомайск

Совершенствование системы воздухоснабжения, одновременно с доводкой проточных частей турбокомпрессора является одним из важнейших вопросов при доводке двигателей.

При совершенствовании системы впуска-выпуска необходимо так расположить турбокомпрессор и остальные элементы системы, чтобы количество поворотов воздуха и газов было минимальным, чтобы воздух на вход компрессора поступал равномерно и как можно меньше подогревался теплом излучаемым двигателем и другими источниками.

Данные конструктивные предложения были реализованы на модификации двигателя 6ЧН25/34, форсированного до среднего эффективного давления 1,3 МПа, входящего в состав дизель - генераторов ДГР500/500 и ДГА 500-1 а, также ряда газовых модификаций. Для достижения этой цели на базе турбокомпрессора ТК18-02 была создана новая модификация турбокомпрессора ТК18С23.

Сравнительные испытания двух вариантов воздухоснабжения были проведены на дизельном топливе и показали в новом варианте снижение температуры отработавших газов выходящих с цилиндров двигателя до 380°С – то есть на 20…30°С. Одновременно понизилось и давление наддува, свидетельствующее об уменьшении сопротивления газовоздушного тракта, что и было подтверждено в дальнейшем.

Для увеличения расхода воздуха и повышения давления наддува проходное сечение соплового аппарата турбины было уменьшено с 45 см^2 до 42см^2. Расход воздуха при этом увеличился на 11%.

Анализ параметров рабочего процесса двигателя 6ЧН25/34 при работе по нагрузочной характеристике показал, что на частичных нагрузках также можно достичь значительного снижения удельного расхода топлива, как за счет отключения охлаждения надувочного воздуха, так и за счет его подогрева до температуры 80 … 90°С. Необходимость подогрева надувочного воздуха на данных режимах обоснована снижением коэффициента избытка воздуха на данных режимах. При подогреве надувочного воздуха на режимах выше 25 … 30% от номинального наблюдается ухудшение расхода топлива.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ, ЖЕСТКОСТНЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БРОНЕКОРПУСОВ НА ВАРЬИРОВАНИЕ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Литвиненко А.В.[1], Танченко А.Ю.[1], Грабовский А.В.[1], Мартыненко А.В.[1], Пелешко Е.В.[2], Веретельник Ю.В.[2]

[1]***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»***

[2]***Индустриальная группа «УПЭК», г. Харьков***

В работе описан подход к определению чувствительности спектра собственных частот колебаний корпусов легкобронированных машин к изменению проектно-технологических параметров. Установлено, что в достаточно широких диапазонах зависимости собственных частот колебаний от изменяемых параметров можно линеаризовать. При этом обеспечивается удовлетворительная точность аппроксимации данных зависимостей. Это дает возможность применять данные аппроксимационные зависимости при решении задач обоснования проектно-технологических параметров бронекорпусов по критериям обеспечения заданных тактико-технических характеристик легкобронированных машин.

В частности, во многих случаях речь идет об обосновании таких параметров, которые обеспечивали бы отстройку от резонансных режимов, опасных для тех или иных элементов бронекорпусов.

В отношении бронекорпусов, особенно легкобронированных машин, задача отстройки от резонансных режимов особенно актуальна. Это объясняется сближением и частичным перекрытием спектром частот возбуждающих сил спектра собственных частот колебаний.

Показано, что для машин тяжелой категории по массе более характерным является сильное превышение нижнего уровня спектра собственных частот колебаний Ω_i над верхним уровнем спектра частот возбуждения Ω_e. Если же и происходит их некоторое перекрытие, то на верхних частотах возбуждения, для которых возбудимость низких форм собственных колебаний невысока. Таким образом, требование обеспечения пассивной защищенности у тяжелых машин заведомо покрывает проблемы вибровозбудимости.

Наоборот, для легкобронированных машин такая проблема порождается как раз тонкостенностью, с одной стороны, и установкой скорострельных артиллерийских систем – с другой. Темп их стрельбы может достигать сотен и даже десятков сотен выстрелов в минуту, что обуславливает наличие возбуждающих частот от единиц до десятков Герц. Кроме того, в спектре временных распределений внешних сил присутствуют и частоты, кратные частоте осуществления выстрелов. Следовательно, необходимо учитывать также частоты до 100 Гц и выше (т.е. гораздо правее на оси частот, чем у тяжелых машин). При этом избежать ситуации перекрытия в принципе невозможно, т.к. собственные частоты колебаний тонкостенных конструкций по сравнению с массивными элементами тяжелых машин имеют тенденцию к снижению (т.е. смещению влево).

На основе предлагаемых в работе методов и моделей поставленная задача решается для широкого класса бронекорпусов легкобронированных машин.

ОТСТРОЙКА БРОНЕКОРПУСОВ ЛЕГКОБРОНИРОВАННЫХ МАШИН ОТ РЕЗОНАНСНЫХ РЕЖИМОВ

Литвиненко А.В., Ткачук А.В., Грабовский А.В., Зарубина А.А., Крылюк Б.И., Борисенко С.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Проблему отстройки собственных частот колебаний бронекорпусов ω_i от частот возбуждения ω_s за счет варьирования некоторых проектно-технологических параметров можно сформулировать следующим образом:

$$\left|\omega_i(p) - \omega_s^*\right| \geq \Delta_{is},\ i = 1,2,\ldots; s = 1,2\ldots N_e,$$

где Δ_{is} – некоторый порог отстройки из условия ограничения амплитуды A (рис. 1).

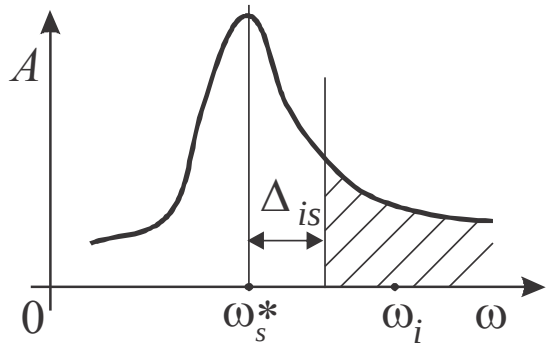


Рисунок 1 – К задаче отстройки от резонансных режимов

Проблема усложняется тем, что с варьированием параметров p_{var} сложным образом изменяются жесткостные и инерционные характеристики бронекорпусов как конструкций с распределенными параметрами. В свою очередь, это приводит к тому, что разные частоты из спектра собственных частот колебаний по-разному реагируют на изменение отдельных параметров. В результате при варьировании множества частот в каких-то своих диапазонах изменения собственные частоты совершают сложные «миграции»: часть из них растет, часть – уменьшается, некоторые практически неизменны по сравнению с некоторым «базовым» варианта бронекорпуса с набором «номинальных» параметров. Более того, картина может поменяться при изменении набора варьируемых параметров, причем неочевидным и труднопрогнозируемым образом.

Таким образом, получаем в итоге достаточно сложную задачу обоснования параметров бронекорпуса по критерию отстройки от резонансного режима, представляющую собой в общей постановке задачу нелинейного программирования. Для ее решения возможно применение разнообразных методов оптимизации. В свою очередь это предполагает неоднократное решение отдельных задач анализа.

Показано, что в определенном диапазоне варьирования параметров бронекорпусов степень отстройки прямо пропорциональна приращению этих параметров.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ И ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ К ВАРЬИРОВАНИЮ ИХ ПАРАМЕТРОВ

Литвиненко А.В.[1], Ткачук Н.А.[1], Артемов И.В.[2], Куприн С.В.[1], Мазур А.Н.[1], Мазур И.В.[1], Сериков В.И.[1]

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г.Харьков

[2]НТК ЧАО «АзовЭлектроСталь», г. Мариуполь

Определение динамических, также как прочностных и жесткостных характеристик элементов машиностроительных конструкций, в настоящее время осуществляется, как правило, при помощи численных методов. В частности, особое и преимущественное положение среди них занимает метод конечных элементов. При его применении определяются, например, искомые поля распределений компонент напряженно-деформированного состояния или, как в рассматриваемом случае, наборы собственных частот и форм колебаний и т. п. Однако в традиционном случае получается только единичный вариант расчета той или иной конструкции с изначально заданными параметрами (геометрическая форма и размеры, физико-механические свойства материалов, нагрузки и т. д.). В развитие этих возможностей многие программные продукты (ANSYS Workbench, NX Nastran, Abaqus и т. п.) [www.ansys.com, www.3ds.com, www.plm.automation.siemens.com] оснащаются инструментами параметрического анализа и синтеза исследуемых конструкций по критериям их прочности, жесткости или динамических свойств. Эти инструменты реализуют процедуры типа «черного» или «белого» ящика.

При этом необходимо отметить, что приемы с применением «черного» и «белого» ящиков имеют определенные недостатки. В связи с этим представляется целесообразным использование технологии «серого» ящика, то есть привлечение в ходе исследований дополнительной информации о характере поведения той или иной критериальной функции. В частности, представляет интерес определение зависимости динамических, а также прочностных и жесткостных характеристик бронекорпусов как тонкостенных элементов машиностроительных конструкций от распределений толщин их бронепанелей по различным проекциям конструкции, причем с учетом варьирования этих распределений. С этой целью целесообразно соединить возможности конечно-элементного анализа, с одной стороны, и достаточно простого алгоритма аналитического вычисления результатов расчета собственных частот и форм колебаний при произвольном варьировании толщин (с использованием ограниченного числа базовых расчетов), – с другой. Данный подход позволяет сводить задачу оптимизации в общей формулировке к последовательности более простых задач линейного программирования.

ПРИВЕДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БРОНЕКОРПУСОВ К ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Литвиненко А.В., Ткачук Н.А., Набоков А.В., Куприн С.В., Бондаренко Л.Н.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе расширен подход к решению задач синтеза проектно-технологических решений, обеспечивающих заданные составляющие комплекса тактико-технических характеристик (ТТХ). Он состоит в развитии метода обобщенного параметрического моделирования процессов и состояний бронекорпусов путем дополнения параметрического пространства технологическими режимами и условиями производства, оказывающими существенное влияние на достижение тех или иных конструктивно заложенных ТТХ в реальном изделии – боевой машине.

Задача отстройки от резонансных режимов путем обоснования проектно-технологических решений и параметров бронекорпусов поставлена как задача нелинейного программирования. Далее на основе применения нового подхода с использованием технологии «серого ящика» эта задача сводится к определению чувствительности на основе решения серии пробных задач при конечном варьировании параметров. Получаемый набор «реперных» решений дает основу для сведения задачи к серии задач линейного программирования. Этим достигается соединение преимуществ традиционных технологий «белого ящика» и «черного ящика», в то же время устраняются их недостатки – значительная погрешность и ресурсозатратность соответственно.

Кроме того, предложено использовать «лепестковую» структуру поверхности отклика и «плавающий» набор реперных решений, что увеличивает точность вследствие локализации аппроксимационных поверхностей в тех подобластях, куда перемещается текущее итерационное приближение искомого решения задачи синтеза, причем аппроксимация осуществляется на все более сжимающейся окрестности текущей точки параметрического пространства.

В результате достигается увеличение степени "прозрачности серого ящика" не повсюду, а локализовано, что еще более повышает точность аппроксимации действительной поверхности отклика. В конечном счете получаемый метод сочетает и точность, и экономность, которые существенно превышают свойства традиционных методов.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ НА БАЗІ СДПМ

Любарський Б. Г., Демидов О.В
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У зв'язку з тим, що асинхронний двигун, як електромеханічний перетворювач (ЕМП), досить широко досліджений, він не має можливостей модернізації. Тому останнім часом для підвищення загального ккд тягового приводу застосовують такі типи ЕМП, як синхронний двигун зі збудженням від постійних магнітів (СДПМ), реактивно індукторний двигун (РІД), двигун з поперечним полем. СДПМ, які по ряду показників перевершують асинхронні двигуни, на думку багатьох дослідників є перспективними в тязі [1].

Для визначення оптимальних режимів роботи приводу необхідно знайти:

- Гармонійний спектр струмів СДПМ, що визначить додаткові втрати двигуна;
- Граничні значення струмів і напруг на елементах напівпровідникового перетворювача, що визначають тип напівпровідникових приладів;
- Середні і діючі значення струмів на напівпровідникових елементах, що визначають втрати в напівпровідникових елементах. Пошук рішення проводиться методом імітаційного моделювання роботи тягового електроприводу в середовищі MATLAB SIMULINK.

Визначено, що при частоті несучої широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) більше 1200 Гц величина струмів вищих гармонік не перевищує 10% від діючого значення фазного струму, а при частоті 3000 Гц - 3%, як в тяговому, так і в генераторному режимах роботи. При застосуванні сучасних IGBT транзисторів [2] дозволяють здійснювати ШІМ на частотах до 5000 Гц вплив вищих гармонік на роботу СДПМ незначний, величини струмів вищих гармонійних співставні з точністю інженерних розрахунків.

Діюче значення струму що протікає через IGBT-транзистор лежить в інтервалі від 0,7до 0,9 від фазного струму ЕМП СДПМ. Максимальне значення струмів що протікають через IGBT-транзистор лежить в інтервалі від 1,6 до 2,7 від фазного струму ЕМП СДПМ, для тягового режиму та від 1,2 до 1,56 в режимі гальмування. Максимальна напруга, що прикладається до транзистора, не перевищує дворазового значення лінійної напруги на ЕМП.

Література:

1. Тяговый двигатель с возбуждением постоянными магнитами. // Железные дороги мира – 2004.- №9 – С.12-14 (T. Klockow et al. Elektrische Bahnen, 2003, № 3, S. 107 – 112).
2. М. В. Пронин, А. Г. Воронцов, Силовые полностью управляемые полупроводниковые преобразователи (моделирование и расчет) / Под ред. Крутякова Е.А. СПб: «Электросила», 2003. – 172 с.

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ НА ДІЛЯНЦІ КОЛІЇ ЗА УЧАСТЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Любарський Б.Г., Черв'яков С.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При моделюванні руху електрорухомого складу на ділянці колій с заданим профілем та графіком руху з метою в изначення оптимальних режимів руху та параметрів рухомого складу значна частина розрахункового часу втрачається на розрахунок режимів роботи елементів електрорухомого складу таких як: тягові двигуни, система їх живлення та керування, втрати допоміжних систем електрорухомого складу. Ці елементи мають складні залежності компонентів потужності (напруг, струмів, моментів, частот обертання) від режимів роботи електрорухомого складу (швидкість руху та сила тяги) та тягової мережі (струми в фідерах підстанцій, втрати напруг на струмоприймачах). Крім того ряд виробників рухомого складу не приводять параметри цього обладнання, посилаючись на ноу-хау їхньої продукції. Тому споживачі мають можливість скористатися лише експериментальними даними рухомого складу.

В цій роботі ми запропоновуємо розробити нейронні мережі, що могли б описати режими роботи любого електрорухомого складу. Навчання цих мереж можливо проводити на основі експериментальних даних руху електрорухомого складу, або на основі математичних моделей, що створені на основі моделей елементів рухомого складу та системи їх керування.

Структура нейронних мереж відрізняється в залежності від роду струму електрорухомого складу, типу тягових двигунів встановлених та системи їх живлення та керування. Однак близькі за своїми схемо-технічними рішеннями електровози та електропоїзди такі, як на приклад: ЧС2т або ЧС7, ВЛ 80с або ВЛ60к, ЕР2Р або ЕПЛ2Т, можуть бути описані подібними мережами.

Створення нейронних мереж електрорухомого складу дозволить значно підвищити швидкість вирішення тягових задач руху електрорухомого складу на ділянці колії. Це дозволить використовувати розроблені, таким чином, задачі аналізу для оптимізації режимів роботи та графіку руху електрорухомого складу.

ВЛИЯНИЕ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ СВЕКЛОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА НА ВЕДУЩИЕ И УПРАВЛЯЕМЫЕ КОЛЕСА

Мандрыка В.Р.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В качестве объектов исследования были приняты серийная корнеуборочная машина КС-6Б и макетный образец корнеуборочной машины КС-6В, включающий независимые полнопоточные объемные гидроприводы (ОГП) как переднего, так и заднего мостов. ОГП переднего моста содержит насос НП-90 и два гидромотора КРУГ-25. ОГП заднего моста, соответствует серийному варианту, и состоит из насоса НП-90 и гидромотора МП-90.

При использовании ОГП переднего ведущего и управляемого моста суммарное тяговое усилие машины увеличивается на 4,5 - 7 кН. Необходимые для реализации указанных усилий давления в ОГП переднего моста находились в пределах 15 - 20 МПа. Предельные давления, реализуемые по условиям сцепления колес с почвой, находились в диапазоне 20 – 25 МПа. Дальнейшее увеличение тягово-сцепных свойств переднего моста может быть достигнуто путем перераспределения масс свеклоуборочной машины на передний мост.

Применение ОГП переднего моста способствует повышению устойчивости прямолинейного движения машины на 12 - 20 % в зависимости от условий движения. Меньшие значения повышения устойчивости соответствуют движению при максимальном сцеплении шин с почвой и отсутствии склонов.

Для повышения устойчивости прямолинейного движения машины проводилось изменение величины давления воздуха в шинах, как переднего, так и заднего мостов, до значений 0,12 - 0,15 МПа - для управляемых колес и 0,3 – 0,35 МПа для задних ведущих колес. При этом устойчивость прямолинейного движения увеличивается на 5 – 12 % как для базовой модели, так и для макетного образца.

Увеличению устойчивости прямолинейного движения также способствует повышение нагрузки по мостам, и в соответствии с ГОСТ 12.2.019-86, развесовка транспортного средства должна обеспечить нагрузку на передний мост не менее 0,2G, что не выполняется на серийном образце. При выполнении требований ГОСТ устойчивость прямолинейного движения возрастает как на макетном, так и на серийном образце в среднем на 8 %.

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДИЗЕЛЯ ТИПА 5ТДФ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

Марченко А.П., Линьков О. Ю., Федоров А.Ю.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Проектирование транспортных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) для наземных транспортных машин (НТМ), ставит перед разработчиком задачи обеспечения не только топливной экономичности, но и надежности, ресурса. Решение этих задач требует согласования между основными показателями работы дизеля и его конструкционными параметрами.

Соблюдение баланса мощности между двигателем и системами требует обеспечения прочности всех узлов и деталей, а также обеспечения расчетных режимов работы систем. На данном этапе, такие системы транспортного ДВС НТМ, как система смазки, система охлаждения (СО) фактически не привязаны к эксплуатационным режимам.

Объектом исследования был выбран ДВС с СО танков Т-64 и Т-72. Дизель В-46 танка Т-72 в Украине не производится. Была предложена модернизация данных НТМ на базе дизеля типа 5ТДФ с штатной СО танка Т-72. В результате на ГП ХКБД были проведены испытания согласно которым, максимальная мощность затрачиваемая для привода вентилятора СО составила 50,7 кВт.

Произведена оценка баланса мощности дизеля 5ТДФ с вентиляторной системой охлаждения, учитывая снижение избыточного давления за турбиной. Для этого на кафедре ДВС НТУ «ХПИ» была разработана программа расчета рабочего процесса двухтактного дизеля с учетом работы в условиях объекта, а также оценено влияние изменения сопротивления за силовой турбиной на выпуске.

В результате расчета получены данные влияния избыточного давления в выпускном коллекторе на показатели мощности на валу турбины. При снижении избыточного давления, турбина вырабатывает на 25% больше мощности, что составляет порядка 58 кВт. Полученной мощности достаточно для обеспечения работы штатного вентилятора на номинальном режиме. Передача мощности на вал вентилятора осуществляется посредством звена дизель-электрогенератор-электродвигатель. Это позволит отказаться от механической передачи, и обеспечить автоматическое регулирование температурного состояния транспортного ДВС типа 5ТДФ на танке Т-72 в зависимости от температуры рабочих тел в контурах СО, температуры окружающего воздуха, нагрузки.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФОРКАМЕРИ СТАЦІОНАРНОГО ГАЗОВОГО ДВИГУНА ПРИ РОБОТІ НА НИЗЬКОКАЛОРІЙНИХ ГАЗОВИХ ПАЛИВАХ

Марченко А.П., Осетров О.О., Кравченко С.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке споживання двигунами внутрішнього згоряння традиційних палив призвело до загострення низки глобальних світових проблем, таких як парниковий ефект, виснаження нафтових і газових родовищ, погіршення екологічної ситуації тощо. Тому велика увага в сучасному двигунобудуванні приділяється розробці технологій використання альтернативних джерел енергії, зокрема низькокалорійних газових палив (НГП).

НГП (шахтний газ, коксовий газ, доменний газ, синтез-газ, біогаз) можуть бути ефективно використані в стаціонарних енергоустановках на базі газових двигунів 11ГД100М. В цих двигунах реалізоване форкамерно-факельне запалювання збіднених паливо-повітряних сумішей, що дозволяє забезпечити високі паливно-економічні та екологічні показники.

Форкамера є важливим конструктивним елементом двигуна, що визначає якість процесу запалювання та згоряння паливо-повітряної суміші. Аналіз літератури показує, що при використанні НГП можливі пропуски запалювання суміші в форкамері та циліндрі двигуна. Це обумовлює актуальність робіт з удосконалення конструкції форкамери.

В роботі обґрунтовано вибір критеріїв ефективності робочого процесу форкамери. В якості цих критеріїв обрано мінімальну енергію запалювання суміші, енергію форкамерного факелу та коефіцієнт продувки форкамери.

Розроблено квазістаціонарну математичну модель газообміну форкамери. З використанням цієї моделі досліджено вплив на обрані критерії якості конструктивних параметрів форкамери і налаштувань газової апаратури.

За методом І.М. Соболя і Р.Б. Статнікова виконано ЛП-пошук оптимальних параметрів форкамери і налаштувань газової апаратури, що забезпечують найкращі значення обраних критеріїв якості для кожного випадку використання НГП.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЧАСТКОВО-ДИНАМІЧНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ПОВЕРХНІ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ НА РІВЕНЬ РЕСУРСНОЇ МІЦНОСТІ ПОРШНЯ

Марченко А.П., Пильов В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Частково-динамічна теплоізоляція (ЧДТ) поверхні поршня ДВЗ впливає на нестаціонарний високочастотний теплообмін в камері згоряння, перебіг робочого процесу та теплонапружений стан самого поршня, виступаючи засобом комплексного покращення показників двигуна. Однією з важливих складових цього покращення є підвищення ресурсу деталей циліндро-поршневої групи.

За умов нормальної експлуатації, основними факторами, що обмежують надійність поршня, виступають зношення його бічної поверхні, формозміна кільцевих канавок та розтріскування кромки камери згоряння. Корундовий шар, утворений на поверхні поршня, призводить до значного підвищення зносостійкості бічної поверхні та зони поршневих кілець, що експериментально засвідчено тривалими випробуваннями тепловозного дизеля K6S310DR. Тому, визначальним для надійності поршня стає процес накопичення пошкоджень матеріалом кромки камери згоряння. При цьому, ресурсну міцність потрібно визначати не для корундової поверхні поршня, що має високі механічні властивості, а для його основного матеріалу безпосередньо під шаром теплоізоляції.

Розробка засобів моделювання та прогнозування рівня ресурсної міцності кромки камери згоряння поршня з шаром ЧДТ є актуальною задачею.

В роботі застосовувалась модель кафедри ДВЗ НТУ «ХПІ», яка враховує малоциклову термічну утому за наявності перехідних процесів низькочастотного аперіодичного навантаження двигуна, багатоциклову термомеханічну утому, що обумовлена високочастотними циклами робочого процесу, повзучість матеріалу і релаксацію термічних напружень.

В моделі було враховано: гасіння теплоізоляцією високочастотної періодичної складової зміни температури у зоні, що розглядається; зменшення розмаху високочастотного коливання механічних напружень; зменшення значення середньої температури матеріалу, спричинене як термічним супротивом покриття, так і зменшенням теплового потоку до тіла поршня внаслідок динамічного ефекту ЧДТ.

Виходячи з концепції гарантованого забезпечення ресурсу, здійснено пошук рівнів форсування дизеля 4ЧН12/14 з поршнями теплоізольованими поверхневим корундовим шаром, при яких величина накопичених матеріалом деталі пошкоджень відповідає базовій конструкції. Розглянуто моделей експлуатації вантажного автомобіля та трактора 4-ї категорії. Встановлено, що введення ЧДТ дозволяє підвищити рівень форсування дизеля для цих випадків щонайменше на 28 та 16 % відповідно.

Це засвідчує перспективність застосування корундового покриття поршнів як засобу підвищення їх надійності та форсування ДВЗ.

ПИТАННЯ МІЦНОСТІ ГНУЧКОЇ ОБОЛОНКИ ПНЕВМОРЕСОРИ ДЛЯ ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

Маслієв В.Г., Сліпченко І.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У зв'язку з тим, що на Україні розвивається виробництво дизель-електро поїздів, актуальною стає задача підвищення їх конкурентоспроможності, в тому числі за рівнем комфорту для пасажирів та швидкості руху. Вирішити цю задачу можна шляхом використання замість металевих – пневматичних ресор, які широко застосовуються на рухомому складі за кордоном.

Вітчизняна промисловість має певний досвід споруди тепловозів і вагонів на пневматичних ресорах. Успішно пройшли експлуатаційні випробування дослідні тепловози серії 2ТЕ116, 2ТЕ10Л, пасажирські вагони моделі 68-7041і ін.

Одним з основних елементів пневматичної ресори є гнучка оболонка, від міцності якої залежить надійність транспортного засобу в цілому.

На теперішній час створено нові полімерні матеріали, які значно перевищують за своїми властивостями матеріали на основі гуми із кордом. Тому актуальною є задача втілення таких полімерних матеріалів на транспортних засобах з метою підвищення рівня їх технічного стану.

За допомогою ЕОМ із використанням сучасного кінцево-елементного пакету системи SolidWorks проведено дослідження міцності та деформування одного із варіантів конструкції гнучкої оболонки для дизель - поїзда при наступних вихідних даних: статичний тиск повітря в пневморесорі 0,5 МПа, модуль пружності матеріалу оболонки марки «адіпрен 100» варіювався від 26 МПа до 72 МПа, припустиме напруження на розрив приймалося 30 МПа, вертикальне навантаження на пневморесору 120кПа, товщина гофри варіювалась в межах 8-12 мм.

Результати дослідження виявили, що при збільшенні радіусу гофри гнучкої оболонки напруги в її матеріалі зростають за лінійним законом, якщо модуль пружності матеріалу наближається до максимального (70 МПа). При менших значеннях модуля пружності (25 - 40 МПа) вони залишаються майже незмінними при радіусах гофри до 50 мм, але потім зростають також за лінійним законом. Напруження в матеріалі оболонки при обраних вихідних даних не перевищують їх припустимих значень, а коефіцієнти запасу складають не менше 3 при товщині гофри 8 мм.

При радіусах гофри більшими ніж 70 мм напруги стають незалежними від модуля пружності матеріалу.

Деформації гофри істотно залежать від модуля пружності, тому при проектуванні пневморесори для її оболонки доцільно обирати матеріал із найбільшим з можливих модулем пружності, щоб уникнути торкань гофри до близько розташованих частин візка або кузова дизель-поїзда, а товщину гофри рекомендується призначати в межах 8 - 9 мм.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ "ОСОБЫХ ЗОН" РАБОТЫ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ С ДИФФЕРЕНЦИАЛОМ "НА ВЫХОДЕ" НА ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА

Митцель Н.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Активное внедрение двухпоточных гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) на зарубежных, а с 2014 года и на отечественных тракторах производства ПАО "ХТЗ", требует досконального теоретического и практического изучения рабочих процессов в трансмиссии. Одним из путей повышения технико-экономических показателей (ТЭП) колесных и гусеничных сельскохозяйственных тракторов, оснащенных ГОМТ с дифференциалом "на выходе", является согласование оптимальных режимов работы трактора с основными технологическими скоростями сельскохозяйственных работ еще на стадии проектирования трансмиссии.

"Особая зона" работы ГОМТ – это зона нулевого КПД гидрообъемной передачи, работающей в составе двохпоточной трансмиссии, когда обе гидромашины, регулируемый гидронасос и нерегулируемый гидромотор, одновременно работают в насосном режиме на компенсацию собственных объемных и механических потерь. Вопросу "особых зон" не уделено достаточного внимания отечественными и зарубежными исследователями, однако именно в этих режимах достигается наивысший КПД трансмиссии и технико-экономические показатели трактора могут быть повышены за счет работы в этих режимах.

В работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований. Согласно теоретических исследований максимальный КПД трансмиссии достигается при остановленном вале гидромотора, однако данный режим является нестабильным. Реальный коэффициент сопротивления движению трактора изменяется (следовательно, изменяется давление нагрузки ГОП) относительно некоторого табличного значения, характерного для технологической операции, в силу различной влажности и твердости почвы на участках, уклонов поля и т.д. Таким образом, в гидросистеме будут наблюдаться гидроудары, имеющие место при смене знака скорости гидромотора, что негативно отображается на ресурсе ГОП.

Проведенные стендовые и натурные эксперименты, подтвердили минимум тепловыделения ГОП в "особых зонах" и наивысший КПД при остановленном вале гидромотора. Однако реализовать данный принцип для ГОП с гидромеханическим управлением сложно, ведь необходимо четкое позиционирование наклонной шайбы гидронасоса водителем, поэтому в полной мере предложенная разработка будет воплощена на тракторах с электро-пропорциональным управлением ГОП.

СПРОЩЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ ПОРШНЯ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ ДИЗЕЛЯ

Нестеренко І.О., Пильов В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Поршень є однією з найбільш термонапружених деталей двигуна. Зі зростанням форсування двигуна ускладнюється задача з забезпеченням міцності кромки камери згоряння поршня.

Аналіз робіт в області забезпечення надійної роботи поршня свідчить, що практично всі випадки порушення фізичної надійності пов’язують з порушенням умов експлуатації або з відхиленням роботи систем охолодження та змащення. Але при цьому підкреслюється, що розтріскування кромки камери згоряння поршня у форсованих дизелях спостерігається навіть при дотриманні всіх експлуатаційних вимог. У зв'язку із зазначеним актуальним є напрям дослідження щодо міцності кромки камери згоряння поршня протягом заданого ресурсу на стадії проектування, без тривалого доведення та моторних випробувань.

При проектуванні поршня в САПР пропонується враховувати дві суперечливі тенденції. Перша пов’язана зі зменшенням запасів міцності матеріалу. Другу пов’язують із прискоренням самого процесу проектування, який передбачає облік сукупності перехідних процесів дизеля під час експлуатації.

Для моделювання змінюваного в перехідному процесі термонапруженого стану поршня рекомендується використання керуючих функцій, що змінюють в часі значення граничних умов 3-го роду задачі теплопровідності. Отримання таких функцій являє собою окрему трудомістку і наукомістку задачу.

У зв'язку з цим на початкових стадіях проектування поршня в САПР нами запропоновано використання ступінчатого закону зміни граничних умов. Розрахункове дослідження виконано для дизеля 4ЧН12/14. Встановлено, що новий температурний стан конструкції встановлюється на 1 хв. (30%) раніше в порівнянні з експериментальним дослідженням. Такий підхід суттєво спрощує аналіз конструкції поршня на початкових стадіях його проектування та не суперечить концепції гарантованого забезпечення ресурсної міцності.

Подальший напрям робіт пов’язано з оцінкою додаткового запасу ресурсної міцності при використанні спрощеної методики.

ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОМУ ІНЕРЦІЙНОМУ НАКОПИЧУВАЧІ ПРИ ЙОГО РОБОТІ НА БОРТУ ПРИМІСЬКОГО ЕЛЕКТРОПОЇЗДА

Овер'янова Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електромеханічний інерційний накопичувач енергії являє собою поєднання маховика (акумулятора) і системи електромеханічного перетворення енергії (СЕМПЕ) у вигляді оберненої машини постійного струму зі збудженням від постійних магнітів і напівпровідниковим комутатором. Накопичувач інтегровано у систему тягового електроприводу приміського електропоїзду, який працює у циклі «гальмування – стоянка – розгін».

При роботі інерційного накопичувача в ньому виникають втрати енергії. Оскільки накопичувач складається з кільцевого маховика, електричної машини і напівпровідникового перетворювача, то свій внесок у сумарне значення втрат енергії вносить кожна з систем.

В інерційному накопичувачі мають місце втрати двох категорій: електричні і механічні. Зазначені види втрат різним чином залежать від швидкості обертання ротора, а також від струму навантаження.

Електричні втрати складаються з основних втрат, що виникають при протіканні струму по котушкам обмотки якоря, додаткових, які включають в себе втрати від дії вихрових і циркуляційних струмів, а також комутаційних втрат, які обумовлені наявністю напівпровідникових силових ключів у інверторах струму. Методи їх визначення добре відомі. Що стосується охолодження обмотки якоря, то тут, у зв'язку з тим, що вона знаходиться в статичному стані, можна застосовувати рідинне охолодження.

Механічні втрати складаються з втрат в підшипниках, які залежать від типу підшипників, стану поверхонь, виду мастила, і аеродинамічних втрат. Аеродинамічні втрати обумовлені силами внутрішнього тертя, які виникають при обертанні ротора накопичувача за рахунок передачі кількості руху молекулам повітря. З метою зменшення величини аеродинамічних втрат СЕМПЕ з маховиком розташовано у вакуумному кожусі, в якому нагнітається і підтримується тиск на рівні 130 Па.

Встановлено, що в режимі гальмування поїзда при запасанні енергії накопичувачем механічні, додаткові електричні та динамічні комутаційні втрати зростають, а основні електричні і статичні комутаційні – зменшуються. У режимі розгону поїзда при видачі енергії накопичувачем в систему тягового електроприводу механічні, додаткові електричні і динамічні комутаційні – зменшуються, а основні електричні і статичні комутаційні втрати потужності зростають.

У підсумку, коефіцієнт корисної дії СЕМПЕ – величина змінна, його характер буде визначатися тим, якою мірою в процесі виконання накопичувачем своїх функцій будуть змінюватися потужність, що підводиться та відбирається, і втрати.

КОНВЕРТАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ

Осетров О.О., Журавльов В.І, Гуржій О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростання цін на традиційні енергоносії та погіршення екології навколишнього середовища зумовлюють актуальність проблеми використання у двигунах внутрішнього згоряння альтернативних палив (АП).

Перспективи використання того чи іншого альтернативного палива пов'язані з його моторними властивостями, екологічністю, наявністю сировинної бази для виробництва, розвиненістю інфраструктури, тощо. Комплексний аналіз перспектив АП проводять за методом дослідження життєвих циклів його виробництва та застосування. Проведений аналіз показав, що гарні перспективи в умовах екологічної, економічної та енергетичної криз має генераторний газ.

Розроблено математичну модель робочого процесу двигуна з іскровим запалюванням суміші і якісним сумішоутворенням, що працює на рідких і газових сумішевих паливах довільного компонентного складу. Перевірено адекватність математичної моделі при розрахунках робочого процесу автомобільного двигуна.

Проаналізовано параметри відомих газифікаторів різних конструктивних схем. Показано, що найкращі експлуатаційні показники за умов газифікації органічної сировини має газифікатор зі зворотнім процесом.

Проаналізовано показники робочого процесу автомобільного двигуна при використанні бензину і генераторного газу, що отримано зворотною газифікацією дров'яних цурок. Показано, що номінальна потужність двигуна при його конвертації для роботи на генераторному газі зменшується у 2,5 рази.

Запропоновано 2 концепції використання генераторного газу в ДВЗ – «окремо бензин-газ» і «одночасно бензин-газ». Згідно з першою концепцією генераторний газ використовується на режимах малих навантажень, як основне паливо. При збільшенні навантаження система перемикає двигуна на живлення бензином. За другою концепцією генераторний газ використовується у якості домішки до повітря на усіх режимах. При цьому доля генераторного газу на режимах малих навантажень зменшується.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОДЪЕМНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕССТУПЕНЧАТЫХ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Островерх А.О.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Постоянная добыча нефти и газа ведет к увеличению их глубин залегания, что в свою очередь приводит к повышению веса труб, по которым добываются соответствующие виды топлива. Каждая скважина требует своевременного обслуживания, основным видом которого является плановые ремонтные работы. Для выполнения поставленной задачи используются специальные установки подъемные автомобильные.

На территории Украины разработчиками и производителями данных мобильных машин является Харьковский завод транспортного оборудования (ХЗТО), выпускающий на шасси автомобилей КрАЗ установки подъемные автомобильные типа УПА-60, УПА-80ПХ, осуществляющие подъем и опускание колонны из труб весом 60 и 80 тонн. Основные операции, выполняемые на базе шасси автомобиля, это трогание с места и подъем колонны из труб, а также процесс опускания, осуществляемый под действием собственного веса.

В связи с постоянной добычей нефти и газа, возможность подъема и опускания колонны из труб весом до 100 тонн при минимальном изменении характеристик существующей установки, требует разработки новых трансмиссий, которые обеспечат долговечность работы установки и удовлетворят всем требованиям, является актуальной задачей.

Проанализировав установки подъемные автомобильные, бывшего СССР, России, США, Германии, Украины, следует, что они предназначались для освоения текущего и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин, и обеспечивают проведение следующих операций: переезд от скважины к скважине; монтаж – демонтаж на скважине; спускоподъемные операции.

Исследовав такой вид трансмиссий как гидрообъемно – механическая трансмиссия (ГОМТ), которые в основном используются в трансмиссиях гусеничных машин и колесной сельскохозяйственной техники в странах Западной Европы и США, можно сделать вывод о том, что использование ГОМТ в других видах машин является перспективным направлением.

Поэтому в данной работе выполнен динамический анализ предлагаемых схем ГОМТ при выполнении ремонтных операций «спуск – подъем» на скважине.

Для этого составлены и проанализированы математические модели предлагаемых схем ГОМТ.

МЕТОДИ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ВІД ВИРОБНИЧОГО ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ В ЦЕМЕНТНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Параняк Н.М.
Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів

Одним із видів промисловості, що є джерелом надходження пилу у атмосферне повітря і становить значну екологічну небезпеку є будівельна промисловість. Зокрема, гостро стоїть питання забезпечення екологічної безпеки в містах, у межах яких розташовано об'єкти будівельного виробництва.

З кожним роком збільшується необхідність та потреба у виробництві великої кількості цементу, що, відповідно, призводить до збільшення рівня пиловиділення. У процесі виробництва цементу утворюється так званий виробничий пил, який в свою чергу є дуже небезпечним, як для навколишнього середовища, так і для людей, що безпосередньо працюють на даному виробництві. Існуючі засоби та методи очистки повітря від пилу не в змозі довести викиди шкідливих речовин до нормованих значень, особливо для дрібнодисперсних фракцій пилу розміром меншим за 5 мкм.

З вищенаведеного випливає, що проблема зниження концентрацій дрібнодисперсного пилу в процесах його очищення є актуальною і потребує негайного вирішення.

Було проведено ряд досліджень, а саме – визначено основні джерела забруднення довкілля в процесах виробництва цементу; досліджено характеристики пилу як чинника формування екологічної небезпеки цементного виробництва, а також запропоновано та впроваджено нові методи очистки повітря від дрібнодисперсного пилу.

З метою підвищення ефективності роботи в існуючих системах очищення повітря від виробничого пилу було проведено експериментальні дослідження розроблених нових конструкцій пиловловлювачів, які довели переваги запропонованих пиловловлювачів перед циклоном ЦН-11, тому циклони ЦН-11 були замінені запропонованою конструкцію апарата з попередньою очисткою. Випробування дослідно-промислової установки в промислових умовах підтвердили високу ефективність очистки повітря від дрібнодисперсного пилу. Ефективність пиловловлювачів визначалась відношенням ваги пилу, вловленого в бункері пиловловлювача, до ваги пилу, який входить в апарат, за період досліду. У конкретному випадку до застосування запропонованих апаратів ефективність уловлення цементного пилу в циклоні ЦН-11 складала 86,5 %, а після впровадження апарату нашої конструкції ефективність уловлення складала 98,5 %, що дозволило довести викиди до норм ГДВ і ГДК.

Таким чином, впровадження нових методів очистки повітря від дрібнодисперсного виробничого пилу є комплексним вирішенням еколого-гігієнічних проблем цементної галузі, що дасть змогу оптимізувати та цілеспрямовано керувати процесом оздоровлення довкілля і зміцнення здоров'я населення.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, НЕ ОБОРУДОВАННЫХ АБС, ЗА СЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ТОРМОЗНЫХ СИЛ

Подригало М.А., Назаров В.И., Назаров А.И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

Запорожский автомобилестроительный завод, г.Запорожье

В работе рассматриваются вопросы, связанные с повышением тормозной эффективности эксплуатируемых легковых автомобилей и стабильности функционирования их тормозных систем, не оборудованных электронными системами слежения за процессом торможения.

Значимость определенного эксплуатационного свойства зависит от условий, в которых данное свойство проявляется, т.е. от условий эксплуатации.

В наибольшей степени на эксплуатационные свойства легковых автомобилей влияют дорожные условия. К ним относят: элементы профиля и плана дорог, рельеф местности, вид и ровность покрытия, интенсивность и режим движения по дороге, которые и определяют предельные значения установившегося замедления и тормозного пути автомобиля.

Так как условия эксплуатации легковых автомобилей существенно влияют на их тормозные свойства, то это необходимо учитывать с целью обеспечения необходимой эффективности торможения и функциональной способности тормозных систем в конкретных условиях эксплуатации.

Это влияние связано с недоиспользованием предельных тормозных сил на колесах обеих осей автомобиля, что в свою очередь связано с неполной реализацией их вертикальных реакций в каждом из эксплуатационных случаев.

Для обеспечения максимально полной реализации сцепного веса на колесах автомобиля, а, следовательно, и повышения эффективности выполняемых торможений, предлагается внедрить в тормозную систему эксплуатируемых легковых автомобилей специальные устройства [1], отслеживающие изменение вертикальных нагрузок на колесах передней оси автомобиля, что в результате обеспечит реализацию предельно необходимой тормозной силы на колесах задней оси. Такое решение обеспечит и более стабильные тормозные силы на всех колесах автомобиля в эксплуатационных условиях. Установка системы «Эффект» [1] на один легковой автомобиль семейства Lanos по данным ПАТ ЗАЗ составляет 3776 грн.

Литература:

1. Пат. №76189 Україна, МПК 2006.01, B60T 8/24. Пристрій для підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів / [Подригало М.А., Назаров В.І., Назаров О.І., Назаров І.О.]; заявник і патентотримач Харків, національний автомобільно-дорожній університет № u2012 07284; заявл. 15.06.2012; опубл. 25.12. 2012, Бюл. №24.– 4с.

СПОСІБ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄМНОЮ ПОДАЧЕЮ ПНВТ АКУМУЛЯТОРНОЇ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЯ

Пожидаєв І.Г., Прохоренко А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Виробництво вітчизняних дизельних двигунів має стриманий розвиток з огляду на відсутність паливних систем, які б могли забезпечити потрібний рівень інтенсифікації паливоподачі – високий тиск впорскування палива та невелику його тривалість. В свою чергу з інтенсифікацією процесу паливоподачі напряму пов'язане виконання жорстких вимог міжнародних стандартів до екологічної безпеки відпрацьованих газів та до рівня економічності сучасного дизеля. Таким вимогам, що є доведеним фактом, відповідають тільки акумуляторні паливні системи з електронним керуванням.

Але в акумуляторних системах паливоподачі частина потрібної для їх приводу механічної енергії безповоротно втрачається внаслідок нагнітання паливним насосом високого тиску (ПНВТ) надлишкового палива до акумулятора, яке повертається до паливного бака. Це призводить до значного зниження механічного ККД двигуна, особливо на часткових режимах роботи. Зважаючи на це, важливими з точки зору покращення ефективності дизеля є заходи щодо зменшення механічних втрат на привід такого ПНВТ шляхом керування його подачею.

У роботі представлено оригінальну конструкцію регульованого ПНВТ (рис. 1), яку розроблено на базі серійного насосу дизеля 2ДТ (2ЧН 8,8/8,2). Важливою особливістю конструкції є наявність електромагнітного актюатора, який дозволяє керувати подачею секцій шляхом зміни активного ходу плунжера.

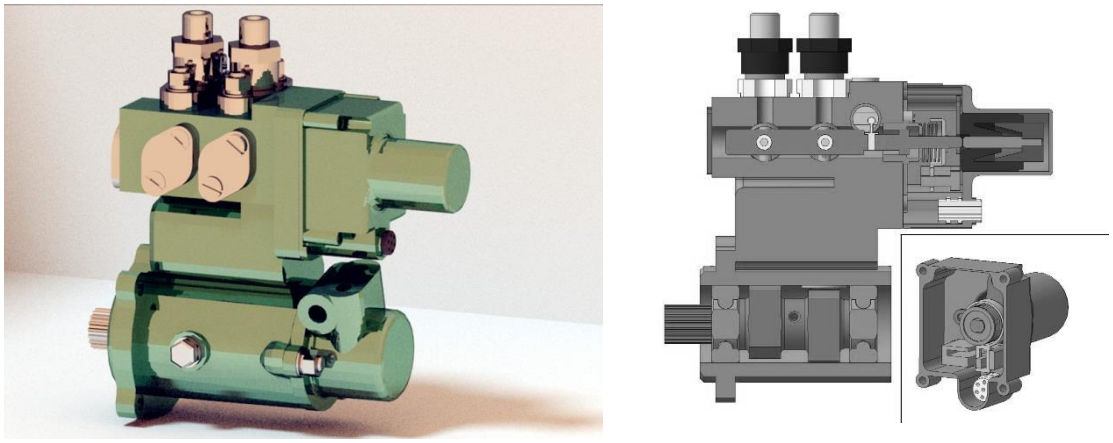


Рисунок 1 – Паливний насос високого тиску з електромагнітним актюатором

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВЗ

Поливянчук А.П.,Пасічник М.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З ростом числа автомобілів на дорогах зростає негативний вплив транспорту на навколишнє середовище. Обмежити цей вплив в країнах ЄС намагаються введенням жорстких норм, що регулюють максимальну кількість забруднюючих речовин, що викидаються транспортними засобами у повітря.

Введення норм викидів в першу чергу мотивується якістю навколишнього нас повітря, яке з кожним роком викликає все більші тривоги. Звичайно, сучасний автомобіль незрівнянно менше забруднює навколишнє середовище і менше споживає палива, ніж це було навіть 10 років тому, - прогрес є. Найбільш, шкідливим та завдає проблем ,що до його нейтралізації – є оксид азоту. Що року норми викидів токсичних речовин ,в тому числі і NOx,становляться нижчими. Виробники ,щоб відповідати цим нормам змушенні вдаватися до нових винаходів систем нейтралізації.

Щоб досягти вимог Euro 4/5 впровадили систем рециркуляції вихлопних газів (EGR / AGR) та системи селективної каталітичної нейтралізації (Selective Catalytic Reduction, SCR),що суттєво зменшують викиди NOx. Сьогодні використовуються дві системи.

У роботі представлені обидві системи нейтралізації оксидів азоту NOx,як система EGR так і SCR. Проведено аналіз самих систем , висвітленні їх позитивні та негативні сторони, а саме: з конструкційної точки зору технологія EGR (Exhaust Gas Recirculation) дещо простіше, ніж SCR, і, що важливо, відчутно дешевше. Але, на жаль, норми Euro 5 набагато легше досягти, використовуючи SCR; до переваг EGR відносяться низька вартість придбання і відсутність необхідності заправки реагентом, що проявляється у великій популярності системи у власників особистого транспорту.

АНАЛИЗ НДС ПЕРЕХОДНОЙ КРИВОЙ ЗУБЬЕВ ЭВОЛЮТНЫХ ПЕРЕДАЧ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Протасов Р.В., Устиненко А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Повышение нагрузочной способности зубчатых передач при одновременном улучшении их массогабаритных характеристик является актуальной задачей современного машиностроения. Наиболее распространенные эвольвентные зубчатые передачи практически исчерпали возможности увеличения передаваемой мощности на единицу массы и объема, как по механическим свойствам материалов, так и по геометрическим параметрам зацепления.

Одним из путей решения данной задачи является применение зацепления с выпукло-вогнутым контактом (ВВК) зубьев. А.И. Павловым было разработано семейство зацеплений с ВВК, названное им эволютным. ВВК обеспечивает снижение контактных давлений в полюсе зацепления, что позволяет уменьшить габариты и модуль передачи. Однако его уменьшение может привести к превышению предела изгибной прочности зуба.

Начальными условиями для анализа изгибных напряжений является уравнение переходной кривой для каждого исходного контура. Современные CAD системы позволяют построить параметрическую твердотельную модель пары зубчатых колес. Используя твердотельную геометрию, в CAE системах создается конечно-элементная модель. На основании начальных условий нагружения и закрепления определяется напряженно-деформированное состояние зубчатого зацепления.

Для набора исходных эволютных контуров в программе PTC/Creo построены параметрические твердотельные модели. Также, для сравнительной оценки изгибных напряжений, построены модели эвольвентных зубчатых колес с аналогичными параметрами зацепления.

В программе ANSYS Workbench построены конечно-элементные модели зубчатых колес. В прикорневой зоне создана область с меньшим размером конечных элементов, что позволило получить точную картину распределения напряжений в корне зуба. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния и выполнено сопоставление напряжений в корне эволютного зуба и аналогичного эвольвентного.

Результатом проведенных исследований являются рекомендации по выбору модуля эволютной передачи при заданном крутящем моменте.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Прохоренко А.А., Карягин И.Н., Видлога Д.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В современном сельском хозяйстве страны основным источником энергии является дизельный двигатель, работающий на топливе нефтяного происхождения.

В этой связи большой практический интерес представляет изыскание альтернативных видов топлив. Одним из них может быть рапсовое масло.

Поэтому актуальной задачей является улучшение экологических и экономических показателей двигателя при использовании топлив, производимых из возобновляемых сырьевых ресурсов.

По результатам исследования, проведенным на кафедре ДВС НТУ «ХПИ» видно, что метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) может использоваться в двигателях, как в чистом виде, так и в смеси с дизтопливом. Смешанное топливо не оказывает влияние на эффективный коэффициент полезного действия (КПД) дизеля, но удельный эффективный расход топлива при увеличении процента МЭРМ в топливной смеси растет. Также следует отметить, что максимальный КПД достигается с углом опережения впрыскивания топлива несколькими меньше, чем при работе на дизельном топливе.

Во время экспериментальных стендовых испытаний измерялось содержание в отработавших газах таких компонентов: оксида азота, монооксидов углерода и несгоревших углеводородов. Результаты показали, что повышение содержимого биотоплива в смеси приводит к увеличению концентрации оксидов азота в отработавших газах. При использовании чистого биотоплива концентрации оксида азота в ОГ увеличивается на 26…32%. Также, увеличение концентрации МЭРМ приводит к незначительному уменьшению монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов, дымности ОГ дизеля.

Однако при использовании МЭРМ, в качестве топлива для дизеля, необходимы регулировочные мероприятия. А именно: оптимизация угла опережения и давления начала впрыскивания топлива. Целесообразно, также использовать распылители с большим эффективным проходным сечением, применить катализаторы непосредственно в камере сгорания и повысить температуру стенок камеры сгорания.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРНИХ ШИН

Ребров О.Ю., Павлій В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сільськогосподарські тракторні пневматичні шини ведучих коліс здійснюють неголономний зв'язок ходової системи з ґрунтом при реалізації дотичній сили тяги. Складність процесів колієутворення, вертикального пресування ґрунту, дотичних зрушень і буксування пов'язана з фізико-механічними властивостями тракторних шин та деформованої основи. Сучасні технології виробництва тракторних шин дозволяють отримати певні резерви для підвищення техніко-економічних показників колісних тракторів. Усі конструктивні і технологічні прийоми при виробництві сільськогосподарських шин спрямовані на підвищення тягової ефективності і вантажопідйомності шин, а також зниження тиску на ґрунт. У цьому приховано певне протиріччя між підвищенням тягової ефективності шини і зниженням її впливу на ґрунт.

Тому становить інтерес ідентифікація сільськогосподарських тракторних шин для використання в математичних моделях, що описують процеси взаємодії пневматичної шини з деформованим ґрунтом. Ідентифіковані за своїми технічними і експлуатаційними показниками шини, можуть використовуватися в математичних моделях при вирішенні задач теорії трактора в статичної та динамічної постановках.

Одним з параметрів, що істотно впливає на достовірність моделювання тракторних шин, є норма шаруватості. Норма шаруватості використовується у маркуванні діагональних шин і є показником міцності каркаса, а не фактичним числом тканинних шарів в шині. Максимальні навантаження і тиск відрізняються для кожного типорозміру шин з різною нормою шаруватості.

Оскільки норма шаруватості не вказується в маркуванні радіальних шин дюймової і метричною серій виникає задача ідентифікації радіальних шин за показником норми шаруватості. Ідентифікація проводиться з використанням математичної моделі пневматичної шини, заснованої на універсальній характеристиці шини, яка враховує всі взаємозв'язки таких показників, як фізико-механічні властивості шини, радіальне навантаження, тиск повітря в шині, радіальна деформація і контурна площа плями контакту з жорсткою основою.

Критерієм достовірності ідентифікації шин прийнята контурна площа плями контакту шини з жорстким основою, яка наведена в технічній інформації на шини і каталогах світових виробників таких, як Michelin, Firestone, Trelleborg, Good Year.

СТРУКТУРА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНО-МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рикунов О.Н.[1], Набоков А.В.[2], Мазур И.В.[2], Ткачук Н.А.[2], Белов Н.Л.[3], Шейко А.И.[3]

[1]Национальная академия Национальной гвардии Украины
[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
[3]ГП «Завод им. В. А. Малышева», г. Харьков

Современные системы типа ADAMS, Nastran, ANSYS предоставляют широкие возможности для создания моделей твердотельных и деформируемых тел. В связи с этим для реализации предложенного подхода разрабатываются специализированные программно-модельные комплексы, сочетающие, с одной стороны, указанные универсальные программные средства, а с другой, – специализированные модули, которые поставляют исходные данные и управляющие команды для построения дискретизированных моделей исследуемых объектов. При этом основным результатом работы являются параметризированные численные модели, для которых входными варьируемыми параметрами являются конструктивные параметры, свойства материалов, величины и временные распределения нагрузок.

Имея в распоряжении такие модели, можно организовывать многовариантные исследования динамических процессов с целью обоснования параметров, которые обеспечивают жесткость и прочность элементов легкобронированных машин, а, соответственно, точность стрельбы, защищенность и другие компоненты их тактико-технических характеристик.

Из анализа представленных результатов можно заключить, что перед традиционным представленный подход имеет целый ряд преимуществ. Так, традиционный подход предполагает проведение предварительного этапа составления моделей согласно подходу, например, путем составления дифференциальных уравнений Лагранжа 2-го рода. При этом с достаточной степенью точности не учитываются инерционно-жесткостные свойства бронекорпуса. Кроме того, сам процесс создания таких моделей очень громоздок.

В противовес этому предложенный подход достаточно оперативно позволяет генерировать и модели, и разрешающие уравнения. В то же время его основная часть действует по принципу "черного ящика": на входе – исходные данные, на выходе – конечно-элементные модели. При этом для вмешательства в процесс моделирования остается ограниченный инструментарий. Это – потенциальный недостаток данного подхода.

В то же время решение ряда тестовых задач продемонстрировало работоспособность предложенной технологии. В будущем планируется распространить ее на решение серии задач с целью обоснования проектных параметров проектируемых легкобронированных машин, причем с учетом различных физико-механических процессов и состояний в элементах этих машин при действии разнообразных возмущений.

ДИСКРЕТНО-КОНТИНУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ПОДХОДЫ, МОДЕЛИ, ПРОГРАММНО-МОДЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Рикунов О.Н.[1], Набоков А.В[2]., Мазур И.В.[2], Ткачук Н.А.[2], Куприн С.В.[2]

[1]Национальная академия Национальной гвардии Украины,

[2]Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При создании математических моделей динамических процессов в легкобронированных машинах следует учитывать, что они могут быть представлены в виде совокупности двух компонент: континуальной и дискретной. Первая их них может быть использована для моделирования бронекорпуса. Вторая, с определенной степенью допущений, – подвески и колес.

Предлагается для получаемой дискретно-континуальной системы использовать единый подход, заключающийся в дискретизации конктинуальной части и представлении ее в виде системы с конечным числом свободы, а также в последующем подсоединении к ней дискретной части. Образуемая таким образом дискретная система может быть описана, например, с использованием дифференциальных уравнений Лагранжа II рода.

В таком случае разрешающая система уравнений принимает вид:

$$M\ddot{x} + K\dot{x} + Cx = F(t),$$

где M, K, C – матрицы масс, демпфирования и жесткости; x – объединенный массив степеней свободы, с одной стороны, дискретизированной континуальной, а с другой, – дискретной части исследуемой системы; F – массив обобщенных нагрузок, соответствующих компонентам массива x.

Такой подход достаточно продуктивен, так как позволяет естественным образом "наращивать" конечно-элементные модели континуальной части системы, для построения которых целесообразно применять инструментарий современных мощных САЕ систем. Таким образом, можно менять местами этапы составления разрешающих уравнений и их дискретизации, сначала начиная с процедуры дискретизации, а затем – генерируя разрешающую систему уравнений. Этим достигается значительное повышение оперативности и эффективности исследований.

ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рикунов О.Н.[1], Набоков А.В.[2], Мазур И.В.[2], Ткачук Н.А.[2], Танченко А.Ю.[2], Васильева Т.А.[2]

[1]Национальная академия Национальной гвардии Украины,
[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Существующие проектируемые современные легкобронированные машины вооружаются боевыми модулями, оснащенными скорострельными малокалиберными артиллерийскими системами. Они характеризуются высоким темпом стрельбы и значительным уровнем реактивных усилий отдачи. Вследствие этого упругие элементы корпуса, подвески и колес деформируются, что вносит возмущение в номинальное направление оси канала ствола пушки на цель, а также влияет на прочность этих элементов. В связи с этим в ряде работ были предложены подходы к построению математических моделей для исследования возникающих динамических процессов. Вместе с тем в этих работах не учитываются все значимые факторы, оказывающие влияние на моделируемый процесс. В частности, отдельно рассматриваются инерционно-жесткостные свойства бронекорпуса, подвески и шины. В то же время требования адекватности, точности и достоверности требуют применения более подробной детализации создаваемых моделей.

Целью работы является разработка подходов к созданию комплексных математических и численных моделей динамических процессов для исследования реакции легкобронированной машины на действие серии импульсных усилий при осуществлении выстрелов из боевых модулей, оснащенных скорострельными артиллерийскими системами. Данный подход является развитием и обобщением ряда предыдущих работ, однако в более общей постановке. Основным достоинством предложенного подхода является автоматизация процесса создания моделей и проведения исследований, а также анализа их результатов.

Предложенный подход применим также и к другим машиностроительным конструкциям в ходе исследования их напряженно-деформированного состояния, динамических и прочностных характеристик.

ГОМТ МНОГОКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Самородов В.Б., Деркач О.И., Шуба С.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

К современным многоколесным транспортным средствам предъявляются повышенные требования по маневренности и удобству управления. Классические технические решения с применением механических и гидромеханических трансмиссий уже практически исчерпали свои возможности по удовлетворению данных требований, поэтому необходим поиск альтернативных решений, в том числе в среде смежных по назначению транспортных средств.

Как правило, серийно производимые многоколесные транспортные средства используются в качестве машин специального назначения. Это армейские колесные БТР, спецмашины для транспортировки ракетных комплексов и т.п. БТР-60/70/80 производства СССР/России используют в своих трансмиссиях узлы на базе дешевых автомобильных механических агрегатов. БТР производства стран NATO и Украины и семейство машин на его базе) снабжены трансмиссиями с использованием гидромеханических коробок передач со встроенной гидродинамической передачей. Управление поворотом данных машин выполнено по автомобильному принципу, коробки передач ступенчатые и имеют ручное и/или автоматическое управление.

В работе представлен анализ возможности установки ГОМТ гусеничного транспортного средства в машину типа БТР-4, встроив ее вместо штатных коробки передач и коробки раздаточной. Передачу мощности к ведущим колесам предлагается передавать по бортам в соответствии с так называемой Н-образной схемой, при этом сделаны соответствующие выводы.

В результате анализа полученных данных выяснилось, что использование ГОМТ на многоколесных транспортных средствах полностью оправдано и отвечает всем современным требованиям для машин данного класса. Причем ГОПы используются не только в прямолинейном движении, но и в повороте.

Поворот БТР с ГОМТ как в чистом виде, так и в сочетании со штатной рулевой системой является предметом дополнительного исследования. Особенный интерес вызывает изучение процесса поворота в точках синхронизированного переключения диапазонов и достижения максимальных скоростей переднего и заднего хода.

DEVELOPMENT OF STRUCTURES CLUTCH VEHICLES

Sergienko A.N., Sergienko N.Ye.
National Technical University
"Kharkov Polytechnic Institute", Kharkov

Currently in the transmission of traction and transport vehicles are widely used mainly dry friction, permanently closed clutch. A feature of the design is that the compressive force of the friction pairs in the transmission torque by means of springs of various designs. When you turn off the clutch driver by his own efforts or by using the power of internal combustion engine, controls the clutch, which requires some physical effort and made inefficient use of engine power. Furthermore, this type of engine power clutch gearbox is transmitted to a single stream, which complicates the transmission box to the propellers torque without breaking the flow of power.

Wet, constantly-closed clutch due to the complexity designs, high cost is currently not widely received.

Today, developing design options dual-clutch transmission, the use of which improves the dynamics of dispersal vehicles reduces fuel consumption due to high efficiency and torque transfer to the propellers without breaking the flow of power. Analysis of options impermanent closed clutches, created by experts from renowned German firms showed that today there is still room for improvement designs. The disadvantages of currently used wet and dry clutch is closed impermanent that is used for the operation of hydro-mechanical actuator that continually draws on the management of the power of the engine. The options under consideration are complex structure, high cost, inefficient use of energy from the motor.

The authors suggested a new, original clutch, which is characterized by simplicity of design, low-cost energy management, transmission of the two streams of power to the transmission, low cost of maintenance and repair. The proposed technical solution is protected by security documents.

Using the proposed clutch on vehicles will improve the technical and economic performance of vehicles, driver's working conditions and reduce the cost of its maintenance and repair.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Сергиенко А.Н., Любарский Б.Г., Медведев Н.Г., Сергиенко Н.Е., Соболев Е.Ф.[1]

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Харьковский автомобильно-дорожный техникум[1], г. Харьков

Источниками энергии на самоходных транспортно-тяговых средствах является топливо, электрическая энергия и другая, запасенная на накопителе и сама машина за счет использования или рекуперации её потенциальной и кинетической энергий. Повышение эффективности её использования возможно за счет снижения потерь в приводных устройствах, использования рекуперации на накопитель, повышения точности регулирования рабочих параметров систем и вспомогательным оборудованием, согласования работы вспомогательного оборудования с режимами движения транспортного средства, управления работой и загрузкой приводов механизмов и движителей в зависимости от условий движения, заменой отдельных традиционных приводов и элементов конструкции на более простые в управлении (например на электромеханические) и др.

Авторами для решения поставленной задачи предложено использовать в подвеске транспортных средств линейный трехфазный электромеханический преобразователь-амортизатор. Разработанная конструкция и система управления электроамортизаторами оригинальная и защищена патентом на изобретение.

Результаты исследований показали эффективность предлагаемого варианта конструкции при движении транспортного средства по дорогам с различными видами неровностей. Оценена эффективность работы при варьировании параметров конструкции и управляющий воздействий на преобразователь. Рассмотрены перспективы использования предлагаемого электропреобразователя при подрессоривании других узлов машины, в устройствах стабилизации положения кузова транспортного средства, разгрузки колес при преодолении препятствий на скорости.

Для улучшения показателей транспортного средства разработаны алгоритмы управления приводами вспомогательного оборудования в зависимости от режима движения машины и состояния системы. Изготовлен и испытан вариант устройства на легковом автомобиле 2 класса.

Полученные результаты подтвердили улучшение технических показателей исследованных машин.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ УХУДШЕНИИ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Сергиенко Н.Е., Шуклинов С.Н.[1], Маренич А.Н., Сергиенко Н.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет[1]
г. Харьков

Проблема безопасности водителя, пассажиров и других участников движения является актуальной задачей. В Украине, США и других странах в период с 2012 г. по 2014 г. могли произойти крупные аварии, причиной которых было внезапное ухудшение состояния здоровья водителя автобуса.

Исследования и разработки, направленные на создание автоматизированных систем для автомобилей на сегодняшний день являются наиболее актуальными в области интеллектуальных транспортных систем. Они разделяются на две подгруппы, одна занимается созданием оптимальной дорожной инфраструктуры, внедряя инновационно-коммуникативные технологии для упрощения процедуры вождения. Вторая занимается автоматизацией транспортного средства с целью устранения опасных последствий, вызванных не корректным управлением транспортным средством водителем и выявлением опасных факторов, действующих на него в процессе управления транспортным средством.

Из-за внезапных ухудшений состояния здоровья водителя и несвоевременных действий может возникнуть неконтролируемое движение автомобиля. Для того чтобы снизить риск возникновения аварийной ситуации в таких случаях, рационально оборудовать автомобиль системой автоматического торможения и остановки, управляемой системой, контролирующей изменение состояния здоровья водителя.

Авторами разработана система экстренной остановки автомобиля, которая обеспечивает решение указанной выше задачи.

Для выбора параметров системы и определения законов управления в универсальной интегрированной среде MATLAB/Simulink разработана имитационная модель, которая позволяет исследовать процесс экстренной автоматической остановки автомобиля. Входной сигнал на исполнительные элементы тормозной системы автомобиля выдает разработанное авторами оригинальное устройство оценки изменения состояния здоровья водителя, работоспособность которого апробировано на различных автомобилях и тракторах. Натурный образец испытан также в лабораторных условиях и учреждениях здравоохранения г. Харькова. Моделирование процесса экстренной остановки основано на уточненной модели торможения автомобиля, теоретические основы которой разработаны специалистами ХНАДУ.

По результатам моделирования возможна оценка эффективности, работоспособности схемы, конструкции при различных параметрах автомобиля.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ УПРУГОГО СЛОЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ДАВЛЕНИЙ ПРИ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ТЕЛ

Скрипченко Н.Б.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Характер распределения контактных давлений обусловливает величины и картины распределения перемещений точек взаимодействующих деталей как гладких или шероховатых упругих тел. Это, в свою очередь, влияет на жесткость исследуемого узла, что влечет за собой, например, обеспечение или необеспечение точности выполнения технологической операции. Соответственно, при проектировании таких элементов машин важным является определение напряженно-деформированного состояния в сопряжении упругих деформируемых тел с учетом их контактного взаимодействия.

Дополнительным фактором, усложняющим модель контактного взаимодействия, является наличие шероховатости, искажающей картины распределения контактных давлений. В работе использовалась модификация метода граничных интегральных уравнений для исследования влияния наличия шероховатости на распределение контактных давлений сложнопрофильных тел. шероховатость моделировалось с помощью упругого слоя Винклера.

Исследованы, в частности, контактные давления в сопряжении тел, зазор между которыми описывается суммой степенных функций от координат точек в общей касательной плоскости к этим телам.

Были определены зависимости влияния податливости винклерова основания λ на контактные площадки S и давления p. Полученные распределения контактных давлений характеризуются значительным разнообразием, что резко отличает их от традиционных, подобных герцевским распределений. При этом в центральной точке могут наблюдаться и глобальные максимумы, и локальные минимумы, и седловые точки (в зависимости от сочетаний различных параметров). Максимумы же контактных давлений могут достигаться в одной, двух или четырех точках.

Предложенный инструмент численного анализа влияния упругого основания на контактное взаимодействие сложнопрофильных тел позволяет решать задачи отыскания распределения контактного давления и контактных площадок с высокой точностью для широкого множества вариантов сопрягаемых поверхностей контактирующих деталей машиностроительных конструкций.

ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ І КАВІТАЦІЙНО-ЕРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Слобожанський І.Й. [1], Литвин С.Н. [2], Манзюк В.Н. [1]

[1] Первомайський політехнічний інститут Національного университету кораблебудування імені адмірала Макарова

[2] ООО «Мотортех», м. Первомайськ

Захист поверхонь деаталей від кавітаційно-ерозійного руйнування є важливою технічною задачею. В першу чергу захисту потребують проточні частини насосів, тонкостінних втулок робочих циліндрів та інших елементів систем охолодження в першу чергу тих, що працюють в морській воді чи інших агресивних середовищах. На даний час для подібних деталей використовують дорогі дефіцитні матеріали такі як бронза та латунь.

При кавітаційно - ерозійному зношенні руйнуються в першу чергу поверхневі шари деталей. При окисненні захисну функцію виконує окисна плівка, яка розділяє середовище і метал та запобігає взаємодії між ними. Але така плівка швидко руйнується при кавітації, яка часто виникає в системах охолодження.

Встановлено, що показники кавітаційно-ерозійної стійкості матеріалів суттєво залежать від складу і корозійної активності середовища.

Кількісна оцінка корозійного руйнування при корозійно-ерозійному зношувані дозволила встановити, що струм корозії при дії ультразвукової кавітації в 3 % розчині NaCl майже на порядок вище струму корозії в статистичних умовах для чавуну СЧ-18 і на два порядка для сталі 45.

Проведені дослідження показали, що для підвищення корозійної і кавітаційної стійкості чавунів і вуглецевих сталей ефективне поверхневе легування хромом, термодифузійне хромування і хромотитанування.

Випробовування показали, що зносостійкість зразків з сірого чавуна СЧ18-36 поверхнево легованих хромом зросла в 3 рази, термодифузійно хромованих в 5 раз. Для сталі 20 з термодифізуйним покриттям хромом в 4 - 6 разів.

Виконані випробування показали можливість, при виготовленні деталей водяних систем суднових двигунів, заміни дефіцитних, дорогих бронзи і латуні вищезгаданими матеріалами.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ «БОЕВОЙ МОДУЛЬ–КОРПУС–ПОДВЕСКА» БОЕВОЙ МАШИНЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕАКТИВНЫХ УСИЛИЙ ОТДАЧИ ПРИ СТРЕЛЬБЕ

Танченко А.Ю.[1], Рикунов О.Н.[2], Малакей А.Н.[3],
Мазур А.Н.[1], Мазур И.В[1]., Набоков А.В.[1]
[1]Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
[2]Национальная академия Национальной гвардии Украины
[3]ГП «Завод им. В.А. Малышева», г. Харьков

Современные проектируемые легкобронированные машины вооружаются боевыми модулями, оснащенными скорострельными малокалиберными артиллерийскими системами, которые характеризуются высоким темпом стрельбы и значительным уровнем реактивных усилий отдачи. Вследствие этого упругие элементы корпуса, подвески и колес деформируются, что вносит возмущение в исходное направление оси канала ствола пушки на цель, а также влияет на прочность этих элементов.

При создании математических моделей динамических процессов в легкобронированных машинах следует учитывать, что они могут быть представлены в виде совокупности двух компонент: континуальной и дискретной. Первая их них может быть использована для моделирования бронекорпуса. Вторая, с определенной степенью допущений, – подвески и колес. Такой подход достаточно продуктивен, так как позволяет естественным образом "наращивать" конечно-элементные модели континуальной части системы, для построения которых целесообразно применять инструментарий современных мощных компьютерных инженерных систем.

Объектом исследований выступал многоцелевой бронетранспортер БТР-3Е с установленным боевым модулем вооружения "Штурм". В качестве исходных данных для задания массово-инерционных характеристик и жесткостно-демпфирующих характеристик подвески выступали результаты экспериментальных исследований. Исследовалась возможная погрешность стрельбы от степени несоответствия центра масс боевого модуля его осевому положению (вследствие постепенной выработки боекомплекта, начального конструктивного несоответствия, погрешности изготовления и т.п.).

В результате исследования были получены графики отклонения канала ствола во время осуществления стрельбы, а также диаграмма-траектория, демонстрирующая виртуальный след описываемый точкой пересечения линии канала ствола с экраном-мишенью.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NX ADVANCED SIMULATION ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ СУДОСТРОЕНИЯ

Теплицкий Л.Л.[1], Васильев А.Ю.[2], Касай Е.И.[2], Дзюба Ю.С.[2], Середа А.В.[2]

[1]Marine Design Engineering Mykolayv L.L.C - Damen Group, г. Николаев

[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При проведении проектных работ в области судостроения вопрос исследования общей и локальной прочности элементов судостроительных конструкций является крайне важным. Большая часть международных стандартов (DNV, BV, Lloyd…) для проведения проверочных расчетов предполагает использование метода конечных элементов как средства вычисления напряженно-деформированного состояния, распределения температур и пр. При выполнении расчетов необходимо обратить внимание на возможности программного пакета и интерфейс, который должен быть удобен для проведения достаточного количества работ связанных с пре- и пост-процессингом.

В этом плане имеет смысл отметить программный пакет полного цикла производства – Siemens NX. Он обладает широким функционалом создания твердотельной и поверхностной геометрии любого уровня сложности. За последующийконечно-элементный анализ созданной геометрии отвечает модуль NX Advanced Simulation, который позволяет создавать конечно-элементные модели любой сложности в различных постановках: балочные, поверхностные, твердотельные, а также в любой их комбинации. Возможность создания конечно-элементных сборок сокращает время моделирования модульных конструкций типа понтонов, платформ, доков и др, а также посекционное создание полных моделей судов, что позволяет параллельно с глобальными моделями судов моделировать отдельные конструктивные узлы в полной деталировке. NX Advanced Simulation имеет широкий набор инструментов работы с полигональными телами, для автоматического и полуавтоматического создания конечно-элементных моделей.

Таким образом, NX обладает достаточной функциональностью для подготовки задачи. В качестве же решателя могут выступать различные солверы – ANSYS, Abaqus, NASTRAN и пр. В качестве базового предлагается входящий в поставку NX Nastran, качество и функционал которого являются достаточными для выполнения множества задач. Он позволяет провести полный пакет статических и динамических прочностных анализов, в том числе с учетом физической и геометрической нелинейности, контактные задачи, а также возможность проведения анализа композиционных конструкций.

FOR THE DESIGN AND OPERATIONAL DEVELOPMENT CAR FRAME TRAILER TRANSPORT CARS

Tkachuk N.A., Sergienko N.Ye, Grabovskiy A.V., Vasiliev A.Y., Sergienko A.N., Maydanyuk V.G.[1]
National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute"
JSC "Kharkov Tractor Plant named after S. Ordzhonikidze"[1], Kharkov

Today, it is important for developers to reduce the time and cost of creating new designs. This is possible with the use of modern methods, tools, technology, design and finishing of the construction to the optimum level. Technical and aesthetic quality of design is largely determined by the above.

An important component of the construction of transport and traction machine is a frame cabin. The main function of the cab - providing living space area of the driver in case of accidents. Often with industrial design considerations performed overestimated mass margin and stiffness. On the one hand ensures the safety zone of the driver and the other material used irrationally, increasing the cost of production and operation. This significantly reduces energy absorbing capacity of the frame, and increase energy damping does not meet the required level and the law changes. This adversely affects the loading of nodes and connections of the machine in case of accidents.

Testing of construction on natural samples is expensive and requires a substantial investment of time, so it is advisable to solve the problem theoretically. State level stress-strain state, energy performance car frame is possible to investigate the finite element method using 3D models and advanced program.

In the paper the analysis of the types of models frame, loading methods and laws change loads of features fixation frame types of problem to be solved. Preliminary results. Proposals to improve the design parameters of the frame, providing protective properties, weight and the required energy absorption. Provides a method for validating theoretical results.

In this way the implementation of the proposed method and algorithm research framework allows you to: identify the most loaded parts; ensure proportional damping energy cabin upon impact in emergency situations; organize the desired pattern of change of energy damping while maintaining the area of living space.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОМ КОНТАКТЕ

Ткачук А.Н.[1], Ткачук А.В.[2]

[1]Университет Штутгарта, Германия,

[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе поставлена и решена задача создания методов анализа напряженно-деформированного состояния машиностроительных конструкций с учетом связанного термомеханического контакта их элементов по поверхностям согласованной формы. Учитывая, что в таких конструкциях часто встречаются тонкостенные элементы, а зоны контакта ограничены кромками, отдельно исследованы особенности распределения давлений и тепловых потоков вблизи границ областей контакта для оболочек и тел с угловыми точками.

Для анализа задачи в общем случае предложены новые локальная и вариационная постановки. В отличие от существующих подходов, они учитывают зависимость термического контактного сопротивления от величины контактного давления, что позволяет реалистичнее описать связанный процесс деформирования и теплопередачи в машинах, а, соответственно, более точно анализировать их конструкционную прочность.

На основе предложенных вариационных формулировок построен общий двумерный конечный элемент для решения связанных термомеханических задач. Для интегрирования полученной системы алгебро-дифференциальных уравнений предложена модификация метода Ньюмарка, позволяющая исключить нефизические осцилляции контактных величин.

Получено аналитическое решение задачи об идеальном термоупругом контакте двух клиньев произвольных углов раствора. Для решения задачи привлечен метод интегрального преобразования Меллина. Определен вид и порядок особенностей в распределении контактных давлений и тепловых потоков вблизи угловой точки, а также установлено, что порядок особенности напряжений не зависит от порядка особенности тепловых потоков. Данный результат может быть распространен на случай кромочного контакта в трехмерном случае.

Также предложен численно-аналитический метод вычленения особенности из решения дискретизированной задачи путем анализа поведения численного решения на последовательно сгущающихся вложенных сетках конечно-элементной дискретизации.

На примере задачи о контакте цилиндрической оболочки и бандажа получены аналитические решения контактной задачи о взаимодействии с жестким бандажом в широком диапазоне параметров. Установлено влияние применяемой теории оболочек на особенности распределения контактных величин и предложены новые физически мотивированные условия сопряжения тонкостенных элементов в термомеханическом контакте. С использованием этих условий был построен новый осесимметричный оболочечный контактный конечный элемент.

ЗНОШУВАННЯ, ТЕРТЯ ТА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗМІЦНЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

Ткачук М.А, Кравченко С.О., Веретельник О.В., Храмцова І.Я., Кохановська О.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зношування поверхонь тертя відбувається в результаті двох різновидів механічного зношування – абразивного і втомного. Тому довговічність і ресурс роботи колінчастих валів двигунів, в основному, визначаються двома параметрами – втомної міцністю виробу і зносостійкістю поверхні шийок. Якщо питання підвищення втомної міцності колінчастого вала і взагалі всіх елементів трибосистем двигуна вирішується значною мірою на стадії їх проектування та призначення об'ємної термічної обробки, то зносостійкість деталей повністю залежить від методів зміцнення їх поверхневих елементів.

Загальним і найбільш істотним недоліком усіх традиційних методів поверхневого зміцнення є те, що вони зводяться лише до підвищення твердості матеріалу поверхневого шару деталі. Але, як відомо, одна твердість не може однозначно характеризувати зносостійкість. В результаті цього ресурс двигунів до відправки на капітальний ремонт в реальних умовах експлуатації виявляється істотно нижче нормативного.

У роботі запропоновані підходи, моделі та отримані результати числового результату напружено-деформованого стану фрагмента колінчастого вала, обробленого методом дискретного зміцнення.

Поставлена задача зводиться до необхідності проведення багатоваріантних досліджень об'єкта складної форми з неоднорідними матеріалами при різних поєднаннях параметрів технологічного процесу. Проблема є актуальною для розробки загального методу опису розрахункових моделей складних і надскладних механічних систем, які враховують кількісні, якісні, структурні характеристики досліджуваних об'єктів. Її вирішення потребує значних обчислювальних ресурсів і нових підходів. Для цього використаний розроблений сучасний потужний програмно-апаратний комплекс для дослідження характеристик міцності і жорсткості елементів складних механічних систем.

Установлено суттєвий зв’язок процесів тертя, зношування та напружено-деформованого стану елементів машинобудівних конструкцій, що надалі може бути використано для підвищення їхнього ресурсу.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗМІЦНЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

Ткачук М.А.[1], Шеремет В.М.[1], Веретельник О.В.[1], Лабутіна Т.Р.[1], Свиридова К.М.[1], Барчан Є.М.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]НТК ПрАТ «АзовЕлектроСталь», м. Маріуполь

Результати багатоваріантних числових досліджень напружено-деформованого стану зміцнених деталей ДВЗ дозволяють зробити наступні висновки.

Розроблені комплексні скінченно-елементні моделі характеризуються адаптованістю до аналізу та синтезу принципово нових способів зміцнення елементів високонавантажених елементів двигунів внутрішнього згоряння і інших машинобудівних конструкцій, що якісно відрізняє їх від побудованих традиційними способами

Проведені числові дослідження дозволили виявити два ефекти, названі «Δ-ефект» та «σ-ефект». Перший з них полягає у позитивному характері зміни деформованого профілю у контакті зміцнюваного елементу машини зі спряженими елементами. Другий ефект полягає у створенні сприятливого залишкового напруженого стану після зміцнення досліджуваного об’єкту із застосуванням нової дискретно-континуальної технології, який після накладення на розподіл робочих напружень створює такий результуючий напружений стан, що значно дальший від небезпечного рівня, ніж для незміцнених деталей машин

На рівні мікроструктури встановлено, що контактна взаємодія здійснюється по всій площі сполучення деталей, однак нормальні зусилля передаються в основному через зони дискретного зміцнення. Внаслідок взаємного руху контактуючих деталей в зоні їх сполучення виникають зусилля тертя, які таким чином, нерівномірно у цій зоні розподіляються.

У свою чергу, нерівномірним буде і зношування. Перераховані фактори створюють позитивні тенденції у всьому комплексі трибомеханічних характеристик у зоні взаємодії деталей, одна з яких піддана дискретному зміцненню.

АНАЛІЗ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ткачук М.М.[1], Касай О.І.[1], Шеманська Н.В.[1], Борисенко С.В.[1], Киричук Д.В.[1], Дьоміна Н.А.[2], Назарова О.П.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

У роботі розв’язана задача аналізу напружено-деформованого стану (НДС) складнопрофільних елементів машинобудівних конструкцій з урахуванням контактної взаємодії по поверхнях, геометрична форма яких описується кінематичними умовами спряження.

Це зумовило особливості розв’язання задачі визначення НДС цих тіл при їх контактній взаємодії. Запропоновано для аналізу контактної взаємодії цих тіл застосувати різнорівневі за точністю та трудомісткістю моделі: модель Герца; метод граничних інтегральних рівнянь та метод скінченних елементів.

Для більш ефективного застосування цих методів розроблено способи точного визначення кривизни поверхонь цих тіл у точках взаємодії, зазору між ними та координат точок цих поверхонь. У роботі запропоновано напіваналітичний метод для визначення контактних зон та розподілу контактного тиску, а також аналітичні співвідношення для обчислення елементів матриці впливу у визначальній системі рівнянь методу граничних інтегральних рівнянь. Метод скінченних елементів при аналізі НДС досліджуваних у роботі тіл доповнюється новим алгоритмом побудови топологічно регулярних скінченно-елементних сіток.

Запропоновані моделі і алгоритми реалізовані у спеціалізованих програмно-модельних комплексах, розв’язано низку прикладних задач визначення напружено-деформованого стану елементів силових ланцюгів, кульових поршнів гідропередач, зубчастих коліс двохпараметричного зачеплення, пуансонів, штампів в контакті із заготовкою, колеса з рейкою тощо.

Отримані результати були перевірені у ході експериментальних досліджень із залученням чутливих до тиску плівок. Для комп’ютерної розшифровки картин контактних відбитків створено спеціальну програму. Установлено задовільну відповідність результатів числових та експериментальних досліджень.

Зокрема, установлена можливість реалізації розподілу контактного тиску у спряженні гладких тіл із досягненням максимуму на периферії зони контакту, а не в центрі. При цьому невідповідність величини контактного тиску не перевищує 5–7 %.

Отримані результати покладені в основу при обґрунтуванні геометричної форми і параметрів бігових доріжок гідропередач, підшипників, робочих поверхонь зубчастих передач.

КОНТАКТ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ТІЛ: ПІДХОДИ, МОДЕЛІ, МЕТОДИ

Ткачук М.М.[1], Скріпченко Н.Б.[1], Саверська М.С.[1], Середа А.В.[1], Дзюба Ю.С.[1], Іщенко О.А.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,

[2]Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Мета роботи полягає у вдосконаленні та реалізації методів розв'язання зв'язаної задачі аналізу напружено-деформованого стану з урахуванням контактної взаємодії і геометричного синтезу складнопрофільних елементів машинобудівних конструкцій на основі параметричного опису та інтеграції розрахункових моделей різного рівня.

Принципова відмінність одержаних результатів полягає у наступному:

– удосконалено метод розв'язання зв'язаної задачі аналізу НДС з урахуванням контактної взаємодії і синтезу спряжених поверхонь складнопрофільних тіл (СПТ), що відрізняється від традиційних єдиним підходом до опису геометричних і числових моделей досліджуваних тіл;

– одержав подальший розвиток метод параметричного моделювання кінематично генерованих поверхонь, який полягає в алгоритмічному описі поточних варіантів на основі розв'язання спеціальної задачі геометричного синтезу в криволінійних координатах, що дає змогу аналітично обчислювати локальні та глобальні властивості поверхонь;

– вперше запропонована методологія автоматизованого генерування скінченно-елементних моделей досліджуваних тіл шляхом створення топологічно регулярних сіток у внутрішніх координатах кінематично генерованих поверхонь (КГП), що відрізняється підвищеною точністю розташування вузлів на контактуючих поверхнях;

– одержав подальший розвиток метод граничних елементів, що полягає в уточненому підході до аналітичного обчислення коефіцієнтів матриці впливу та зазору між контактуючими поверхнями;

– одержав розвиток метод інтеграції розрахункових моделей різного рівня складності в єдиному процесі дослідження контактної взаємодії і синтезу спряжених поверхонь тіл з КГП, який відрізняється від традиційних методик наявністю критеріального підходу для обґрунтованого вибору методів, використовуваних на різних етапах дослідження;

– установлені особливості форми, а також на конкретних прикладах продемонстровані якісні зміни топології контактних зон і розподілу контактного тиску у спряженні СПТ з КГП при зміні їх геометричної форми, розмірів та величини навантаження.

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДОВОДКИ КАРКАСА КАБИНЫ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

Ткачук Н.А.[1], Сергиенко Н.Е.[1], Грабовский А.В.[1], Васильев А.Ю.[1], Сергиенко А.Н.[1], Майданюк В.Г.[2]

[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,

[2]АО «Харьковский тракторный завод им. С.Орджоникидзе» г. Харьков

Сегодня важно сократить сроки и стоимость создания новых конструкций. Это возможно при применении современных методов, средств, технологий проектирования и доводки конструкции до оптимального уровня. Техническое и эстетическое качество конструкции во многом определяется вышеуказанным.

Важной составляющей конструкции транспортно-тяговой машины является каркас кабины. Основная функция кабины – обеспечение зоны жизненного пространства водителя при авариях. Часто с производственных соображений конструкция выполняется завышенными массой, запасом прочности и жесткостью. С одной стороны обеспечивается зона безопасности водителя, а с другой материал используется нерационально, увеличиваются затраты на изготовление и в эксплуатации. При этом существенно снижается энергопоглощающая способность каркаса, а нарастание энергии демпфирования не соответствует требуемому уровню и закону. Это негативно сказывается на нагруженности узлов и соединениях машины.

Отработка конструкции на натуральных образцах имеет высокую стоимость и требует существенных затрат времени, поэтому целесообразно задачу решать теоретически. Состояние, уровень НДС, энергетические показателей каркаса кабины возможно исследовать методом конечных элементов, используя 3D модели и современные программы.

В работе рассмотрен анализ видов моделей каркаса, способов нагружения и темпа изменения нагрузок, особенностей фиксации каркаса, видов решаемой задачи. Получены предварительные результаты. Разработаны предложения по улучшению конструктивных параметров каркаса, обеспечивающие защитные свойства и требуемое энергопоглощение. Предложен способ проверки достоверности теоретических результатов.

Таким образом, реализация предложенной методики и алгоритма исследований каркаса позволяет: определить наиболее нагруженные детали; обеспечить пропорциональное гашение энергии кабиной при ударах в аварийных ситуациях; организовать требуемую закономерность изменения энергии гашения.

УТОЧНЕНИЕ ДОПУСКАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗУБЬЕВ НА ИЗГИБНУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ

Устиненко А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одной из актуальных проблем современного машиностроения является снижение массы и габаритов зубчатых передач и приводов на их основе. Среди путей ее решения особое место занимает уточнение расчетов зубьев на изгибную выносливость.

В настоящее время самым распространенным подходом к определению напряжений в корне зуба является применение метода конечных элементов (МКЭ) в объемной постановке. Однако не следует забывать, что исследование прочности любого тела состоит в определении как действующих, так и допускаемых напряжений. Нормы допускаемых изгибных напряжений для зубчатых колес были выработаны в результате длительных исследований и окончательно утверждены с введением ГОСТ 21354-75. Исследования заключались в проведении натурных испытаний зубчатых колес на выносливость с последующим перерасчетом разрушающих нагрузок в напряжения. При этом в лучшем случае применялись методики расчета на основе плоской задачи теории упругости (чаще всего метод В.Л. Устиненко на основе конформного отображения) а иногда и методы сопротивления материалов (А.И. Петрусевича или ломаных сечений А.В. Верховского).

Таким образом, в настоящее время мы имеем явное несоответствие между расчетными действующими и допускаемыми изгибными напряжениями для зубьев. Выход из этого положения в первом приближении может быть найден следующим образом:

1. Обобщить накопленные за последние 50 лет данные по испытаниям зубчатых колес, исходя из базы испытаний N_c–$F_{\lim}$ (число циклов напряжений до разрушения зубьев – соответствующая ему разрушающая усталостная нагрузка).
2. При расчете зубьев на основе МКЭ кроме действующих напряжений определить базовый предел изгибной выносливости $\sigma_{\lim b}$ путем расчета конечно-элементной модели по разрушающей нагрузке $F_{\lim}$, характерной для данного материала, термообработки и других параметров зубчатого колеса.

Определение допускаемых напряжений таким способом существенно повысит достоверность расчетов зубьев на изгибную выносливость при помощи МКЭ.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ПРИМІЩЕНЬ

Хованський С.О., Чернишов С.О.
Сумський державний університет, м. Суми

У зв'язку з енергетичною кризою, що є причиною багатьох негативних явищ в економіці України сьогодні як ніколи гостро стоїть питання економії теплоенергії. Майже 30 % всієї виробленої теплоенергії в Україні використовують приватні домовласники, при цьому 80 % витрачається на опалення приміщень. Тому питання: як зменшити вартість опалення будинків є винятково важливим. Для того, щоб заощадити на опаленні, але при цьому отримати значний рівень комфорту необхідно спочатку провести значну кількість трудомістких вимірювань, а потім розрахунків, порівняти різні варіанти та вибрати найбільш раціональний. Але при проведенні таких робіт виникають проблеми: наявність дорогого обладнання для вимірювань, складність, а іноді навіть неможливість проведення вимірювань та технічних розрахунків. Тому у світовій практиці починають використовувати чисельне комп'ютерне моделювання об'єктів, яке дозволяє розглянути значну кількість варіантів при проектуванні та обрати найбільш доцільний з точки зору енергоефективності, комфорту, безпеки. Також даний метод дозволяє змоделювати вже існуючий об'єкт, оцінити його ефективність роботи та знайти шляхи модернізації.

Метою роботи є розробка розрахункової моделі, яка б дозволила дослідити вплив нестаціонарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення. При цьому вирішені наступні задачі: досліджено процес прогрівання приміщення в часі при використанні різних типів опалення; досліджений характер руху повітря всередині приміщення під впливом термогравітаційної конвекції; отримані аналітичні залежності розподілу температури по висоті приміщення при застосуванні різних типів опалення.

У даній роботі була створена тривимірна модель приміщення та досліджувався вплив нестаціонарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення на його загальний тепловий стан. Вирішення задачі здійснювалось у програмному продукті ANSYS CFD за допомогою вбудованих моделей: гравітації, теплообміну, турбулентності тощо. Була розроблена розрахункова модель, що дозволяє отримати дані про розподіл температури, швидкості руху повітря, наявність вихроутворень та зон застою в процесі прогрівання приміщення. Проаналізовано розподіл температурних полів та полів швидкостей руху повітря залежно від типу опалення (за допомогою радіаторів і системи «тепла підлога»). Розглянуто вплив розміщення опалювальних приладів залежно від розташування зовнішніх дверей, вікон, меблів тощо. Отримані аналітичні залежності зміни температури (осередненої по об'єму та висоті приміщення) від часу прогрівання приміщення в аналітичному вигляді.

Отримані результати та подальші дослідження нестаціонарних процесів прогрівання приміщень можуть бути в майбутньому використані при розробці систем автоматичного регулювання систем опалення (чергового опалення, пофасадного опалення тощо).

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Чепурной А.Д.[1], Скрипченко Н.Б.[2], Ткачук Н.Н.[2], Атрошенко А.А.[2], Танасевский В.Г.[2]

[1]УК «РэйлТрансХолдинг», г. Москва

[2]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Важной задачей при использовании вновь разработанных, адаптированных или усовершенствованных методов численного исследования, и в особенности, нелинейных процессов и состояний, является определение самой принципиальной возможности их применения, а также оценка сходимости и обеспечение точности численных решений при варьировании тех или иных параметров численных моделей. В данной работе решена частная задача для обоснования применимости метода граничных элементов как варианта реализации метода граничных интегральных уравнений для моделирования контактного взаимодействия сложнопрофильных тел.

Описаны общие подходы к решению задач анализа напряженно-деформированного состояния и геометрического синтеза сложнопрофильных тел. Была обоснована необходимость решения комплекса задач физического прототипирования и экспериментального исследования опытных образцов.

Проведено развитие экспериментальной технологии исследования контактного взаимодействия с использованием чувствительных к давлению пленок. Оно состоит в разработке оригинальных алгоритмов расшифровки контактных отпечатков, адаптированных для автоматической их расшифровки при проведении многовариантных исследований. Предложенная технология реализована в виде оригинальной программы в среде Matlab и обеспечивает определение контактных давлений с погрешностью до 10 %.

Экспериментальное исследование контактного взаимодействия проводилось на примере шарового поршня с беговой дорожкой. Полученные результаты свидетельствуют о полном качественном и удовлетворительном количественном совпадении результатов расчетных и экспериментальных исследований. Погрешность в определении площадок контакта и давлений составляет 7-9%. При этом установлено полное качественное соответствие численных и экспериментальных результатов, а также получено соответствие не только численных характеристик и распределений, но и тенденций их изменения при варьировании геометрических и силовых параметров.

Таким образом, в работе продемонстрирована адекватность предложенных методов, достоверность и точность предложенных математических, построенных численных моделей и полученных с их помощью результатов исследований сложнопрофильных тел на примере системы «шаровой поршень – беговая дорожка» гидрообъемной радиальной передачи. Поскольку никаких принципиальных ограничений на конструкцию и форму сопряженных тел не накладывалось, то данный вывод распространяется на широкий класс подобных деталей машиностроительных конструкций.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ КУЗОВІВ ВАГОНІВ ПІД ДІЄЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Чубань М.О., Шейченко Р.І., Середа А.В., Шинкін Д.Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі поставлена та розв'язана задача числового аналізу втрати стійкості типової конструкції вантажного піввагона, навантаженого вертикальною силою. Для розв'язання використано метод скінченно-елементного аналізу, реалізований у програмному комплексі ANSYS.

Вимога сучасності – збільшення швидкостей, навантажень, довговічності та надійності рухомого складу. Тож залізничні вагони, як важлива ланка цього виду транспорту, потребують постійного вдосконалення.

Кузов, як головний для всіх вагонів вузол, який визначає тип конструкції, в експлуатації сприймає всі види навантажень, а також зазнає кліматичного впливу. У зв'язку з цим виникає актуальна й важлива задача вдосконалення методів розрахунку, аналізу його напружено-деформованого стану із різними типами навантаження.

Основним науковим завданням представленої роботи є якраз розробка методологічних основ комп'ютерного моделювання напружено-деформованого стану кузова вагона, проведення комп'ютерних розрахунків, а також адаптація цих моделей для розв'язання задач аналізу і синтезу із метою обґрунтування на цій основі раціональних параметрів цього досліджуваного об'єкту.

Зокрема, в даній роботі було розроблено удосконалену комп'ютерну модель кузова піввагона та виконано аналіз стійкості, що є необхідним кроком для подальшого дослідження напружено-деформованого стану при оцінці його міцності. У тому числі, особлива увага була приділена дослідженню критичних зусиль, форм втрати стійкості, напружень та переміщень.

Встановлено, що конструкція кузова вагона не втратить стійкість від зазначеного навантаження. А перевірка напружень показала, що вони перевищують часовий опір матеріалу, з якого побудована конструкція.

Проведені розрахунки необхідні для проведення на їх основі подальших досліджень. Таким чином, можна отримати розв'язання для задач розрахунку кузова за трьома розрахунковими режимами, регламентованими нормами розрахунку. Це є темою подальших досліджень.

Найважливішим науковим результатом роботи є розвинений та описаний у ній підхід до створення параметричних комп'ютерних моделей об'єктів машинобудування на прикладі піввагону. Цю модель кузова піввагона можна застосовувати у ході різноманітних проектних задач, при аналізі стану вагонного парку, для обґрунтування параметрів окремих вагонів, а також параметрів їх конструктивних елементів.

МАТРИЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ МОДЕЛЬ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА

Шевцов В.М.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При разработке ставится задача связать анализ температурных режимов гидравлической системы объемного гидропривода с энергетическим анализом гидрообъемно-механической трансмиссии (ГОМТ) трактора. Представляется матричная температурная модель гидравлической системы, которая развивает и расширяет основной матричный алгоритм по анализу трансмиссий. Предлагаемый подход может оказаться весьма эффективным в процессе проектирования ГОМТ, при испытаниях и исследованиях ГОМТ на стендах.

Использование шаблона эффективно тогда, когда известна одна из температур, из стендовых испытаний или по датчикам на панели управления трактора. В этом случае шаблон перестраивается в замкнутую матричную температурную модель.

Использование матричной модели особенно удобно при математическом моделировании температур в гидравлическом приводе при его стационарных испытаниях на стенде, когда температура подпитки поддерживается постоянной. При этом исследованию подлежит вектор неизвестных температур. В частности удобно и полезно выяснить влияние различных нагрузочных режимов объемного гидропривода на динамику компонент указанного вектора, т.к. на основе экспериментальных данных легко заполняется матрица коэффициентов и вектор-столбец свободных членов.

Следует отметить, что реальных условиях работы гидропривода в составе ГОМТ движущегося трактора ни одна из температур не задается — они являются следствиями режима работы и потерь в гидромашинах.

Определение локальных температур по температурным матричным моделям происходит параллельно с квазистационарным матричным анализом ГОМТ и позволяет получить зависимость всех наиболее важных температур в системе объемного гидропривода в процессе прямолинейного движения транспортной машины. Такая матричная температурная модель дает новые важные ограничения по температурам при попытках оптимизации ГОМТ. Модель позволяет связать энергетические параметры трансмиссии с температурами в системе объемного гидропривода, правильно выбрать параметры насосов подпитки, параметры теплообменника, оценить эффективность гидравлической схемы еще на этапе ее проектирования.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПРИ РОБОТІ З НЕСТАЛИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Шереметов А.В., Ребров О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання паливної економічності доцільне в будь-якій галузі промисловості. Щодо автомобільного господарства підвищення паливної економічності, а отже зниження витрат на паливо, призводить до зниження собівартості перевезень, особливо вантажних. Також з паливною економічністю пов'язані питання екології, зменшення викиду шкідливих речовин та споживання нафти.

В дизельних двигунах для регулювання подачі палива використовуються регулятори частоти обертів двигуна. Регулятори призначені для автоматичної підтримки заданої швидкості руху (регулюють кількість подаваного палива). У дизельних двигунах в основному використовуються всережимні і дворежимні регулятори відцентрового типу. Всережимні регулятори призначені для роботи двигуна у всіх режимах (від мінімальної частоти обертання на холостому ходу до максимальної) і обмеження максимальної частоти обертання колінчастого вала. Всережимні відцентрові регулятори частоти обертання колінчастого вала двигуна автоматично регулюють частоту обертання колінчастого вала в межах, що задаються водієм при натисненні на педаль газу, а під час пуску автоматично забезпечують збільшення подачі палива. Регулятори частоти обертання різних дизелів можуть відрізнятися конструктивно (компонувальною схемою, окремими деталями), але за принципом дії вони однакові. Сталу частоту обертання регулятор підтримує автоматично. В роботі розглянута паливна економічність дизельного тракторного двигуна, який традиційно має всережимне регулювання часткових швидкісних характеристик, при роботі з несталим навантаження, яке моделюється у вигляді полігармонічних коливань моменту опору на колінчастому валу двигуна. В якості критерію паливної економічності запропоновано використовувати питому витрату палива, кількість витраченого палива за певний проміжок часу, відношення витрати палива до отриманої роботи.

В роботі досліджується вплив методів керування режимами роботи двигуна при несталому навантаженні на економічність двигуна, у тому числі і керування з використанням лінії найбільшої економічності, що побудована на основі універсальної багатопараметрової характеристики двигуна.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ ЗА МІСЬКИМ ЦИКЛОМ

Якунін М.Є., Ребров О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дизельний двигун має високу ефективність завдяки чому широко застосовується на автомобілях. Також у наш час майже всі автовиробники мають в лінійці своїх моторів дизельні двигуни. В Європі понад 50% проданих нових легкових автомобілів мають дизельний двигун, така тенденція свідчить що, дизельні двигуни поступово витісняють бензинові.

На сучасних легкових автомобілях використовуються швидкохідні дизелі, які здатні розвивати високий крутний момент у широкому діапазоні частот обертання колінчастого валу. Принцип роботи дизельного двигуна заснований на мимовільному (компресійному) займанні дизельного палива, що впорскується в камеру згоряння і змішується зі стисненим і нагрітим до високої температури повітрям.

Масову популярність дизельні двигуни на легковому автотранспорті отримали не так давно - всього біля п’ятнадцяти років тому. Основний прорив дизельного двигунобудування пов’язаний з запуском в 1997 році в серійне виробництво компанією Bosch інноваційної системи упорскування палива в мотор (так званої системи Common Rail). Вже продано близько 50 млн двигунів з системою Common Rail, тобто кожна друга машина оснащена цим механізмом. Інновація в двигунобудуванні дозволила підвищити динамічність і екологічність, знизити витрату палива дизельного двигуна, підвищити комфортність автомобіля. Показники двигуна значно покращилися після того, як впорскування палива в циліндри почав здійснюватися за допомогою форсунок, що запускаються електронним блоком управління. Блок приймає рішення на підставі сигналів від численних датчиків, які відстежують всі важливі параметри в двигуні (повітря і ДП подаються в циліндр окремо; загоряння суміші відбувається за рахунок самозаймання під високим тиском).

Режими роботи транспортних двигунів різноманітні і залежать від характеру експлуатації транспортного засобу. На підставі статистичних досліджень встановлено, що в умовах вуличного руху в містах Європи частки часу роботи двигуна на окремих режимах складають: на режимі холостого ходу при середніх частотах обертання -35%, на режимах з постійними частотами обертання з навантаженням - 29%, з прискоренням - 22%, з уповільненням - 14%. Тому в даній роботі досліджуються вплив режимів роботи дизельного двигуна на паливну економічність при русі автомобіля за міським циклом. Теоретичні дослідження проводяться на математичній моделі дизельного двигуна, що враховує динамічні навантаження і положення органу управління подачею палива.

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Яловол І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Гібридна силова система транспортного засобу з двох потоковою гідрооб'ємно-механічною трансмісією (рис. 1) має такі основні режими роботи: рух на енергії тяглової акумуляторної батареї (ТАБ); рух на енергії двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) у повно потокових у двох потоковому режимі; рух у гібридному режимі за рахунок енергій ДВЗ і ТАБ; рух накатом; режим рекуперативного гальмування; заряд ТАБ від ДВЗ.

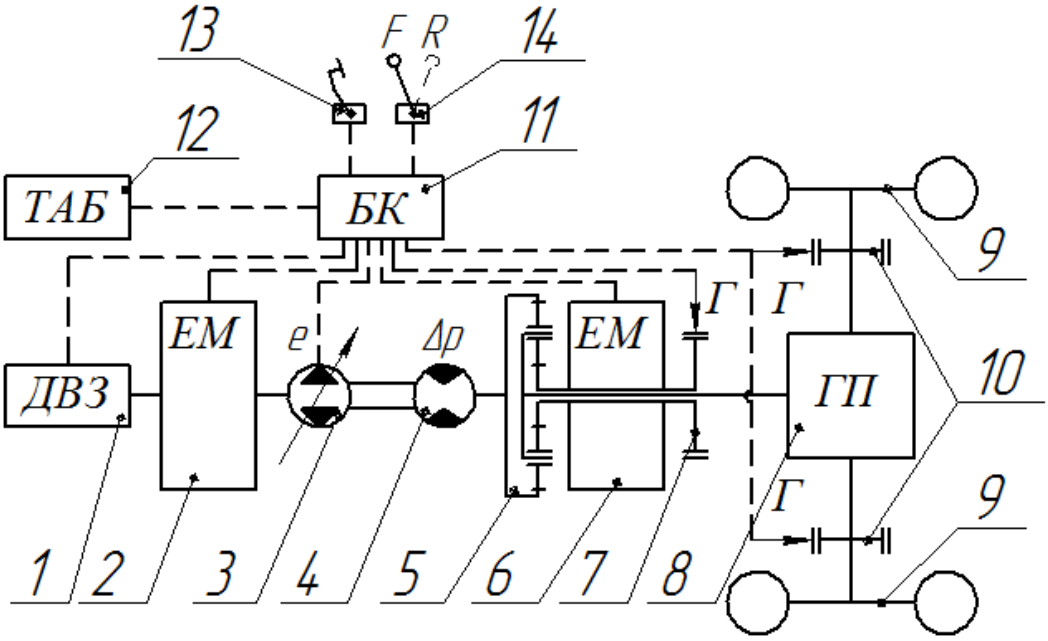


Рисунок 1 – Гібридна силова система транспортного засобу
1 – двигун внутрішнього згоряння; 2, 6 – електромашини; 3 і 4 – гідрооб'ємна передача (ГОП); 5 – диференційний суматор; 7, 10 – гальма; 8 – головна передача; 9 – ведучі колеса; 11 – електронний блок керування; 12 – тяглова акумуляторна батарея; 13 – педаль акселератора; 14 – перемикач напряму руху.

Аналіз енергетичних процесів виявив, що найбільш складними режимами роботи є гібридний і рух у двох потоковому режимі за умов збереження сталого режиму роботи ДВЗ. В першому випадку в залежності від зміни дорожніх умов, заданого прискорення і швидкості відбувається перерозподіл споживаної енергії між ДВЗ і ТАБ за рахунок вибору параметру регулювання ГОП і енергії другої електромашини. У другому випадку перерозподіл енергії відбувається між електропередачою і ГОП, підбір раціональних параметрів і режимів роботи яких дозволить досягти оптимальних значень ККД гібридної силової системи.

СЕКЦІЯ 5. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНОМУ, ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ ТА ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВОДОПІДІГРІВНОЇ УСТАНОВКИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Алексахін О.О., Бобловський О.В., Єна С.В.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»", м. Харків

При централізованому теплопостачанні міст значну частину системи займає інфраструктура мікрорайонної мережі. Тому виникає необхідність мати змогу з достатньою точністю порівняти різноманітні варіанти планування енергозберігаючих заходів у мікрорайоні. Для цього на початковому етапі була розроблена математична модель визначення витрати гріючого теплоносія через тепловий пункт.

В роботі розглянуто результати експериментального дослідження параметрів теплоносія реального теплового пункту та проведено їх порівняння з розрахунками при допомозі математичної моделі. В якості об'єкту дослідження вибрано фрагмент системи теплопостачання житлового мікрорайону міста Харкова від теплорозподільчої станції № 4/9.

Теплопостачання даного мікрорайону здійснюється по тритрубній схемі, яка включає подавальний та зворотний трубопровід системи опалення та трубопровід гарячого водопостачання. Розподіл теплоносія із магістральних мереж відбувається на центральному тепловому пункті. Теплоносій для системи опалення приймається безпосередньо з теплових мереж, а приготування води для потреб гарячого водопостачання здійснюється за допомогою водопідігрівної установки, яка підключена по двоступінчатій змішаній схемі.

Розрахунок та експериментальне вимірювання параметрів теплоносія проводились для декількох режимів роботи системи, що обумовлено різною температурою зовнішнього повітря. Для цього були вибрані крайні значення температурного графіку відпуску теплоти, а також декілька середніх значень для більш повного зображення залежності параметрів гріючого теплоносія від температури зовнішнього повітря.

Порівняння результатів розрахунку та даних вимірювання на тепловому пункті підтверджують адекватність даної математичної моделі із задовільною точністю.

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ И ВОДЫ В СИСТЕМЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Алексахин А.А.

Харьковский национальный университет городского хозяйства им.А.М.Бекетова, г. Харьков

Неудовлетворительная работа систем горячего водоснабжения заключается в периодическом нарушении гидравлического и теплового режима. Оновными причинами нарушений теплового режима являются уменьшение коэффициента теплопередачи теплообменных аппаратов; понижение температуры сетевой воды ниже допустимой; неисправности или некачественная наладка регуляторов температуры и расхода воды; выход из строя циркуляционных систем и вынужденный перевод в режим работы по тупиковой схеме, обусловленный, чаще, не техническими, а экономическими причинами. Перевод системы в тупиковый режим вызывает потери теплоты и рост, так называемых, непроизводственных потерь воды при сливе остывшей воды из системы, которые зависят от характеристик застройки и тепловой сети, оснащенности зданий санитарно-техническим оборудованием.

Выполненные оценки показали, что потери теплоты подающими трубопроводами микрорайонной сети горячего водоснабжения за часы ночного отсутствия водоразбора составляют в среднем около 22 Вт/м. Проведены также расчеты промежутка времени, за который при тупиковой схеме в утренние часы происходит слив остывшей воды через квартирные водоразборные приборы. Для этого с учетом вероятности включения водоразборных приборов горячего водоснабжения в час наибольшего водопотребления определено среднее число одновременных включений приборов в системе, максимальный и средний расходы воды на участке.. По проведенным оценкам время, необходимое для достижения при тупиковой схеме в ранние утренние часы комфортной температуры горячей воды в водоразборном приборе отдельной квартиры, составляет 5…20 мин, что потребует слива в канализацию от 30 до 100 л воды.

Таким образом, восстановление циркуляции горячей воды в системах горячего водоснабжения зданий является существенным ресурсом экономии теплоты в микрорайонных системах теплопотребления.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВОГО НАСОСА

Андренко П.М., Дмитрієнко О.В., Лебедєв А.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з способів підвищення ефективності роботи занурювальних насосних агрегатів при роботі на газорідинних сумішах є використання насосних ступенів які можуть здрібнювати газові пухирці до отримання квазігомогенної суміші. Лабіринтно-гвинтові насоси (ЛГН), які є насосами тертя, завдяки особливостям робочому процесу можуть виконувати роль диспергаторів і мають високу ефективність при роботі на газорідинних сумішах. Розширення області їх використання лежить в площині удосконалення методів математичного моделювання і розрахунку робочих характеристик, в тому числі і за рахунок проведення багатокритеріальної оптимізації параметрів.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що наразі відсутня загальна методики багатокритеріальної оптимізації ЛГН, не встановлені для них критерії оптимальності, параметричні та функціональні обмеження. За результатами проведеної роботи нами обґрунтовано вибір методу оптимізації ЛГН, який проводили з використанням запропонованих нами безрозмірних (питомих) робочих параметрів, таких як напір, витрата та ККД, використовуючи в якості основного геометричного параметра гвинтової канавки гідравлічний радіус. В доповіді наведено удосконалені конструкції робочих органів ЛГН та проведений аналіз впливу їх форми та газовмісту робочої рідини на робочі характеристики ЛГН. Встановлено граничне значення газовмісту робочої рідини при якому робота ЛГН є стійкою. Задача знаходження оптимальних параметрів ЛГН розв’язувалася за допомогою розробленого алгоритму та програми реалізація яких здійснювалась у пакеті прикладних програм Mathcad при заданих функціональних та критеріальних обмеженнях.

За результатами розв’язання оптимізаційної задачі отримана таблиця досліджень та графічні залежності ККД, питомого напору і питомого ККД від питомої витрати ЛГН. Характер цих залежностей співпадає з уточненою нами фізичною моделлю робочого процесу насоса, а порівняння з характеристиками отриманими експериментальним шляхом показало гарний збіг, різниця не перевищує 15%.

Отримані результати дозволяють на етапі проектування ЛГН визначити його основні конструктивні параметри які забезпечать раціональні значення потужності та максимальний ККД. Аналіз зміни питомих параметрів ЛГН дозволив обґрунтувати області ефективного використання таких насосів з різною формою робочих органів. Встановлено, що ЛГН з удосконаленими нами робочими органами, у порівнянні зі стандартними, мають кращі робочі характеристики та ККД.

ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ І ГЕОМЕТРИЧНИХ КУТІВ ВХОДУ РОБОЧИХ РЕШІТОК

Бойко А.В., Усатий О.П., Бараннік В.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проектуванні проточних частин парових турбін використовують принцип, що базується на мінімізації кутів атаки потоку на робочі решітки. Даний підхід дозволяє суттєво зменшити додаткові втрати від удару набігаючого потоку. Слід зазначити, що при проектуванні робочих решіток останніх ступенів парових турбін, забезпечити безударне натікання потоку по всій висоті лопатки не завжди можливо, особливо в прикореневій області,де обтікання відбувається з ударом в “животик”. Для мінимізації втрат від удару набігаючого потоку, проектувальники вимушені приміняти профілі активного типу з відповідними кутами встановлення, таким чином мінімізуючи кут атаки. Вирішив дану задачу подібним способом вважається, що решітка спроектована оптимальним образом, з точки зору мінімуму втрат енергії.

Однак, наші багаточисленні дослідження останніх ступенів потужних парових турбін, дозволили виявити ряд цікавих закономірностей сумісного впливу кута встановлення и геометричного кута входу потоку.

Попередні результати оптимізації проточної частини парової турбіни, отримані за допомогою модифікованої методики Крейга и Кокса (методики ХПІ), показали суттєве підвищення ефективності решітки при збільшених значеннях кута атаки та геометричного кута входу потоку на робочу решітки. Однією з ймовірних причин цього являється підвищення степені конфузорності каналу, оцінка впливу якої через ряд незалежних параметрів визначається згаданою вище методикою. Очевидно, що для турбінних решіток, зіставлених з профілів активного типу, має існувати компроміс між величиною втрат від степеня конфузорності і додатковими втратами від появи кута атаки натікаючого потоку.

Для більш детального аналізу отриманих результатів проведено ряд додаткових досліджень з використанням CFD. Для кожного значення вхідного геометричного кута проектувався новий профіль.

Виявлено, що найбільше значення коефіцієнта швидкості не завжди досягається при безударному натіканні потоку. Крім того, для пояснення фізичної картини отриманих результатів проведено аналіз розподілу повного тиску в міжлопатковому каналі для решіток з безударним натіканням та зі збільшеним кутом атаки.

Існування оптимальних значень вхідних геометричних кутів, при яких досягається значне зниження інтегральних втрат, підверджує необхідність включення цих кутів в число параметрів, які повинні оптимізуватись.

Підверджено високу достовірність результатів оцінки ефективності турбінних решіток, отриманих за допомогою методики ХПІ.

КОМПЛЕКСНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТУРБІННОГО СТУПЕНЯ

Бойко А.В., Усатий О.П., Максюта Д.І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Обчислювальна гідрогазодинаміка (CFD) дозволяє розв'зувати задачі оптимізації з високою точністю та отримувати більш детальну картину течії в турбінному ступені. Однак, оптимізація з використанням CFD потребує значних часових ресурсів для виконання розрахунків. Оптимізацію турбінного ступеня в одновимірній або двовимірній постановці можливо виконати значно скоріше, проте, достовірність отриманих результатів може бути нижчою за рахунок недостатнього урахування складних фізичних явищ, які мають місце в турбінному ступеню. Для ліквідації зазначених недоліків доцільно використовувати комплексний підхід, заснований на застосуванні одновимірної та тривимірної теорії для вирішення задач оптимального проектування турбінних ступенів.

Розроблено алгоритм комплексного методу оптимізації ступені осьової турбіни, який засновано на ітераційному процесі почергового застосування методів одновимірної та тривимірної оптимізації.

Одновимірна оптимізація включає в себе вибір оптимальних значень величин кутів виходу потоку із соплової та робочої лопатки на середньому радіусі. При цьому, кут виходу потоку з соплового апарату у відносному русі дорівнює вхідному геометричному куту робочих лопаток. При тривимірній оптимізації знаходяться оптимальні значення законів закрутки лопаткових вінців. Весь процес оптимізації супроводжується обов'язковим виконанням умови збереження масової витрати робочого тіла у турбінному ступені.

Проведено оптимізацію моделі турбінного ступеня (прототип 3-ї ступені ЦВТ парової турбіни К500-65/3000) з двома величинами радіальних зазорів (0,5 мм та 1,0 мм).

Розроблений алгоритм показав стабільну тенденцію до підвищення ККД як в одновимірній так і в тривимірній оптимізації.

Зроблено аналіз отриманих результатів. ККД ступеня в одновимірній оптимізації зростає за рахунок зниження втрат на сопловій, робочій решітці та втрат із вихідною швидкістю. Це досягається оптимальним вибором ступеня реактивності на середньому радіусі. Тривимірна оптимізація дозволяє визначити оптимальні закони закрутки лопаток та вирівняти по висоті робочої решітки удар потоку при натіканні на неї.

Застосування алгоритму оптимізації дозволило підвищити ККД ступеня на 0,56 % в абсолютних величинах при радіальному зазорі 0,5 мм та на 0,35 % при радіальному зазорі 1,0 мм.

Зроблений аналіз отриманих результатів однаково вірний для обох величин радіальних зазорів. Це свідчить про високу точність розробленого методу та можливість його застосування для широкого діапазону конструкцій турбінних ступенів.

ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ КАМЕРИ ЗА РЕГУЛЮЮЧИМ СТУПЕНЕМ ПОТУЖНОЇ ПАРОВОЇ ТУРБІНИ

Бойко А.В., Усатий О.П., Авдєєва О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час виробництво нових турбін потребує значних фінансових затрат, тому для підвищення продуктивності енергосистеми модернізують вже існуючі турбомашини. Підвищення ефективності можливо за рахунок поліпшення аеродинаміки окремих елементів проточної частини турбін. Одним з таких елементів є камера для вирівнювання параметрів робочого тіла, дослідженням якої вчені займаються вже не перший рік. Аналіз існуючих робіт [1, 2, 3 та ін.] по даній темі дозволяє зробити висновок, що взаємний вплив конструктивних і режимних параметрів на роботу камери за регулюючим ступенем залишається не до кінця вивченим.

У камері за регулюючим ступенем спостерігається складна просторова течія. Сучасним інструментом для вирішення поставленої задачі є CFD-вирішувачі в комбінації із застосуванням теорії планування експерименту. У нашому випадку об'єктом дослідження була обрана камера за регулюючим ступенем з сопловим паророзподілом турбіни К-310-240. Варійовані параметри: відносна витрата пари на вході в турбіну, відносний середній діаметр направляючого апарату ступеня тиску, відносна довжина лопатки направляючого апарату ступеня тиску.

В результаті дослідження отримали формальну макромодель зміни втрат тиску в камері за регулюючої ступенем від режимних і конструктивних параметрів, яка дає гарний збіг з тривимірними розрахунками. Отримані результати показали, що втрати тиску в камері більшою мірою залежать від витрати робочого тіла в турбіні, ніж від конструктивних параметрів.

Застосування теорії планування експерименту дозволило з мінімальною кількістю розрахунків одержати залежність втрат тиску в камері за регулюючим ступенем від геометричних і режимних параметрів.

Література:

1. Фичоряк О.М. Исследование и разработка способов повышения эффективности работы мощных теплофикационных турбин: Дисс. … канд. техн. наук. Москва: Московский энергетический институт (Технический университет), 2007. 180 с.

2. Голушко А.Н. Совершенствование камеры за регулирующей ступенью паротурбинной установки на основе численного моделирования: дисс. … канд. техн. наук. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2011. 125 с.

3. Бойко А.В., Усатый А.П., Авдеева Е.П. Численное исследование эффективности уравнительной камеры за регулирующей степенью на разных режимах работы / А.В. Бойко, А.П. Усатый, Е.П. Авдеева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – №1(1044). –С. 6-11

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВИХ СХЕМ ПТУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Бойко А.В., Усатий О.П., Шаповалова Н.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання економії енергоресурсів стає більш актуальним з кожним роком. Враховуючи сучасні тенденції збільшення вартості та виснаження запасів енергетичних ресурсів, енергетика повинна розвиватися шляхом підвищення ефективності використання первинних природних ресурсів. Одним зі шляхів вирішення цього питання є модернізація існуючого устаткування теплових електростанцій за допомогою математичного моделювання їх елементів. Такий підхід дає можливість врахування великої кількості варіантів компонування елементів теплової схеми та варіювання параметрів у великих діапазонах. Підвищення ефективності енергетичного обладнання проводиться з урахуванням інтегральних характеристик теплової схеми в цілому.

Універсальним інструментом моделювання таких енергетичних систем є програмний комплекс DNA. За допомогою нього є можливість розробити математичні моделі сучасного енергетичного обладнання з урахуванням усіх термодинамічних характеристик, граничних умов, внутрішніх та зовнішніх зв’язків. Велика бібліотека компонентів та робочих тіл дозволяє моделювати різноманітні теплові схеми турбоустановок. Вільне розповсюдження програмного комплексу у вигляді вихідного коду дозволяє розширити його функціональні можливості за рахунок додавання математичних моделей нових елементів теплоенергетичних систем. Можливості даного програмного комплексу дозволяють розраховувати теплоенергетичні системи як на номінальному режимі, так і змінних режимах експлуатації. Відсутність графічного інтерфейсу ускладнює використання програмного комплексу тим, що стає необхідним знання мови вихідних параметрів. Але цей недолік вирішується шляхом створення редактора графічних схем.

Використовуючи функціональні можливості даного програмного комплексу, з метою підвищення точності моделювання теплової схеми розширено бібліотеку компонентів елементів схеми шляхом додавання нових вдосконалених моделей компонентів. Моделювання теплової схеми потужної парової турбіни виробництва ВАТ «Турбоатом» проведено у декілька етапів: 1) підготовка та опис елементів теплової схеми на мові вхідних параметрів DNA; 2) компіляція програми; 3) моделювання; 4) аналіз результатів; 5) моделювання з використанням вдосконалених елементів. В результаті розрахунку отримано параметри робочого тіла на виході з кожного елемента теплової схеми. Зроблено аналіз щодо співвідношення отриманих результатів з результатами розрахунку теплової схеми, отриманих на ВАТ «Турбоатом»

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОФІЛЮ ПЕРЕТИНУ ЛОПАТКИ ТУРБІНИ СТЕПЕНЕВИМИ ПОЛІНОМАМИ

Бойко А. В., Савченко В. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проектування профілю перетину лопатки турбіни аналітичними методами із використанням поліномів високих степенів дозволяє варіювати контур профілю в широких діапазонах з метою забезпечення заданих аеродинамічних характеристик при визначених конструктивних, технологічних та ін. обмеженнях. На відміну від графоаналітичних методів, в яких основною задачею є побудова профілю графічними методами з подальшим аналізом його характеристик, в обраному методі графічне відображення профілю є лише однією із форм представлення та контролю результатів обчислень, інші форми – аналітичний опис (основний) та масив точок на площині або у просторі. В цілому, задача проектування профілю розбивається, як мінімум, на дві окремі пов'язані задачі – побудови профілю та його оптимізації. Зважаючи на великий обсяг обчислювальної роботи, доцільним є використання комп'ютерної техніки, що вимагає розробки відповідного програмного забезпечення.

Використовуючи методологію об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування, проведено аналіз предметної області та побудовано діаграму класів програмного забезпечення, що розробляється. Визначено, що доцільним є виділення основних класів – «Точка», «Геометричні фігури», «Поліном», «Профіль», «Лопатка», та допоміжних – «Розв'язувач системи рівнянь», «Оптимізатор», «Інтерфейс», «Логгер» та ін. Такий підхід дозволяє делегувати відповідним класам мінімальну кількість чітко визначених функцій та, при необхідності, легко міняти будь-які допоміжні компоненти системи, наприклад, «Оптимізатор».

Для реалізації програмного забезпечення, що розробляється, було обрано мову програмування *C*++ з метою отримати: *по-перше*, високу швидкодію та можливість побудови кросплатформенного додатку; *по-друге*, доступ до бібліотек обчислювальних алгоритмів; *по-третє*, доступ до бібліотек графічного інтерфейсу користувача, таких як *Qt* або *wxWidgets*.

На першому етапі, із використанням бібліотеки *Qt* 5, для реалізації графічного інтерфейсу, розроблено програму проектування профілю перетину лопатки турбіни за допомогою поліномів шостого степеня для опуклої частини, та четвертого степеня – для ввігнутої, а також мінімізації відхилення величини отриманої площі перетину лопатки від заданої, за рахунок варіації величини кута загострення передньої кромки. В подальшому планується підвищити степені поліномів та реалізувати модулі оптимізації параметрів профілю за заданими критеріями. Окрім рішення безпосередньої прикладної задачі, програму можна використовувати в навчальному процесі для наочної візуалізації впливу варіації вихідних параметрів на форму профілю, а також для порівняння різних методів проектування профілю перетину лопатки турбіни.

ОЦЕНКА ПУЛЬСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЕВЫХ ГИДРОТУРБИН НА ОСНОВАНИИ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ РЕШЕТЧАТОЙ ЗАДАЧИ

Бондаренко А.В., Гришин А.М., Чебан О.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Решение задачи о выборе типа осевой гидротурбины между поворотнолопастной и пропеллерной связано с сопоставлением их энергетических и кавитационных характеристик. Считаем необходимым дополнительно оценивать их пульсационные характеристики, отражающие уровень гидродинамических нагрузок на элементы проточной части.

Исследование пульсаций давления на стенках камеры рабочего колеса осевой гидротурбины будем проводить расчетным путем с использованием решения прямой решетчатой задачи для периферийного цилиндрического сечения лопасти рабочего колеса. При этом считаем, что амплитуда пульсаций давления на стенках камеры рабочего колеса равна разности давлений на лицевой и тыльной сторонах лопасти у периферийных сечений.

При одинаковом изменении приведенного расхода окружные составляющие скорости у пропеллерного колеса, в отличие от поворотнолопастного существенно изменяются. У повооротнолопастного колеса циркуляция вокруг лопасти с увеличением расхода остается неизменной, а у прпеллерного увеличивается по линейному закону.

Расчет обтекания профилей с помощью программы ЦКТИ, выполненный для ряда приведенных расходов показал, что при увеличении расхода выше 1,2 $м^3/с$ (оптимального для данной проточной части) пульсации давления на стенках камеры рабочего колеса у поворотнолопастной гидротурбины изменяются в пределах 85 – 80 %, а у пропеллерной возрастают от 85 до 150% от напора. Это может приводить к разрушению облицовки камеры рабочего колеса и сопрягающего пояса.

При режимах левее оптимальных работа пропеллерной гидротурбины сопровождается большими циркуляционными и ударными потерями энергии, что также свидетельствует в пользу поворотнолопастной гидротурбины.

Таким образом, преимущество поворотнолопастного рабочего колеса наблюдается во всем исследуемом диапазоне режимов.

Следует отметить, что при нерасчетных режимах у пропеллерной турбины, за счет закрутки потока за рабочим колесом, возникает вихревой жгут, вызывающий низкочастотные колебания давления в отсасывающей трубе, что может привести к снижению ресурса болтового соединения рабочего колеса с валом гидротурбины.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ГЕЛИООПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Воробьев В.М.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одной из главных проблем человечества в настоящее время является проблема, обусловленная дефицитом достаточного количества пресной воды, который ощущается на территории около 50 стран. И хотя Украина в этом отношении относится к числу "благополучных", некоторые ее Южные и Юго-Восточные районы сталкиваются с определенными сложностями в снабжении пресной водой.

Единственным решением указанной проблемы может быть искусственное опреснение соленой воды морей и подземных источников. Наибольшее распространение при опреснении получили дистилляция и обратный осмос. Обратный осмос требует довольно дорогих полупроницаемых мембранных материалов, высокого напора и первичной подготовки (осаждения, фильтрации и т.п.) воды. При дистилляции к воде подводится большое количество теплоты, расходуемое на испарение водяного пара, который затем конденсируется. Это определяет конструкцию простой опреснительной установки, в которую входит нагреватель, испаритель и конденсатор.

С целью минимизации затрат при дистилляции в качестве теплового источника может использоваться Солнце. При этом в более совершенных конструкциях гелиоопреснительных установок (ГОУ) используются солнечные нагреватели - гелиоколлекторы. Эффективность дистилляции во многом зависит от течения процесса массообмена между водой в испарителе и поверхностью конденсатора. Строгое теоретическое описание этого процесса связано со значительными трудностями и поэтому возникает необходимость в получении эмпирических зависимостей. Вместе с тем, для первичной оценки эффективности атмосферных ГОУ можно воспользоваться известными сведениями о работе градирен, процесс испарения в которых такой же, что и при дистилляции. Основное тепло в них (свыше 90%) может переносится с паром, расход которого определяется при помощи уравнения массоотдачи, в которое входит разность парциальных давлений на поверхности пленки воды испарителя и стекающей пленки конденсата, а также коэффициент массоотдачи, диапазон изменения которого составляет 25 - 100 кг/(м^2 час ат).

Были проведены расчеты с привлечением известных уравнений теплового и материального баланса в условиях реальных летних температурных параметров теплоносителей и мощности солнечного излучения. Сделанные расчеты позволили провести оценку производительности атмосферной ГОУ. Так при общей площади гелиоколлекторов 100 м^2, ожидается производительность от 0,4 до 1,6 м^3 пресной воды в сутки, что демонстрирует достаточно высокие потенциальные возможности ГОУ.

РАСЧЕТНОЕ СРАВНЕНИЕ КОМПОНОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРНОГО ПОЛЯ.

Воробьев В.М., Гладкая О.Н.,Гуняга И.О.
Национальный технических университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время все более пристальное внимание во всем мире уделяется использованию различных конструкций солнечных нагревателей - гелиоколлекторов (ГК). Одной из них является известная конструкция ГК с плоским абсорбером. Она может использоваться для создания гелиосистем большой площади как в одноконтурном, так и в двухконтурном исполнении. При этом в первом случае в ГК производится непосредственный нагрев воды, а во втором - в них подается какой-либо антифриз, который затем отдает тепло в специальном теплообменнике.

Крупномасштабные гелиосистемы - гелиоколлекторные поля (ГКП) площадью в сотни и тысячи квадратных метров предназначены для производства больших количеств горячей воды, которые реализуются крупным коммунальным потребителям. Они обладают множеством преимуществ по сравнению с индивидуальными гелиосистемами площадью 3-5 м^2. Например, системы с ГКП имеют более низкие удельные капитальные затраты и затраты на проектные, монтажные и другие виды работ. Это обусловливает более низкую стоимость конечного продукта - горячей воды, что в современных условиях является актуальной задачей. Кроме того, имеются преимущества организационно-технического характера.

Самым простым решением при создании ГКП является компоновка, при которой все ГК соединяются параллельно. Однако, опыт эксплуатации таких ГКП демонстрирует при определенных условиях неустойчивый характер циркуляции теплоносителя через все ГК, что приводит к перегреву части ГКП с последующим образованием паровых полостей, потерей нормальной циркуляции жидкого теплоносителя и резким снижением тепловой эффективности ГКП.

Это сделало необходимым формулировку и реализацию в расчетном виде задачи сравнения двух возможных схем соединения ГК - параллельной и параллельно-последовательной компоновок ГКП. Второй вариант предусматривает создание отдельных секций с параллельным соединением ГК, а секции, в свою очередь, соединяются последовательно. Такая компоновка позволяет в несколько раз повысить скорость течения теплоносителя и устойчивость циркуляции. Сравнение тепловой эффективности проводилось в широком диапазоне определяющих температурных параметров при помощи известных уравнений теплового баланса с учетом конвективных и радиационных потерь в окружающую среду. Результаты расчетов продемонстрировали практически полную идентичность двух вариантов. Это нашло свое отражение в похожести общих площадей ГКП и требуемого количества ГК. Расхождение не превышало 1%.

ПОДВОД ВОЗДУХА ДЛЯ СЖИГАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГАЗОВ В ВОЗДУШНОЙ ГТУ

Воробьев В.М., Соловей О.И.,Тарасенко Н.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
ЗАО «Укрпромэнерго», г. Харьков

В ряду всемирноизвестных производственных предприятий, разрабатывающих современное энергетическое оборудование, заметное место занимает ПАО "Мотор сич", одной из главных задач которого является создание газотурбинных установок (ГТУ). Для использования тепла низкокалорийных искусственных газов термического разложения ПАО "Мотор сич" предложена воздушная ГТУ (ВГТУ) с рекуперативным нагревателем сжатого воздуха. Данный нагреватель по сути представляет собой котельный агрегат, в котором нагреваемым теплоносителем является сжатый в компрессоре ВГТУ воздух, подаваемый после нагревателя на газовую турбину. Не останавливаясь на конструктивных особенностях нагревателя, можно сказать, что данное решение позволяет отойти от традиционного варианта с газовым компрессором и повысить эффективность ГТУ.

Для улучшения процесса горения топлива и повышения кпд выгоден предварительный подогрев воздуха горения. Традиционно это реализуется схемой регенеративной ГТУ, в которой продукты сгорания после турбины направляются в специальный теплообменник и частично отдают свое тепло для предварительного подогрева воздуха, поступающего после компрессора в камеру сгорания. В ВГТУ в дополнение к регенеративной может быть задействована схема прямого подвода отработанного воздуха в горелочное устройство. Исходя из этого, решалась задача количественной оценки и выбора более эффективного схемного варианта. Задавались реальные термодинамические и расходные параметры. В частности, температура отработанного воздуха после турбины составляла 400°С. Расчет проводился в соответствии с известным "нормативным методом" для коксового (1), сланцевого (2), генераторного смешанного (3), генераторного дутьевого (4), подземной газификации (5) и доменного (6) газов.

Как и ожидалось, вариант прямого подвода отработанного воздуха на горелку оказался более эффективным:

Название величины	1	2	3	4	5	6
Тепло, внесенное в топку с газом, мДж/м^3	17,6	13,8	5,15	15,7	3,9	4,1
Доля тепла в горелке от воздуха при прямом подводе	0,26	0,25	0,2	0,26	0,16	0,17
Доля тепла в горелке от воздуха в регенеративном варианте	0,22	0,21	0,17	0,22	0,13	0,14

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫБОР ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Воробьев В.М., Угольников С.В., Тарасенко Н.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Украинский государственный университет железнодорожного транспорта
г. Харьков

Широко распространено представление о безальтернативном преимуществе тепловых насосов (ТН) в качестве источников тепловой энергии. Обстоятельством, все еще, ограничивающим повсеместное использование ТН чаще всего считается только «относительно» высокая стоимость оборудования, которая, как уверяют, должна быстро компенсироваться экономией за счет резкого снижения уровня первичных энергозатрат. Анализ работы ТН и систем теплоснабжения на основе ТН показывает, что их тепловая эффективность может варьироваться в очень широких пределах. Этот показатель зависит от большого количества факторов. Среди них можно выделить внешние по отношению к системе теплоснабжения, внутрисистемные и технологические. К перечисленному необходимо добавить экономическую составляющую. Только комплексный учет влияния всех факторов позволяет обоснованно оценить преимущества ТН по сравнению с альтернативными источниками теплоснабжения.

Рассматривается влияние на эффективность применения ТН структуры системы теплоснабжения, графика длительностей режимов теплоснабжения, температуры первичного источника теплоты, температурного напора создаваемого ТН. Требование безусловной надежности теплоснабжения по отношению к структуре системы определяет необходимость резервирования либо дублирования. Выбор мощности резервного источника теплоты – один из факторов обоснования мощности основного ТН. Результаты выполненного анализа показывают, что при обоснованной мощности резервного источника с учетом графика нагрузок всей системы теплоснабжения можно снизить мощность основного ТН на 25-30% относительно мощности необходимой для прохождения пиков нагрузки системы теплоснабжения. Снижение мощности существенно понижает расходы, как на основное оборудование, так и на строительно-монтажные работы, без ухудшения эксплуатационных характеристик системы в целом.

Предлагается усредненная зависимость коэффициента преобразования от относительной мощности ТН. Ее использование совместно с климатической характеристикой региона обосновывает область температурных режимов для наиболее эффективного применения ТН. Выполненный анализ показал, что эта область соответствует уровню 30-70% от низшей температуры отопительного периода. Учет влияния создаваемого температурного напора сдвигает этот диапазон примерно на 5% в сторону более высоких температур, что может быть компенсировано соответствующим выбором мощности резервного источника тепла. В целом, выбор ТН в качестве источника энергии для системы теплоснабжения не является безальтернативным и требует тщательного анализа сочетания рассмотренных выше факторов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГАЗОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ

Воробьев В.М., Соловей О.И.,Тарасенко Н.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
ЗАО «Укрпромэнерго», г. Харьков

К низкокалорийным искусственным газам термического разложения твердого топлива относятся коксовый, сланцевый, генераторный смешанный, генераторный дутьевой, подземной газификации и доменный газы. Каждый из указанных газов представляет определенный интерес в перспективе использования его в качестве энергетического топлива. Не останавливаясь на технологических особенностях получения этих газов, можно отметить особую актуальность их потенциального использования в условиях энергетики Украины, имеющей значительные запасы угля и сланца.

Искусственные газы значительно разнятся между собой как по химическому составу, так и по теплотворной способности (от 3,9 до 17,58 мДж/нм^3), что, на первый взгляд, должно определять индивидуальные подходы к созданию теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования для каждого конкретного газа. Это, в свою очередь, поставило задачу сравнения выходных параметров процесса горения.

В рамках поставленной задачи были определены объемы и энтальпии воздуха и продуктов сгорания в соответствии с известным нормативным методом. Сравнение проводилось при адиабатической температуре горения t_a. Коэффициент избытка воздуха α задавался таким, чтобы t_a обеспечивалась на уровне 1300°С. Данная температура достигалась при минимальном α для газа подземной газификации, имеющим минимальную теплотворную способность. Расчеты были сделаны для случаев с предварительным подогревом воздуха и без него. На заключительном этапе проводилось определение новой величины удельного объема $V_г^1$, которая представляет собой отношение объема продуктов сгорания $V_г$ к тому теплу, которое вносится в топку $Q_р^р$:

$V_г^1 = V_г / Q_р^р$, м^3/мДж.

Полученные результаты позволяют сделать важный вывод о том, что, несмотря на значительные различия в исходном составе, все газы близки по конечным параметрам продуктов сгорания. Другими словами, при одинаковых температурных характеристиках обеспечиваются близкие расходно-тепловые параметры. Об этом свидетельствует изменение величины удельного объема $V_г^1$, которая находится в диапазоне от 0,472 до 0,506 м^3/мДж для случая без подогрева и в диапазоне от 0,484 до 0,514 м^3/мДж для случая с предварительным подогревом воздуха.

Близость этих величин для разных газов позволяет говорить о потенциальной возможности создания универсальных конструкций теплогенерирующих и теплоиспользующих установок, которые могут быть задействованы при сжигании разных искусственных низкопотенциальных газов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Воробьев В.М., Угольников С.В., Шевченко В.О.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
Украинский государственный университет железнодорожного транспорта г. Харьков

В настоящее время в условиях роста тарифов на поставляемые коммунальные услуги актуальной является задача широкого внедрения энергосберегающих мероприятий, направленных на экономию топливных и электроэнергетических ресурсов. Одним из направлений этих мероприятий является создание теплотехнологических комплексов, включающих в себя оборудование по преобразованию солнечной энергии в тепловую.

Многие предприятия пищевой промышленности потребляют значительные объемы тепла, которое расходуется круглогодично по трем направлениям. Первое направление обусловлено технологическими условиями производства, которые, как правило, включают в себя необходимость проведения термообработки продукции с целью пастеризации и придания определенных органолептических или других свойств. Второе направление расхода тепла обеспечивает проведение санитарной обработки оборудования и помещений основного производства. И, наконец, третье направление связано с традиционными требованиями гигиены человека. Этот же порядок сохраняется по количественным показателям расхода тепла. Кроме того, пищевые производства, за исключением пекарного оборудования, потребляют тепло невысокого температурного потенциала (до 150°С). Это тепло в значительной степени может быть получено за счет солнечной энергии. Ее преобразование в тепловую в зависимости от требуемой температуры осуществляется в гелиоколлекторах (до 70°С) и гелиоконцентраторах (любые реальные температуры).

Предложенное решение может быть реализовано, например, в условиях кондитерской фабрики ООО "Престиж". Одними из основных ингредиентов выпускаемой продукции являются растительный жир и молочный жир. Перед смешиванием с другими ингредиентами жиры должны растапливаться. Для этого служат плавители жира емкостью 100 л типа АРЖ-МИ с паровым и электрическим обогревом. Использование солнечных нагревательных устройств рабочей площадью 150 м^2 в комплекте с теплоаккумулирующими емкостями позволит минимизировать потребление традиционных энергоресурсов. Опыт эксплуатации гелиосистем в Харьковском регионе продемонстрировал удовлетворительные показатели по степени нагрева в течении 7 месяцев в году. Еще 2 месяца гелиосистемы могут частично компенсировать затраты тепла.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ПАРОКОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА

Ганжа А.Н., Круглякова О.В., Шаталова А.О., Тютюнник И.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В современных условиях вопрос экономии энергоресурсов и их эффективного использования в теплоэнергетических установках различного назначения приобретает особую важность. Одним из аспектов решения этого вопроса является повышение степени использования потенциала первичных энергоресурсов за счет комбинированного производства нескольких видов энергии на одном объекте – когенерационной или тригенерационной установке.

Тригенерация является одним из перспективных направлений энергосбережения, предполагающем организованную в одном термодинамическом цикле выработку и применение электричества, тепла и холода. Широко известны тригенерационные установки на основе мини-ТЭЦ с газовыми турбинами или газопоршневыми двигателями внутреннего сгорания и сорбционных холодильных машин. Однако последние имеют существенное ограничение по температуре греющего источника. В связи с этим в качестве источника холода расматривается теплоиспользующая холодильная установка парокомпрессионного типа, позволяющая регулировать работу источника теплоты в широком диапазоне температур. В качестве хладагента выбран диоксид углерода, к достоинствам которого относят высокую объёмную холодопроизводительность, безопасность, в том числе и для окружающей среды, отсутствие токсичности, инертеность к материалам, дешёвизну и доступность. В то же время такие особенности CO_2 как низкая критическая температура и высокие давления в области рабочих температур в настоящее время все еще являются предметом исследований и сдерживают широкое применение холодильных установок с данным хладагентом.

В докладе проанализированы результаты численного исследования термодинамических и энергетических характеристик установки при различных температурах и давлениях источника теплоты, а также при использовании внутрецикловой регенерации теплоты.

Выполненные исследования показывают перспективность применения в установках тригенерации наряду с сорбционными холодильными машинами теплоиспользующих парокомпрессионных холодильных машин с диоксидом углерода в качестве хладагента.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ганжа А.Н., Подкопай В.Н., Алексеева Е.Г., Галушка А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Как известно, современное состояние централизованного теплоснабжения в целом является неудовлетворительным. Ввиду многих объективных факторов многие потребители отказываются от услуг теплоснабжающих компаний, что уменьшает потребность в поставке тепловой энергии и увеличивает долю тепловых потерь. Поэтому большое внимание уделяется повышению эффективности источников тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения. При этом часто устанавливается новое энергоэффективное оборудование на источниках, однако остается изношенной тепловая сеть, что в итоге не дает ожидаемого результата.

Для качественного теплоснабжения следует рассматривать данную проблему в комплексе: источник – тепловая сеть – потребитель – тепловая сеть – источник. Необходим анализ всех компонентов и параметров системы теплоснабжения и учет эксплуатационных факторов.

Рассмотрена методика определения фактических тепловых потерь, описаны и обоснованы варианты компенсации этих потерь источником и оптимизация теплосети с целью снижения затрат энергоресурсов и улучшения качества теплоснабжения [1].

Предложены методы, основанные на системном математическом моделировании, с помощью которых возможен анализ и выбор вариантов модернизации и реконструкции с целью экономии энергоресурсов и повышения качества и надежности теплоснабжения [2].

Литература:

1. Ганжа А. Н. Выбор рациональных параметров отпуска теплоты от источника системы теплоснабжения / А. Н Ганжа, В. Н. Подкопай // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 8(114). – с. 8-13.
2. Ганжа А. М. Обґрунтування варіантів реконструкції системи теплопостачання житлового масиву з використанням математичного моделювання теплових втрат при транспортуванні теплоносія / А. М. Ганжа, Н. А. Марченко, В. М. Підкопай // Вісник національного технічного університету «ХПІ» Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2013 р. – №13(987). – с.104-109.

АНАЛИЗ АЭРОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОЧНОГО ВЕНЦА ТУРБОМАШИНЫ В 3D ПОТОКЕ ВЯЗКОГО ГАЗА

Гнесин В.И., Колодяжная Л.В., Колесник А.А.
Институт проблем машиностроения НАН Украины, г. Харьков

В работе представлен метод решения связанной аэроупругой задачи, позволяющий прогнозировать амплитудно-частотный спектр колебаний лопаток в трехмерном потоке вязкого газа, включая вынужденные, самовозбуждающиеся колебания и автоколебания с целью повышения экономичности и надежности лопаточных аппаратов турбомашин.

Для повышения эффективности и надежности эксплуатации турбоагрегата необходимо прогнозирование аэроупругого поведения лопаточных венцов, чтобы исключить возможность проявления аэроупругой неустойчивости колеблющихся лопаток (флаттера).

Флаттер представляет собой самовозбуждающуюся неустойчивость под действием аэродинамических сил, вызванных вынужденными колебаниями лопаток, которые вызваны, в свою очередь, возмущающими силами при вращении лопаток в неоднородном вверх по течению потоке.

Стандартный подход к расчету флаттера облопаченных дисков основан на методе частотного анализа [1], в котором предполагается, что движение лопаток описывается гармоническими функциями по времени с постоянным углом сдвига фаз между соседними лопатками. Данный подход игнорирует эффект обратной связи влияния колеблющихся лопаток на основной поток газа.

В последнее время развиваются новые подходы, основанные на маршевой по времени схеме, включающей интегрирование уравнений аэродинамики и динамики упругих колебаний [2].

В данной работе на основе аэродинамической модели осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса и модального подхода к решению задачи динамики лопаток, развит метод решения связанной задачи (метод одновременного интегрирования уравнений течения вязкого газа и уравнений колебаний лопаток под действием мгновенных нестационарных нагрузок) и представлен численный анализ аэроупругого поведения турбинного лопаточного венца в трансзвуковом потоке вязкого газа при заданных гармонических колебаниях лопаток с учетом 6-ти собственных форм при различных углах сдвига по фазе колебаний лопаток и связанных колебаниях.

Литература:

1. Bolcs, A. Aeroelasticity in Turbomachines: Comparison of Theoretical and Experimental Cascade Results / A. Bolcs, T.H. Fransson // Communication du LTAT . – EPFL Switzerland., 1986. – №.13. –P. 174.

2. Gnesin V. Numerical Modeling of fluid–structure interaction in a turbine stage for 3D viscous flow in nominal and off−design regimes/ V. Gnesin, R. Rzadkowski, L. Kolodyazhnaya // Proceedings of ASME , TURBO-EXPO 2010, GT2010−23779, Glasgow, UK.−2010.− P. 1−9.

АЭРОУПРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦОВ СЕМИСТУПЕНЧАТОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА В ТРЕХМЕРНОМ ПОТОКЕ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Гнесин В.И., Колодяжная Л.В., Колесник А.А.

Институт проблем машиностроения НАН Украины, г. Харьков

Институт проточных машин ПАН, г. Гданьск

Аэродинамическое взаимодействие лопаточных венцов в многоступенчатой турбомашине приводит к возникновению высоких нестационарных аэродинамических нагрузок, которые, в свою очередь, существенно влияют на аэроупругое поведение лопаток.

С использованием метода решения связанной задачи нестационарной аэродинамики и упругих колебаний лопаток в данной работе проведено численное исследование нестационарных аэродинамических нагрузок и аэроупругих колебаний лопаточных венцов осевого компрессора в трехмерном потоке идеального газа с учетом взаимодействия семи смежных ступеней.

Расчетная область содержит $k_{C0}+k_{P1}+k_{C1}+k_{P2}+k_{C2}+k_{P3}+k_{C3}+k_{P4}+k_{C4}+k_{P5}+k_{C5}+k_{P6}+k_{C6}+k_{P7}+k_{C7}$-сегментов, каждый из которых включает одну лопатку и имеет протяженность в окружном направлении, равную шагу соответствующего лопаточного венца. Каждый из сегментов расчетной области дискретизируется с использованием гибридной Н–Н разностной сетки.

Трехмерный трансзвуковой поток идеального газа описывается в относительной декартовой системе координат полной нестационарной системой уравнений Эйлера, представленной в интегральной форме законов сохранения массы, импульса и энергии. Постановка граничных условий основана на одномерной теории характеристик .

Динамическая модель колеблющейся лопатки с использованием модального подхода приведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений относительно модальных коэффициентов собственных форм. Перемещения и скорость лопатки, полученные из решения динамической задачи, на каждой итерации используются в качестве граничных условий в аэродинамической задаче.

Выполнен расчет трехмерного нестационарного потока через компрессор без учета колебаний лопаток в течение одного оборота ротора и с учетом колебаний лопаток под действием мгновенных аэродинамических нагрузок в течение восьми оборотов ротора. Показано влияние смежных венцов на нестационарные аэродинамические нагрузки и режимы колебаний лопаток. Колебания лопаток ротора по всем формам являются устойчивыми. Рабочие лопатки 1-го лопаточного венца совершают устойчивые изгибные автоколебания с частотой, близкой к собственной частоте 1-й моды (~500 Гц) и крутильные автоколебания с частотами 1-й и 3-й мод (~ 500 Гц, 1900 Гц). Низкочастотные колебания рабочих лопаток 7-го венца характеризуются аэродемпфированием, причем логарифмический декремент затухания колебаний возрастает с увеличением жесткости лопатки и составляет 0.034 для лопаток 7-го венца. Следует отметить, что амплитуды вынужденных колебаний с высокими частотами пренебрежимо малы по сравнению с амплитудами автоколебаний.

АЭРОУПРУГОЕ ПОВЕДЕНИЕ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ПОСЛЕДНЕЙ СТУПЕНИ ТУРБИНЫ НА НЕРАСЧЕТНОМ РЕЖИМЕ

Гнесин В.И., Колодяжная Л.В., Колесник А.А., Жандковски Р.
Институт проблем машиностроения НАН Украины, г. Харьков
Институт проточных машин ПАН, г. Гданьск

Необходимость проведения модернизации турбомашин для энергетического машиностроения не вызывает сомнения. Для обеспечения более высоких характеристик модернизируемых турбин необходимо использовать пространственное профилирование лопаточных аппаратов и проточной части в целом. Реализовать такое требование можно лишь с привлечением последних достижений вычислительной аэродинамики - современных методов расчета трехмерных течений в турбомашинах.

Течение в турбинных ступенях, особенно на нерасчетных режимах, сопровождается такими сложными явлениями, как переход через скорость звука, пространственные скачки уплотнения, взаимодействующие с пограничным слоем на лопаточных поверхностях, отрывные и «возвратные» течения, трехмерность потока, существенная нестационарность, аэроупругие эффекты, аэродинамическое взаимодействие пространственных решеток между собой и т.д., для которых нет достоверных математических моделей, а имеющиеся экспериментальные данные весьма ограничены. Изучение этих явлений и управление ими позволят вскрыть значительные резервы повышение экономичности и надежности лопаточных аппаратов.

Одной из наиболее сложных проблем при проектировании турбомашины является прогнозирование усталостных напряжений в рабочих лопатках. Эти напряжения возникают при колебаниях лопаток с частотами близкими к частотам собственных форм, совершаемых под действием внешних возмущений (вынужденные колебания) и в результате самовозбуждения (флаттер). Конструктору необходимо прогнозировать спектр колебаний лопаток, чтобы избежать их разрушения. Режим колебаний определяется соотношением возмущающих сил и сил механического демпфирования и аэродемпфирования. Если при колебаниях лопаток энергия основного потока подводится к лопаткам, происходит рост самовозбуждающихся колебаний (флаттер).

В настоящей работе предложен алгоритм и представлен численный анализ связанной аэроупругой задачи для ступени осевой турбомашины. Предложенный алгоритм позволяет рассчитывать трехмерный нестационарный поток, нестационарные силы, действующие на лопатки и их колебания при произвольном соотношении чисел лопаток статора и ротора.

Для постановки задачи аэроупругости турбинной ступени используется частично-интегральный метод, который включает последовательное интегрирование уравнений аэродинамики и упругих колебаний лопаток раздельно, но при этом решение, полученное в каждой из физических сред, используется в качестве граничного условия для другой среды на следующей итерации.

ВИКОРИСТАННЯ КОНДЕНСАЦІЙНИХ КОТЛІВ В АВТОНОМНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Гончаренко О.Л., Єсипенко Т.О. Тижненко В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В Україні біля 74,4 млн. т умовного палива (у. п.) витрачається на вироблення теплоти, яку використовують для опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. Із цієї кількості споживаного палива близько 80 % (59,3 млн. т у. п.) витрачається на опалення, 19 % (14,2 млн. т у. п.) – на гаряче водопостачання, 1 % (0,9 млн. т у. п.) – на вентиляцію. Близько 70 % теплопостачання в країні є централізованим, виробленим на ТЕЦ і в районних котельних. А централізоване теплопостачання, як відомо, потребує теплових мереж значної довжини, яка в Україні становить майже 50 тис. км. За даними Державного комітету будівництва архітектури та житлової політики України, через недостатню теплоізоляцію теплових мереж та аварійний стан 6 тис. км труб, а також через погану ізоляцію будинків втрачається біля 30 % виробленої теплоти. У сучасних умовах загального дефіциту фінансових ресурсів замінити спрацьовані труби на нові практично неможливо. Отже, через надмірну централізацію теплопостачання понад 15 млн. т у. п. щороку витрачається намарне. Такі втрати неприпустимі, особливо зважаючи на те, що Україна імпортує близько 80 % споживаного природного газу. Для зменшення вартості теплопостачання джерело, що генерує теплову енергію, доцільно максимально наблизити до споживача, тобто перейти до автономного опалення і гарячого водопостачання. В котельних нашої країни працює, як правило, застаріле та малоефективне обладнання, ККД котлів типу «Універсал», НИИСТУ-5 не перевищує 60÷70 %, а в умовах експлуатації (близько 50 % котельних не мають хімічної водопідготовки) величина ККД ще менша. Їх необхідно замінити. Енергоефективним водонагрівальним пристроєм при цьому слід вважати такий пристрій, ККД якого перевищує 92 %. Досягти значень ККД понад 92 % можна шляхом глибокого охолодження відхідних продуктів згоряння до температури, яка нижча за 55 °С (температура точки роси). За таких температур стає можливим додаткове використання прихованої теплоти конденсації водяної пари з продуктів згоряння. Оптимальними для цієї задачі є конденсаційні котли. Вони дорожчі за звичайні поверхневі котли, але їх використання дозволяє отримувати чисту сітьову воду, а також конденсат з хорошими показниками pH, що може використовуватись для підживлення котла і теплової мережі. ККД конденсаційних котлів при розрахунку їх за нижчою теплотою згоряння палива, може перевищувати 100 % і досягати 105÷107 %. Закордонний досвід показує, що використання автономних котлів конденсаційного типу дає можливість зменшити вартість теплоти, що виробляється, у 2÷3 рази у порівнянні з централізованою системою теплопостачання.

Слід також відмітити, що у зв’язку з дорожнечею конденсаційних котлів одним із можливих рішень задач енергозбереження є модернізація і реконструкція існуючих котлів шляхом їх переводу в конденсаційні. Такий шлях і пропонують вчені кафедри «Парогенераторобудування».

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ВЫСОНАПОРНЫХ ГИДРОМАШИН

Дранковский В.Э., Хавренко М.Ю.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для дальнейшего повышения эффективности работы высоконапорных гидромашин, необходимо проводить исследования, основанные на применении численного моделирования течения в каждом элементе их проточных частей. Численные исследования позволяют существенно сократить объем дорогостоящих модельных испытаний при проектировании новых проточных частей с учетом условий конкретных ГАЭС либо модернизации существующих проточных частей ранее сооруженных ГАЭС.

В работе рассматриваются подходы к усовершенствованию высоконапорных проточных частей высоконапорных гидромашин путем численного исследования течения жидкости в элементах проточных частей.

На основе результатов проведенных расчетов, планируются модификации элементов проточных частей высоконапорных гидромашин, в следствии целенаправленного изменения их элементов. Проведенные расчеты позволят повысить КПД исследуемых проточных частей, уменьшить потери энергии в каждом их элементе, и в конечном итоге повысить эффективность работы гидромашин в целом. При проведении расчетных исследований течения в проточной части будет выяснено, как именно следует изменить форму этих элементов на определенном участке с целью повышения КПД.

Расчетное исследование течения жидкости в проточных частях исследуемых гидромашин позволит обосновать принятые расчетные параметры, получить потери энергии в характерных сечениях и провести анализ рабочего процесса.

Выполненный анализ рабочего процесса в проточной части высоконапорных гидромашин, даст возможность обосновать соответствие расчетных и экспериментальных данных, что будет свидетельствовать о возможности использования программного комплекса FlowVision для дальнейшей разработки новых и совершенствования модернизируемых проточных частей высоконапорных гидромашин.

БАЛАНС ЭНЕРГИЙ ВЫСОКОНАПОРНЫХ ОБРАТИМЫХ ГИДРОМАШИН В ТУРБИННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

Дранковський В.Е., Резвая К.С.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Процесс преобразования гидравлической энергии потока в механическую энергию на валу обратимой гидромашины неизбежно связан с потерями энергии. В следствие наличия потерь энергии мощность, развиваемая обратимой гидромашиной (эффективная мощность), меньше подводимой.

Потери энергии складываются из гидравлических, объемных, дисковых и механических.

Величина потерь зависит от типа гидромашины, ее размеров и режима работы. Проблема дальнейшего повышения энергетических показателей обратимых гидромашин остается очень важной, так как даже небольшое увеличение КПД приводит к существенному возрастанию ее мощности.

Для улучшения энергетических характеристик объемной гидромашины необходимо исследовать элементы ее проточной части с целью определения мест наибольших потерь энергии и выявления природы их возникновения.

В современном подходе к исследованию проточной части радиально-осевых гидромашин предусматривает проведение многовариантного анализа, в процессе которого исследуется влияние геометрических и режимных параметров на энергетические показатели гидромашины.

Для описания рабочего процесса обратимой гидромашины в турбинном режиме работы необходимо использовать уравнение баланса энергии в безразмерной форме.

Данное уравнение в общем виде для разных режимов имеет вид:

$$\frac{g}{Q'^2_{Ipk}} = k_{H_T}\eta_0^2 + k_{h_n} + k_{h_{pk}}\eta_0^2 + k_{h_{om}}$$

Это дает возможность создать полную математическую модель рабочего процесса гидромашины в турбинном режиме и записать уравнение баланса энергий для данного режима:

$$\eta = \eta_Г \eta_0 \eta_Д$$

$$\eta_Г = \frac{k_{H_T}}{g} Q'^2_I \eta_0^2;$$

$$\frac{g}{Q'^2_I} = (k_{H_T} + k_{h_{pk}})\eta_0^2 + k_{h_n} + k_{h_{om}}$$

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК МЕЖДУ ЭНЕРГОБЛОКАМИ АЭС

Ефимов А.В., Меньшикова Е.Д., Кухтин Д.И.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

На современном этапе развития энергетики вопрос распределения нагрузок приобрел особую актуальность. Оптимизация режимов работы электростанций представляет собой достаточно сложную задачу, которая зависит от большого количества факторов и заключается в поиске экстремального значения определенного критерия при соблюдении заданных граничных условий. В зависимости от внешних объективных и субъективных факторов выбор критерия оптимизации для различных электростанций и энергосистем оказывается весьма неоднозначным. Известно, что в стратегию развития ядерной и тепловой энергетики в разных странах мира закладывается планирование не только базовых режимов работы энергоблоков АЭС, но и возможность работы энергоблоков в режиме регулирования суточного графика энергопотребления в энергетических системах. Это требует усовершенствования математического и алгоритмического обеспечения энергоблоков АЭС. Таким образом, разработка методов и моделей для управления энергоблоками АЭС, которые учитывают реальное состояние оборудования в процессе эксплуатации и возможности маневренностей, а за счет этого и эксплуатационной тепловой экономичности энергоблоков АЭС, является актуальной.

Одной из частных задач является усовершенствование компьютерной программы расчета прямоточного парогенератора ПГВ-1000 на основании созданной математической модели.

Математическая модель парогенератора включает следующие зависимости: уравнение теплового баланса, уравнение материального баланса для теплоносителя второго контура, уравнение материального баланса для теплоносителя первого контура, уравнение теплопередачи. Алгоритм, реализующий модель теплового и гидравлического расчета парогенератора состоит из пяти уровней, которые находятся в иерархической последовательности: управляющая программа, программа расчета теплового баланса, программа расчета основных конструктивных элементов, программа расчета поверхностей теплообмена, программы термодинамических и теплофизических параметров теплоносителя, программа расчета коэффициентов теплоотдачи для поверхностей теплообмена.

Имитационный эксперимент, который проводится на модели энергоблока с реактором ВВЭР-1000 и парогенератором ПГВ-1000 позволяет получить его эксплуатационные характеристики в виде зависимостей мощности и тепловой экономичности энергоблока от характеристик парогенератора: температуры и давления свежего пара, температуры и давления питательной воды.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

[1]Ефимов А.В., [1]Иглин Ю.С., [2]Соловей О.И.
[1]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
[2]НТП «Укрпромэнерго», г. Харьков

В настоящее время пуск и эксплуатация энергетических установок запрещены при отсутствии систем утилизации теплоты уходящих газов. Более 60 % всего топлива из энергобаланса Украины расходуется в промышленности, в том числе на заводах черной и цветной металлургии. Там же эксплуатируется большое количество устаревших энергетических установок и котлов-утилизаторов, имеющих повышенные потери тепла с уходящими газами с температурой 350 °С и выше. С другой стороны, на заводах используется большое количество исходного сырья, которое подлежит сушке с целью повышение начальной температуры перед загрузкой в печь. Предварительный нагрев и сушка сырья позволяют с одной стороны увеличить нагрузку на печь, а с другой – утилизировать сбросное тепло после печи или после котла-утилизатора.

Нами был проведен пошаговый расчет сушки и нагрева железорудных окатышей перед их подачей в печь. Сушка происходила на движущемся ленточном транспортере, допускающем сушку и нагрев окатышей до 250÷350 °С. Процесс сушки и нагрева окатышей состоит из двух стадий. На первой стадии осуществляется продувка транспортерной ленты со слоем окатышей горячими газами снизу вверх. В этом случае процесс сушки окатышей осуществлялся по схеме приближенной к процессам, происходящим в кипящем слое. На второй стадии осуществлялась продувка и нагрев слоя окатышей сверху вниз. Такое техническое решение позволяло получить равномерный прогрев слоя окатышей перед их загрузкой в печь. Одновременно это вызывало значительные расчетные трудности, связанные с переменными граничными условиями на различных стадиях процесса. По существу были известны только начальные условия первой стадии процесса. К относились: температура, объемы и состав дымовых газов на входе; начальная влажность, температура окатышей и их теплофизические свойства на входе; толщина слоя окатышей в состоянии покоя.

Нагрев и испарение влаги сопровождались тепломассообменом при нестационарных условиях, что вносило дополнительные трудности в расчетный алгоритм процессов. Линеаризация расчетного алгоритма была связана с тем, что процесс рассматривался как линейный вдоль транспортерной ленты, а за элементарный расчетный объем принимался объем слоя окатышей с размерами: $\delta X=H$, $\delta Y=L$, $\delta Z=H$, где: H – высота слоя окатышей – var м, L – ширина ленты – 1,4 м. На каждом шаге рассчитывался тепловой баланс элементарной ячейки, и на следующем шаге – параметры ячейки. Выполненный расчет процессов сушки и нагрева окатышей позволил повысить производительность печи на 6 % и утилизировать до 20 % тепла уходящих газов.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ

Ефимов А.В., Тютюник Л.И., Иванова Л.А., Гаркуша Т.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современная энергетика представляет собой сложную многоуровневую иерархическую структуру, предназначенную обеспечить комфортные условия проживания населения, а также нормальное функционирование промышленных предприятий, производства и учреждений. Лишь на основе надежно и эффективно работающей системы обеспечения потребителей различного уровня необходимой энергией и энергетическими ресурсами, возможно, их нормальное функционирование и развитие. Политическая и экономическая независимость государства во многом определяется его энергетической обеспеченностью и независимостью. Все это связано с «производством» и «потреблением» энергии, которые входят в общее понятие «энергетики», определяемое переходом энергии из одного состояния в другое. Одинаковые по своей физической сущности, но отличающиеся конечной целью и направленностью, они являются главными образующими энергетической цепочки. Последняя, в свою очередь, определяет сущность и содержание энергоснабжения и энергопотребления.

В настоящее время известны различные виды энергии: теплового движения микрочастиц, составляющих рабочее тело; кинетическая самого тела как единого целого (механическая энергия); гравитационного, электрического и магнитного полей; электромагнитного излучения; внутриядерная. Одни виды энергии могут превращаться в другие в строго определенных количественных соотношениях, которые устанавливает всеобщий закон сохранения и превращения энергии.

Многообразие форм существования энергии, свойство их взаимопревращения позволяет использовать для производства и потребления энергии различные энергоресурсы и энергоносители, определяет их взаимозаменяемость. Энергетическая ценность ресурсов, эффективность способов их преобразования, степень совершенства процессов и установок, технологических стадий энергетического производства определяется, в конечном итоге, коэффициентом использования энергоресурса (в частности, КПД энергоустановки). Это обуславливает необходимость постоянного совершенствования энергогенерирующих установок, в том числе, тепловых и ядерных, а также их оборудования, с целью повышения коэффициента использования энергетических ресурсов в процессе производства электрической и тепловой энергии.

РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ГЛИБОКОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ КОТЛІВ ПРИ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЧАСТКОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Єфімов О.В., Гончаренко О.Л., Касілов О.В., Гончаренко Л.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На кафедрі парогенераторобудування розроблена теплоутилізаційна система, до складу якої входять: паровий котел паропродуктивністю $D = 0{,}278$ кг/с і конденсаційний теплообмінний апарат поверхневого типу (КТА), призначений для нагріву сітьової води системи гарячого водопостачання. В котлі спалюється природний газ. Для захисту газовідвідного тракту системи від корозії передбачено байпасування частини димових газів повз КТА з метою підвищення температури відхідних газів до рівня, вищого ніж температура точки роси. Система дозволяє з високою теплотехнічною ефективністю здійснювати утилізацію теплоти відхідних газів котлів з використанням теплоти конденсації водяної пари з них. При номінальному навантаженні за умови збереження витрати палива на незмінному рівні є можливість додаткового нагріву приблизно 0,4 кг/с води від 10 °С до 49 °С в конденсаційній частині КТА з подальшим підвищенням її температури в безконденсаційній («сухій») частині КТА до 80 °С при збереженні паропродуктивності на незмінному рівні. У зв'язку з байпасуванням частини димових газів ККД системи декілька знижується у зрівнянні з конденсацією всієї кількості газів, але він достатньо високий і в цьому випадку складає при розрахунку за вищою теплотою згоряння палива 92,7 %. При розробці і впровадженні системи в промислову і комунальну теплоенергетику значний інтерес представляють відомості про характер змін теплофізичних і техніко-економічних її показників в умовах перемінного режиму експлуатації. Такі відомості були здобуті авторами за допомогою розрахункового дослідження, виконаного на базі розробленої ними комп'ютерної програми. Вихідними даними є: витрата палива B, температура газів на вході в КТА $\vartheta_{Г1}$, коефіцієнти надлишку повітря на вході і виході КТА $\alpha_{ВХ}$ і $\alpha_{УХ}$, втрати теплоти від зовнішнього охолодження $q^{В}_{5КТА}$, величина присмокту повітря в КТА $\Delta\alpha_{КТА}$, а також конструктивні розміри КТА. Для можливості порівняння результатів дослідження теплотехнічних характеристик системи і кола були виконані теплові розрахунки котла при навантаженнях, рівних 100 %, 80 %, 60 % і 40 % від номінальної паропродуктивності D.

Розрахункове дослідження дозволило встановити, що при зниженні навантаження від 100 % до 40 % температура відхідних газів зменшується з 35 °С до 19,7 °С, витрата води знижується до 0,195 кг/с, тобто в два рази. Зменшується і температура її нагріву до 68 °С. При цьому здійснюється перерозподіл «сухої» і конденсаційної зон поверхні теплообміну КТА (при збереженні загальної поверхні на рівні 21,1 м^2): конденсаційна частина збільшується з 10,8 м^2 до 14,3 м^2, «суха» частина відповідно зменшується від 10,2 м^2 до 6,7 м^2. Отримані також цікаві дані про нелінійні зміни теплофізичних характеристик вздовж поверхні теплообміну конденсаційної частини КТА (шляхом позонного його теплового розрахунку при різних навантаженнях).

ЭКСПЕРИМНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ НА ЛОПАТКАХ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ОБРАТИМОЙ ГИДРОМАШИНЫ

Завьялов П.С., Кухтенков Ю.М., Суслик Д.С.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт» , г. Харьков

Надежность обратимых гидромашин в значительной степени зависит от интенсивности гидродинамических нагрузок, действующих на лопатки направляющего аппарата (н.а.) Экспериментальное определение крутящих моментов на лопастке позволяет получить достоверную информацию для широкого диапазона режимов работы гидромашины, что необходимо при разработке, проектировании лопаток н.а. и механизма их поворота, при расчетах на прочность, а также для усовершенствования теоретических методов их определения.

Гидродинамическую нагрузку, действующую на лопатки н.а. обратимой гидромашины, условно можно разделить на составляющие – статическую (среднеинтегральную) и динамическую (пульсирующую), что вызвано соответственно, стационарной P_C и пульсирующей $P_Д(t)$ составляющими гидродинамического давления. Эта нагрузка создает на лопатке н.а. гидродинамический крутящий момент, определяемый по зависимости $M_Г = M_C \pm \frac{M_Д}{2}$, где $M_Г$ – крутящий момент от гидродинамической силы; M_C – статический момент; $M_Д$ – динамический момент, т.е. двойная амплитуда пульсации момента.

Представлены результаты экспериментальных исследований статической и динамической составляющих крутящего момента на лопатках н.а. обратимой гидромашины в поле четырехквадрантной универсальной характеристики с рабочим колесом ОРО 170/5217-50 и проточной частью для условий Днестровской ГАЭС. Исследования проводились в ГТЛ ВАТ «Турбоатом» на модельном блоке обратимой гидромашины. Полученные экспериментальные данные использовались далее при расчетах и проектировании обратимых гидромашин.

Проведен анализ амплитудно-частотного спектра крутящих моментов с целью выявления режимов в рабочем диапазоне гидромашины на которых имеют место повышенные вибрации лопаток н.а. и определена линия ограничения мощности по вибрации в поле универсальной характеристики на основе анализа статической и динамической составляющих гидравлического момента на лопатках н.а.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Иваницкая Е.П.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Гидрофицированние машины широко применяются во всех отраслях жизнедеятельности современного общества для автоматизации разных видов работ. Каждый гидравлический привод уникальный, как уникальна работа, которую они реализуют. Поэтому проектирование надежных гидравлических приводов является актуальной проблемой.

Одним из основных показателей качества работы гидропривода является вид переходного процесса, т.е. реакции на внешнее управляющее воздействие.

В качестве объекта исследований принят гидравлический привод с одноштоковым вертикальным ГЦ, шток которого ориентирован вверх, дроссель расположен в напорной магистрали, направление действия нагрузки совпадает с направлением втягивания штока.

Математическая модель исследуемого гидравлического привода технологического оборудования представляет собой, при общепринятых допущения, систему нелинейных дифференциальных уравнений состоящую из: 1) уравнение динамического равновесия поршня; 2) уравнение расхода РЖ, поступающего в поршневую полость ГЦ; 3) уравнение расхода РЖ, вытекающего из штоковой полости ГЦ; 4) уравнение расхода РЖ через дроссель в напорной магистрали; 5) уравнение расхода РЖ через распределитель в сливной магистрали; 6) уравнение неразрывности.

Для уточнения расчетов используется аналитическая зависимость перепада давления на дросселе в зависимости от расхода.

Режим открытия окна распределителя моделируется постепенным изменением величины открытия окна распределителя от 0 до x_{max} за 0.04 с .

На основании полученной математической модели в математической системе MathCAD выполнен расчет переходных процессов на режимах разгона, торможения и перехода с одной скорости перемещения поршня гидравлического цилиндра на другую. Представлены результаты расчетов переходных процессов.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕВООРУЖЕНИИ УГОЛЬНЫХ ТЭС УКРАИНЫ

Каверцев В.Л., Никульшин А.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

На территории Украины есть все основные виды топлива. Однако по суммарным запасам среди топливных ресурсов наибольшее место занимает каменный уголь, которым Украина может полностью себя обеспечивать в течение нескольких следующих столетий. В то же время, запасы природного газа и нефти значительно меньше, а обеспеченность ими национальной экономики недостаточна. В недрах Украины есть также бурый уголь, торф и горючие сланцы. Энергетический уголь занимает 70 % всей добычи угля в Украине. При этом три четверти всего угля поставляют предприятия, расположенные в Донбассе. Исторически сложилось так, что большая часть котлов энергоблоков украинских ТЭС и ТЭЦ были ориентированы на использование антрацитовой группы углей донецкого месторождения. За последние несколько лет Украина периодически сталкивалась с проблемой нехватки энергетических ресурсов для обеспечения собственных потребителей и промышленных предприятий электроэнергией и теплом.

В настоящее время энергетический кризис вспыхнул с новой силой, и в энергетической отрасли наметились две основные тенденции выхода из него: первая – это курс на развитие малой энергетики, обеспечивающей большую независимость от поставщиков электроэнергии, рост числа мини-ТЭЦ, обеспечивающих генерацию не только тепла и пара, но и электроэнергии; вторая – рост интереса к альтернативным источникам энергии, отказ от сжигания газа и переход на топливо собственного производства.

В этой связи необходимо отметить, что полный переход на топливо собственного производства предусматривает применение современных прогрессивных технологий его сжигания в котлах ТЭС и ТЭЦ.

В современной тепловой энергетике, доминирующей на Европейском рынке применяется прогрессивная технология сжигания топлива в так называемом «кипящем слое».

Для перевода отечественных котельных агрегатов энергоблоков ТЭС и ТЭЦ на «кипящий слой» необходимы значительные финансовые вливания. С технической точки зрения это процесс принятия сложных компоновочных и конструкторских решений. Не смотря на то, что такой способ сжигания топлива имеет свои недостатки, существенным преимуществом топок с кипящим слоем, является то, что они не чувствительны к качеству топлива в смысле его химического состава. Это позволит использовать угли всех месторождений Украины и практически снимет зависимость от внешних поставок твердого топлива.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИНТЕЗАТОРОВ СИСТЕМ ИХ РАСЧЁТА И ОПТИМИЗАЦИИ

Каневец Г.Е., Алтухова О.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Разработана функциональная классификация пластинчатых теплообменников (ПТО), которая является основой для синтеза систем расчёта и оптимизации (СРО) широко спектра объектов расчёта.

Описательные классификации, являющиеся привычными и лёгкими для понимания, не могут быть положены в основу синтезатора, т.к. по большей части полагаются на описание объекта в целом. При создании СРО по подобным классификациям для их расширения и доработки приходится фактически дописывать полные расчёты при появлении новых конструкций оборудования. При создании развивающихся синтезаторов объект расчленяется на мельчайшие составляющие, элементарные признаки, каждый из которых регламентирует подстановку определённой структуры расчёта или сменного модуля в соответствующем месте алгоритма. Это позволит добиться охвата максимально широкой области объектов расчёта. Именно по такому принципу разработана представленная функциональная классификация, что является основным её преимуществом.

Впервые функциональная классификация, разработанная для кожухотрубчатых теплообменников, была представлена в [1]. Представляемая нами классификация является расширением уже существующей на область пластинчатых теплообменников. Рассмотрим их основные признаки.

1-я группа включает функциональные признаки, которые класссифицируют процессы теплопереноса и применяются при конкретизации областей поиска методов расчёта процессов теплопереноса и гидравлических сопротивлений.

2-я группа – это конструктивные признаки теплообменников и отдельных их составляющих. Применяют при выборе методов расчёта процессов теплопереноса, теплопередачи в сечении, гидравлических сопротивлений, конструктивных и экономических показателей.

3-я группа – признаки схем тока сред в теплообменных модулях, аппаратах, теплообменниках и определяют специфику теплопередачи в них. Применяются при создании и реализации универсального иерархического метода теплового расчёта теплообменников (определения требуемой теплопередающей поверхности, текущих и конечных температур) в ПТО с простыми и сложными схемами тока сред.

Таким образом, предлагаемая функциональная классификация является структурной основой СРО. Она позволяет сделать систему синтеза легко дорабатываемой и охватить при этом широкий спектр объектов расчёта.

1. Каневец Г.Е. Обобщённые методы расчета теплообменников. – Киев: Наукова думка, 1979. – 352 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ПЛАНЕТЫ

Канило П.М., Соловей В.В., Внукова Н.В.
Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков

Известно, что основу «глобального потепления» климата составляют процессы, приводящие к нарушению замкнутости углеродного цикла и разрушению биосферы Земли, обусловленные увеличением антропогенно-экологической нагрузки на природную среду, характеризуемой высоким уровнем загрязнением атмосферы, литосферы и гидросферы различного рода биоцидами: предельно опасными токсичными и канцерогенно-мутагенными химическими соединениями, тяжелыми металлами и радиоактивными элементами, выбрасываемыми с продуктами сжигания топлив.

Одним из факторов, определяющих потепление климата на Земле и рост концентрации CO_2 в атмосфере, в значительной степени связано с проблемой антропогенно-экологической, т.е. с загрязнением наземных и океанических фотосинтезирующих экосистем супертоксикантами, с их деградацией и разрушением.

Анализ вклада в изменение климата тепловой энергии, которая выбрасывается в атмосферу крупными городами, энергетическими и промышленными комплексами, транспортом, показал, что вырабатываемое в настоящее время количество энергии в мире по отношению к энергии солнечной радиации, поглощаемой Землей, не превышает сотых долей процента и составляет всего лишь несколько процентов от ее периодических изменений. На основе этого можно сделать вывод о том, что предполагаемое в ближайшем будущем увеличение производства и использования энергии человечеством не будет являться предельно ограничивающим с точки зрения глобального потепления климата.

Таким образом, важнейшей составляющей глобальных кризисов на Земле кроме возможного влияния повышенной активности Солнца, является хищнически-потребительская деятельность человечества, приводящая к разрушению регенеративных механизмов биосферы, к уничтожению и деградации фотосинтезирующих систем.

Выход из создавшейся ситуации следует искать в экологизации хозяйственной деятельности на основе внедрения новых высокоэффективных технологий использования природных ресурсов, в том числе высокоэкономичных и экологически чистых технологий сжигания, как традиционных, так и альтернативных энергоносителей, в том числе водорода, а также технологий с более широким применением возобновляемых источников энергии. С большой долей уверенности можно утверждать, что затраты ресурсов, энергии и труда на восстановление (стабилизацию) природной среды могут стать в ближайшие десятилетия крупнейшей статьей экономики мира и составят не менее 50 % стоимости валового произведенного продукта.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ

Ковалёв Д.А., Гордиенко Е.П., Ена С.В.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Национальный технический университет«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Повышение эффективности эксплуатации систем жизнеобеспечения зданий представляет собой актуальную научно-техническую проблему не только Украины, но и большинства стран мира. Результатом ежегодных форумов Международного энергетического агентства, направленных на поиск решения этой проблемы, является: анализ запасов полезных ископаемых, используемых для получения тепловой и электрической энергии; состояние альтернативной и возобновляемой энергетики в странах – участниках; возможность частичного замещения традиционной энергетики альтернативной (возобновляемой); планирование и рекомендации по распространению, разработке, использованию и внедрению альтернативной энергетики в большинстве стран мира.

При разработке, использовании и внедрении энергосберегающих технологий особый интерес (в первую очередь материальный) для потребителей тепловой энергии представляет собой здание. При решении данной задачи общемировой тенденцией является отказ (при невозможности – модернизация) от традиционных систем теплоснабжения и широкое распространение нетрадиционной (альтернативной) энергетики.

В Украине для повышения энергосбережения в зданиях целесообразно применять солнечную и геотермальную энергии. Солнечная энергетика основана на использовании солнечного излучения – неисчерпаемого (в обозримом будущем) источника энергии, использование которого при помощи солнечных коллекторов осуществляется в целом ряде технологических процессов, в частности, для горячей водоподготовки зданий. В отличие от солнечной энергетики геотермальная энергия начала использоваться сравнительно недавно, но уже получила широкое распространение, в частности, в качестве источника низкопотенциального тепла для тепловых насосов.

Для повышения энергосбережения в системах жизнеобеспечения зданий особое внимание уделяется модернизации существующих и разработке и внедрению новых технологий (использующихся пока лишь эпизодически даже в развитых странах), которые позволят компенсировать дефицит традиционного топлива. Но большинство из предлагаемых вариантов являются малоприменимыми для Украины ввиду высокой стоимости иностранных контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИП и СА), в том числе микропроцессорных контроллеров (МПК), предлагаемых для их реализации. Поэтому целесообразной представляется разработка компьютерно-интегрированных систем управления для систем жизнеобеспечения зданий с использованием отечественных КИП и СА, в том числе МПК, стоимость которых значительно ниже иностранных аналогов.

О РАЗВИТИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «FLUTTER»

Колесник А.А., Гнесин В.И., Колодяжная Л.В.
Институт проблем машиностроения НАН Украины, г. Харьков

Рассмотрено применение двухпараметричной k–ω SST модели турбулентности Ментера [1], для численного анализа самовозбуждающихся колебаний лопаточных венцов турбомашин в трехмерном потоке как идеального та так и вязкого газа. Представлена математическая постановка задачи. Показана возможность применения этой модели турбулентности с ее ограничениями и граничными условиями для расчетов и моделирования течения газа.

Одной с главных проблем при разработке или модернизации турбомашин является проблема обеспечения высокого уровня надежности проточной части на всех режимах работы, в которой особенно важна задача прогнозирования условий возникновения самовозбуждающихся колебаний лопаточного венца. Для дальнейшего совершенствования проточных частей турбомашин необходимо детальное изучение и анализ физических процессов, происходящих в них. Несмотря на знание множества динамических закономерностей и законов аэроупругости, полученных при проектировании и исследовании турбомашин, каждая новая турбина или компрессор имеет свою проточную часть, которая имеет свои индивидуальные особенности, которые влияют на ее характеристики. В настоящее время, в эпоху бурного развития компьютерных и электронных технологий, важным инструментом использования в процессе изучения, проектирования, создания и расчета турбомашин, является численный анализ и моделирование, построенные на основе моделей трехмерного течения идеальной и вязкой сред.

Комплекс программ «Flutter» был создан более 10 лет назад. Тексты программ написаны на алгоритмическом языке «Visual Fortran». Диалоговый интерфейс создавался для операционной системы DOS, но также он применителен для операционной системы «Windows XP Professional». Этот комплекс широко используется не только в самом ИПМаш НАН Украины, но и в ряде ведущих организаций Украина, СНГ и стран ближнего и дальнего зарубежья. С его помощью можно моделировать трехмерное течение как идеального, так и вязкого газа в ступенях турбомашин.

Таким образом, можно сделать выводы о необходимости усовершенствования существующего программного комплекса, путем внедрения новой двухпараметричной k−ω SST модели турбулентности Ментера [1]. Основные принципы, заложенные в основу такой модернизации программного комплекса «Flutter» представлены в работе.

Литература:

1. Menter, F. Zonal two-equation k − ω turbulence models for aerodynamic flows/ F. Menter // AIAA Paper, 1993.

ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОКРУЖНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СТАТОРОВ НА АЭРОУПРУГОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЛОПАТОЧНОГО ВЕНЦА В ПОЛУТОРНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТУПЕНИ

Колодяжная Л.В., Гнесин В.И., Колесник А.А.
Институт проблем машиностроения НАН Украины, г. Харьков

Аэродинамическое взаимодействие лопаточных венцов в многоступенчатой турбомашине приводит к возникновению высоких нестационарных аэродинамических нагрузок, которые, в свою очередь, существенно влияют на аэроупругое поведение лопаток. Проблема прогнозирования аэроупругого поведения лопаток и аэроупругой неустойчивости (флаттер, резонансные колебания) приобретает особую важность при разработке высоконагруженных компрессорных и вентиляторных венцов.

На нестационарность аэродинамических полей в многоступенчатой турбомашине существенное влияние оказывает взаимодействие волн возмущений, распространяющихся вверх и вниз по потоку относительно вращающегося лопаточного венца. Очевидно, что одним из способов влияния на взаимодействие волн и соответственно на уровень нестационарных явлений является изменение относительного окружного расположения статоров смежных ступеней.

Экспериментальному и расчетному исследованию влияния относительного окружного расположения статоров смежных ступеней на интегральные аэродинамические характеристики турбин высокого и низкого давления посвящено много работ. Эта проблема является также актуальной для осевых компрессоров. Подробный обзор влияния относительного расположения двух статоров на аэродинамические характеристики осевых компрессоров приведен во многих работах.

Следует отметить, что практически все работы посвящены исследованию аэродинамических эффектов в полуторной ступени без учета обратной связи колеблющихся лопаток на поток. Однако при таком подходе не могут быть исследованы самовозбуждающиеся колебания лопаток (автоколебания, флаттер), которые характеризуются непрерывным обменом энергией между потоком и лопатками и поэтому не могут быть изучены в рамках раздельно рассматриваемых физических сред.

В последнее время развиты новые подходы для исследования самовозбуждающихся колебаний изолированного лопаточного венца или лопаточного венца ступени осевой турбины, основанные на последовательном интегрировании во времени уравнений движения газа и колебаний лопаток с обменом информацией на каждой итерации.

Целью данной работы является численный анализ аэроупругого поведения вибрирующего лопаточного венца осевой компрессорной ступени в трехмерном потоке идеального газа с учетом аэродинамического взаимодействия статор0 – ротор – статор1.

О МЕТОДИКЕ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГИДРОТУРБИНЫ НА ЕЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Колычев В.А., Миронов К.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время все большее применение находит метод совершенствования проточной части, базирующийся на проведении многовариантного численного анализа влияния отдельных геометрических параметров на энергетические показатели гидротурбины. Путем внесения изменений в исходную геометрию проточной части и последующего прогнозирования энергетических показателей производится отбор наиболее приемлемых вариантов в соответствии с требованиями технического задания.

При поиске модификаций исходят из имеющихся практических рекомендаций, отражающих опыт гидротурбостроения. В ряде работ приводятся данные о влиянии геометрических параметров проточной части на параметры оптимального режима. Определяющее влияние на формирование энергетических характеристик оказывают гидродинамические характеристики рабочего колеса, включающие кинематические характеристики, характеристики силового взаимодействия потока с рабочего колеса и характеристики потерь. Поэтому задачу расчета гидродинамических характеристик рабочего колеса и анализа их влияния на формирование энергетических характеристик гидротурбин следует считать весьма актуальной.

При проведении многовариантного численного анализа целесообразно применение блочно-иерархического подхода.

На начальных этапах проектирования с помощью приближенных моделей течения прогнозируются параметры оптимального режима, оцениваются кинематические условия на входе и выходе из лопастных систем, определяются потери энергии в элементах проточной части. Применение упрощенных моделей течения дает возможность уже на начальном этапе проектирования рассчитать параметры оптимального режима, определить кинематические параметры потока на входе и выходе из рабочего колеса и величины потерь энергии на этом режиме. Для уточнения геометрии на последующих этапах рекомендуется использовать трехмерные методы расчета

Определенным достоинством изложенного подхода является возможность построения зависимостей кинематических параметров в расчетных сечениях проточной части в аналитическом виде. Предложенный подход к проведению многовариантного численного анализа может быть использован как при разработке проточной части вновь строящихся ГЭС, так и при их модернизации.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ВОДОРОДНОЙ ТУРБИНЫ

Кошельник А.В.

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков

Развитие технологий и конструкций, в которых используется водород, позволяет решить многие проблемы использования водорода в качестве рабочего тела в энергетических комплексах промышленных предприятий. Водород, как основной компонент рабочего тела, доля которого превышает 95 %, имеет высокую теплоемкость, что при прочих равных условиях приводит к значительному увеличению количества ступеней в проточной части турбины. Вариант конструкции турбины с меньшим количеством ступеней возможен при условии применения высоконапряженных ступеней, что приводит к значительному снижению КПД из-за отрицательной реактивности ступени.

Особенностью использования водорода в турбине является возможность увеличения части общего перепада на ступень по сравнению с традиционными газовыми турбинами, так как скорость звука в водороде больше, чем в воздухе. Это позволяет путем увеличения скорости движения рабочего потока обеспечить приемлемый уровень газодинамических потерь в ступенях. Кроме того, удельная работа водорода значительно превышает соответствующие показатели других газов, что при равных мощностях требует меньшего массового расхода рабочего тела. При использовании водорода исходная скорость потока в последней ступени оказывается довольно высокой, но ее влияние будет несущественным, так как относительные потери с исходной скоростью остаются небольшими из-за большего теплоперепада.

Исходя из технических возможностей термосорбцинного компрессора и его мощности, в качестве исходных параметров для водородной турбины целесообразно принять следующие параметры: давление за турбиной $P_к$ = 0,25 МПа; степень расширения π – от 20 до 50; температура торможения рабочего тела перед турбиной – T_0^* = 573 К. На номинальном режиме работы турбины осевая составляющая скорости на выходе лежит в пределах от 150 до 200 м/с.

С использованием усовершенствованной математической модели для исследования трехмерного течения вязкого газа в ступенях водородной турбины проведено исследование с целью получения оптимальных характеристик профиля лопаточного аппарата турбоустановки. Определены оптимальные характеристики первой и последней ступеней, что позволяет разработать высокоэффективную конструкцию водородной турбины повышенной эффективности и маневренности.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РЕГЕНЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК

Кошельнік О.В., Павлова В.Г., Хавін Є.В.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У наш час підвищення енергоефективності на всіх етапах виробництва і споживання енергетичних ресурсів є важливим для подальшого розвитку економіки та енергетичної безпеки держави. Промислові комплекси таких галузей виробництва, як чорна та кольорова металургія, хімічна та будівельна промисловість, є досить енергоємними і на більшості підприємств України випуск продукції, в цих галузях, здійснюється з підвищеними питомими витратами енергоресурсів. Одним із напрямків підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів є регенеративне використання теплового потенціалу продуктів згоряння.

Так, робота шахтних печей доменного виробництва супроводжується утворенням великої кількості низькокалорійного доменного газу, що може бути використаний в якості палива для системи повітропостачання. Сьогодні на сучасних металургійних підприємствах температура дуття становить 1200 – 1300 °С. Рівень нагріву дуття визначає питому витрату коксу й продуктивність доменних печей, тому підвищення температури дуття є ефективним засобом зменшення енерговитрат.

Для розрахунку регенеративних теплообмінників доменних печей застосовувалися наближені методики, які зводилися до визначення загального об'єму насадки та розмірів камери теплообмінника без урахування технологічних зв'язків і реальних умов роботи печі. Наслідком цього були недостатньо глибока утилізація теплоти димових газів або перевитрата вогнетривких матеріалів, збільшення вартості теплообмінника у випадку занадто великого об'єму насадки.

Для вирішення цього питання було розроблено математичну модель теплообміну в насадці регенератора на основі методу елементарних теплових балансів з урахуванням зміни інтенсивності теплообміну, теплофізичних характеристик димових газів, повітря й насадки від температури. Реалізація цієї моделі дозволяє виконувати теплотехнічні розрахунки регенеративних теплообмінників з нерухомою насадкою, які є складовою частиною високотемпературних установок різних галузей промисловості. Отримані данні можуть використовуватися для вибору конструктивних і режимних параметрів регенераторів як при реконструкції діючих, так і при проектуванні нових високотемпературних теплотехнологічних агрегатів комплексів, а також при проведенні оптимізаційних розрахунків теплотехнічного устаткування.

ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА ПЕРЕД ВЫХОДНЫМ ПАТРУБКОМ ЦНД

Лапузин А.В, Юдин Ю.А., Субботович В.П.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Эффективность работы выходных патрубков паровых и газовых турбин зависит от характера распределения параметров потока в его входном сечении. Эти параметры переменны как в радиальном, так и в тангенциальном направлениях и определяются конструктивными особенностями выходного патрубка, последней ступени, а также режимом её работы.

В НТУ «ХПИ» по заказу ОАО «Турбоатом» исследована выполненная в масштабе 1:10 модель выходного патрубка ЦНД турбины К–218–44 совместно с модельной ступенью, рабочие лопатки которой имеют длину 97 мм при среднем диаметре колеса 292 мм. Диффузор выходного патрубка имеет коническую обечайку (наружную границу) и обтекатель, образованный двумя коническими поверхностями.

На режиме осевого выхода потока окружная неравномерность давления на периферии за ступенью составляет $E_{u\ п}$=0,23, а в корневой зоне $E_{u\ к}$=0,16. Безразмерные коэффициенты $E_{u\ п}$ и $E_{u\ к}$ определены как отношения окружных разностей давления к удвоенному динамическому напору на среднем радиусе контрольного сечения перед выходным патрубком. Для среднего радиуса E_u = ($E_{u\ к}$ + $E_{u\ п}$)/2. При испытании этой же модели выходного патрубка без ступени окружная неравномерность давления перед ним примерно вдвое ниже ($E_{u\ п}$= 0,12, $E_{u\ к}$= 0,09), поскольку в безлопаточном канале перед патрубком поток имеет возможность свободно перестраиваться в сторону его прямоугольного выходного сечения. Безлопаточный канал между хонейкомбом (сеткой сотовой конструкции) и моделью патрубка ограничен на периферии трубой длиной 650 мм и диаметром 500 мм. Внутри этой трубы непосредственно перед патрубком сформирован конфузорный участок длиной 150 мм.

Измерения пятиканальным зондом в четырех взаимно-перпендикулярных направлениях показали, что несмотря на невысокое гидравлическое сопротивление хонейкомба тангенциальная неравномерность расхода во входном сечении патрубка весьма низка (G_{max}/G_{min}=1,03), что обусловлено конструктивными особенностями выходных патрубков ЦНД и в частности малым отношением среднего диаметра входного сечения к его высоте. За хонейкомбом (как и за турбинной ступенью) давление торможения переменно в тангенциальном направлении и на среднем радиусе может быть охарактеризовано коэффициентом E^*_u=0,075.

При испытании выходных патрубков ЦНД замена предвключённой ступени безлопаточным входным участком снижает примерно вдвое уровень окружной неравномерности давления, что сопровождается весьма незначительным увеличением тангенциальной неравномерности расхода (до G_{max}/G_{min}=1,03).

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬЦЕВОЇ РЕШІТКИ ТУРБІНИ У СКЛАДІ ДИФУЗОРНОГО ПРИСТРОЮ З РЕГУЛЬОВАНИМ СТУПЕНЕМ РОЗШИРЕННЯ

Лапузін О.В., Суботович В.П., Юдін Ю.О., Юдін О.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Достовірну інформацію про газодинамічну ефективність конкретної лопаткової решітки можуть дати або фізичний експеримент, або тривимірний чисельний аналіз в'язкої течії в них. Проте експериментальні дослідження неможливі без залучення значних коштів, а застосування сучасних CFD-методів у процес проектування вимагають у кожному окремому випадку тестування методів саме на схожих задачах, розв'язки яких обов’язково повинні бути підтверджені фізичним експериментом. Процес проектування аеродинамічно досконалих кільцевих решіток турбін основувався і продовжує основуватись на обов’язковій експериментальній перевірці прийнятих технічних рішень.

Головною метою експериментальних досліджень решіток парових та газових турбін є визначення їх інтегральних коефіцієнтів втрат, коефіцієнтів витрати та кутів виходу потоку із решітки у залежності від чисел Маха та Рейнольдса. За класичною схемою залучаються два компресори загальною потужністю не менше 1,5 МВт, перший із яких буде постачати повітря на вхід у решітку як нагнітач, а другий буде вилучати повітря на виході із решітки як усмоктувач. Застосування тільки одного компресора як нагнітача – це зниження вартості експерименту вдвічі, та розділити вплив чисел Маха і Рейнольдса на характеристики решітки стає неможливим.

На кафедрі турбінобудування НТУ «ХПІ» створено експериментальний зразок високоефективного дифузорного пристрою у відповідності до розмірів робочої частини експериментального стенду аеродинамічної лабораторії кафедри, до складу якого була включена соплова решітка турбіни, та проведені його детальні випробування у якості всмоктувача.

Слід зазначити, що коефіцієнт відновлення тиску дифузорного пристрою є достатньо високим, що дозволяє використовувати нагнітачі малих потужностей навіть для створення трансзвукових режимів течії в решітці, наприклад, вітрогінник з потужністю електродвигуна 100 кВт. А для розділення впливу чисел Маха і Рейнольдса на характеристики решітки проводити додаткові експериментальні дослідження цієї ж решітки при використанні компресора потужністю 700кВт на режимі втричі зниженого споживання електрики. За цих умов експлуатації у двохступінчастому відцентровому компресорі другий ступінь не стискує повітря, а тільки нагріває його майже до 120° С. Таким чином, розмежування впливу чисел Маха і Рейнольдса у цих двох експериментах відбудеться за рахунок різниці температури повітря перед решіткою приблизно у 50°. Така концепція проведення складного аеродинамічного експерименту є якісно новою у порівнянні з класичної схемою дослідження кільцевих решіток турбін.

ПРО ДОСВІД СТВОРЕННЯ КІЛЬЦЕВОГО ДИФУЗОРНОГО ПРИСТРОЮ З РЕГУЛЬОВАНИМ СТУПЕНЕМ РОЗШИРЕННЯ

Лапузін О.В., Суботович В.П., Юдін Ю.О., Юдін О.Ю., Темченко С.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розроблено принципи проектування та шляхи визначення оптимальних режимів роботи відносно простої у виготовлені конструкції дифузорного пристрою з регульованим ступенем розширення, до складу якого можна включити кільцеву решітку турбіни. Виготовлено експериментальний зразок дифузорного пристрою. Проведено експериментальні дослідження пристрою та виконана верифікація математичного забезпечення, розробленого для проектування кільцевих конфузорно-дифузорних каналів.

Основні напрямки застосування дифузорного пристрою:

По-перше, для аеродинамічних лабораторій науково-дослідних і проектних організацій турбінобудування та підприємств енергетичного машинобудування України, у яких наявне компресорне обладнання тільки малої потужності, забезпечена можливість створення дифузорних пристроїв та проведення у їх складі експериментальних випробувань кільцевих решіток турбомашин на трансзвукових режимах, а також можливість суттєвого зниження витрат на електричну енергію при необхідності використання компресорного обладнання середньої потужності.

По-друге, дифузорний пристрій за умов відсутності кільцевої решітки на вході в його осьову ділянку може використовуватись у якості кільцевої надзвукової аеродинамічної труби. У цій трубі роль вхідного сопла та вихідного дифузора, що є обов'язковими складовими елементами класичної осьової надзвукової аеродинамічної труби, виконують кільцева радіальна конфузорна ділянка на вході в осьову кільцеву робочу ділянку та кільцева радіальна дифузорна ділянка на виході із осьової кільцевої робочої ділянки. Наявність торцевого кільцевого отвору на вході в радіальну конфузорну ділянку сприяє розміщенню перед отвором кільцевої решітки лопаток незмінного вздовж висоти профілю, кут установки якого можна змінювати. Ця решітка забезпечить необхідну закрутку потоку, яка буде змінюватись у каналах дифузорного пристрою за законом вільного вихору, а саме: задану величину закрутка потоку буде мати в межах осьової ділянки пристрою, а у вихідному радіальному дифузорі закрутка буде суттєво зменшуватись, що забезпечить скорочення траєкторії течії та помірний коефіцієнт втрат дифузора.

По-третє, окрему частину дифузорного пристрою, до складу якої входить циліндрова осьова кільцева ділянку та сполучена з нею кільцева радіальна ділянка, що має рухому стінку, можна застосовувати як самостійний елемент проточної частини турбомашини. Наприклад, за наявності відповідної системи регулювання цей вісерадіальний кільцевий канал можна додатково дослідити у якості вихідного дифузора газової турбіни або газотурбінного двигуна, що працюють на суттєво змінних режимах.

АКТИВАЦИЯ ВОДОРОДА В ПРОЦЕССАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МЕТАЛЛОГИДРИДАМИ

Литвинов В.А.

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков

Способность молекулярного водорода находиться в возбужденном метастабильном состоянии позволяет расширить сферу его практического использования в процессах гетерогенного катализа, при воспламенении водород-кислородных смесей, в устройствах, использующих водород в качестве рабочего тела при подаче энергии от внешнего источника, а также в электрофизических устройствах. Образование термодинамически неравновесных возбужденных состояний молекул, атомов или ионов водорода возможно в результате различных процессов, в том числе и при его взаимодействии с гидридообразующими металлами и сплавами. В этом случае речь идет о металлогидридной активации. Экспериментально установлено, что десорбированный с поверхности металлогидрида активированный водород существует в различных формах: в виде возбужденных молекул H_2^*, возбужденных атомов и положительных ионов водорода.

Так, масс-спектрометрические исследования водорода, десорбируемого из металлогидридов, показали, что такой водород, по сравнению с равновесным, имеет повышенные на 30–50 % сечения ионизации молекул электронным ударом и пониженные на 0,3–0,5 эВ потенциалы появления молекулярных ионов H_2^+. Последняя величина близка к энергии первого колебательного уровня молекулы водорода в основном электронном состоянии $X^1\Sigma_g^+$. Такие колебательные состояния имеют значительное время жизни и образуются в ходе рекомбинации атомов водорода, выходящих на поверхность гидрида при десорбции.

О колебательном возбуждении десорбируемых молекул водорода свидетельствуют также эксперименты по изучению характеристик газовых разрядов с металлогидридным катодом. Эти эксперименты демонстрируют снижение напряжения зажигания и горения разряда в активированном водороде. Снижение этих разрядных характеристик актуально практически для любых газоразрядных энергопреобразующих устройств, поскольку позволяет повысить надежность запуска и работы системы, а также снизить энергозатраты на осуществление рабочего процесса.

О металлогидридной активации водорода и, в частности, о наличии атомарной компоненты в составе водорода, десорбируемого из металлогидрида, свидетельствуют эксперименты, основанные на эффекте спилловера, т. е. миграции атомов водорода, генерируемых разлагающимся металлогидридом, по поверхности ряда материалов. Это подтверждается также экспериментами, основанными на хемохромных эффектах, т.е. на способности некоторых материалов менять свои оптические свойства при взаимодействии с атомарным водородом.

СИНТЕЗ МЕХАТРОННОГО ГИДРОПРИВОДА РАБОЧЕГО КОЛЕСА ГИДРОТУРБИНЫ

Лурье З.Я., Гасюк А.И., Цехмистро Л.Н., Булгаков В.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современная тенденция создания систем управления частотой вращения ротора гидротурбины основана на широком применении вычислительной техники, включая ЭВМ. Это позволяет существенно сократить количество гидроаппаратов, механических элементов (тросов, рычагов, кулачков и др.) и передать их функции электротехническим устройствам, управляющей электронике, программному обеспечению ЭВМ. Появилась возможность разрабатывать мехатронные системы с улучшенными динамическими характеристиками на базе гидроаппаратуры с пропорциональным управлением.

Результаты анализа последних публикаций показали, что обеспечение современных высоких технических требований к рабочему процессу ГП РК для поворота лопастей ПЛГ продолжает оставаться актуальной задачей. Ее решение связано не только с улучшением технических характеристик электро- и гидрооборудования, но и с существенным пересмотром формирования законов в устройствах управления, входящих в состав ГП, на базе достижений теорий автоматического управления, методов синтеза, оптимизации и вычислительной техники.

Улучшение динамических и статических характеристик (показателей качества переходных процессов) и обеспечение режима малых перемещений путем введения более эффективных законов управления еще в должной мере не использованы и продолжают оставаться актуальной задачей.

В докладе приводится исследование динамики гидропривода рабочего колеса подтверждает, что предложенная математическая модель с переменной структурой открывает возможность более полно использовать возможности компьютерной системы управления поворотно-лопастной гидротурбиной.

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС МЕХАТРОННОГО ГИДРОАГРЕГАТА НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА В РЕЖИМЕ УСИЛИЯ

Лурье З.Я., Цента Е.Н.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Теоретические и экспериментальные исследования, посвященные математическому моделированию мехатронных гидроагрегатов навесного оборудования (МГА НО) трактора, выявили ряд проблемных вопросов и нуждаются в дальнейшем усовершенствовании для оценки показателей качества рабочих процессов. Поэтому исследование динамики МГА НО трактора в режиме усилия (с обратной связью по усилию на крюке трактора) является актуальной задачей.

Режим усилия характеризуется заглублением и выглублением сельхозорудия, т.е. подъемом и опусканием НО. При этом в качестве входного управляющего воздействия в МГА принято заданное тяговое усилие на крюке трактора $F_з$, а обратной связью служит измеряемое датчиком тяговое сопротивление (тяговое усилие $F_{ТУ}$). $F_{ТУ}$ меняется с изменением условий работы сельхозорудий и машин и зависит от физико-механических свойств почвы, профиля пути и т.п.

За счет подъема и опускания НО с помощью МГА можно поддержать с достаточной для практики точностью заданное $F_{ТУ}$. На реальном объекте фактическое значение $F_{ТУ}$ измеряется датчиком и как сигнал обратной связи поступает в микропроцессорный блок управления (МПБУ). При моделировании возникает необходимость косвенным образом имитировать датчик усилия.

Вводится коэффициент K_f как удельное тяговое усилие на единицу заглубления (кН/м), которым можно воспользоваться для формирования в математической модели МГА обратной связи по усилию. Отмечается, что при работе трактора Т-150К с системой силового регулирования изменение тягового усилия является линейной функцией глубины пахоты.

Проведены исследования динамики МГА при заглублении сельхозорудия на различные значения заданного тягового усилия $F_з$ от 14,4 до 48 кН.

Определен рабочий процесс МГА при заглублении сельхозорудия с последующим различным ступенчатым внешним воздействием, характеризующим изменение сопротивления грунта, внешним гармоническим воздействием при различных частотах ω и времени включения.

Оценено влияние коэффициента обратной связи (ОС) по скорости движения штока гидроцилиндра, улучшающего динамику МГА НО.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Мараховский М.Б., Гасюк А.И. Медведев М.Е.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В связи с увеличением стоимости энергоносителей и стремлением Украины к энергетической независимости, нами была разработана система мониторинга на основе концепции нулевого энергопотребления зданий и сооружений. При этом мы учитывали действующие нормы и стандарты ЕС, а так же комфорт нахождения в помещении, как основной критерий при построении системы.

Разработанная система предполагает наличие пассивных методов энергосбережения (утепление фасадов, цоколей, крыш, установленные энергосберегающие стеклопакеты, наличие утепленной крыши). В силу этого, разработанная нами программа рассчитывает фактический класс здания. Затем, в процессе эксплуатации системы, осуществляется постоянный мониторинг – соответствует ли действительный класс задания проектному или нет. Если такого соответствия нет, то система применяет алгоритмы нейронных сетей для того, чтобы проанализировать данные с датчиков и выдать предполагаемый перечень проблем, которые привели к изменению класса здания.

Программа построена на основе SOLID принципов объектно-ориентированного программирования, в силу чего она легко изменяется и модифицируется. Сохраняемая база данных позволяет алгоритмам нейронной сети продуцировать новое поведение объектной модели, а так же позволяет составить фактический энергетический паспорт здания в процессе его эксплуатации.

Модульная структура системы позволяет гибко выбирать те решения, которые необходимы в конкретном исполнении здания (выбор количества датчиков температуры, потока, давления, CO_2-газоанализаторов, датчиков ветра, уровня, вибрации и т.д.), а так же работу системы затенения, вентиляции и кондиционирования и т.д. Более того, единый блок контроллера позволяет расширять систему в процессе эксплуатации, а несколько систем передачи данных делают систему универсальной с точки зрения подключения различных периферических устройств.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОБУРА

Мараховский М.Б., Гасюк А.И. Медведев М.Е.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Анализ современного состояния научно-технического развития отечественной буровой отрасли показывает актуальность использования новых подходов к разработке забойных двигателей с высокими энергетическими качествами, предназначенных для работы с различными породоразрушающими инструментами.

Для исследования рабочего процесса, а также оценки влияния геометрических параметров проточной части на энергетические характеристики турбины необходима математическая модель, с достаточной для инженерных расчетов степенью точности, связывающая геометрические и режимные параметры (1)-(3).

Расчет энергетической характеристики гидротурбины требует знания безразмерной напорной теоретической характеристики (2) и функциональных зависимостей коэффициентов потерь рабочего колеса и статора (3) от геометрических и режимных параметров.

$$\eta_{\Gamma} = \frac{k_{H_T}}{k_H + k_{h\Gamma}}: \tag{1}$$

$$k_{H_T} = k_{H_T}\left(\frac{\overline{\Gamma}_1 D}{Q_k}, \frac{\omega D^3}{Q_k}, L'_{pk}\right); \tag{2}$$

$$k_{h_\Gamma} = k_{pk}\left(\frac{\overline{\Gamma}_1 D}{Q}, \frac{\omega D^3}{Q}, L'_{pk}\right) + k_{CT}\left(\frac{\omega D^3}{Q}, L'_{CT}\right). \tag{3}$$

Для определения потерь взамен данных по расчету обтекания используются зависимости коэффициентов сопротивлений, полученные с помощью законов сохранения в интегральной форме. Эти зависимости связывают коэффициенты потерь с геометрическими параметрами решеток и режимными параметрами гидротурбин.

Разработанная математическая модель может быть использована как для прогнозирования энергетических характеристик турбобуров, так и для исследования влияния геометрических характеристик проточной части на энергетические характеристики турбин на различных этапах проектирования.
Изложенный подход к численному моделированию энергетических характеристик может быть использован как для совершенствования существующих, так и при разработке новых проточных частей турбобуров.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОК У ЧИЛЛЕРАХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Мелейчук С.С., Ванєєв С.М.
Сумский державний університет, м. Суми

У останній час досить активно розвиваються нанотехнології в промисловості і, зокрема, в холодильній техніці. У зв'язку з тим, що традиційні робочі тіла й теплоносії, які використовуються в системах перетворення енергії, практично вичерпали теоретичні можливості подальшого росту коефіцієнта теплопроводності, тому одним з найперспективніших напрямків у холодильній техніці – є використання наночасток.

Додавання наночасток у мастила, в основному використовується в комбінації з холодоагентами в чиллерах, що може значно підвищити їх енергетичну ефективність. Відомо, що додавання наночасток з різними концентраціями показали реальну можливість істотного підвищення енергетичної ефективності промислових чиллерів. Механізм збільшення перенесення тепла в суміші холодоагент-мастило при додаванні в цю суміш наноматеріалів – складний. Очевидно, що наночастки матеріалів з високою теплопроводністю підвищують швидкість теплопередачі. Результати, представлені рядом дослідників, також свідчать про те, що при додаванні наночасток у достатній кількості, параметри тепловідводу поліпшуються за рахунок більш енергійного кипіння суміші. Маленькі частки присадок стимулюють утворення подвоєної кількості пухирів, зокрема, вторинних пухирів на поверхні вже існуючих, первинних пухирів. Пухирі несуть тепло від поверхні, утворюються більш ефективно і у більшій кількості завдяки чому тепло відводиться швидше.

Існуючі моделі, що якісно описують теплообмін розділяються на дві групи. Перша базується на тому, що бульбашки пари з'являються у більшій кількості через появу додаткових центрів пароутворення. Друга модель пов'язана з тим, що на нагрівачі, незалежно від його форми, неминуче будуть осідати наночастки. Таким чином, буде змінено його шорсткість і, як наслідок, зміниться інтенсивність процесу передачі тепла від нагрівача до рідини. Зазвичай суміші наночасток створюються шляхом ультразвукового диспергування нанорозмірних твердих частинок у мастилах.

ВПЛИВ ВОГНЕТРИВКОГО МАТЕРІАЛУ НА ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОВІТРОНАГРІВАЧА СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Мігура А.О., Кошельнік О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Скловарне виробництво є складною та достатньо енергоємною галуззю промисловості. Основна частина тепла, що утилізується, в загальному енергобалансі виробництва скла припадає на високотемпературні установки (ВТУ) регенеративного типу.

Для реалізації теплових процесів в ВТУ необхідна інформація про температурні режими теплонапружених елементів конструкції регенераторів, що може бути отримана за допомогою використання комп'ютерних технологій. Застосування насадок з різноманітною геометрією каналу, різних вогнетривких матеріалів, необхідність урахування змінення теплофізичних властивостей теплоносіїв та матеріалу насадки ускладнює вирішення задач, що пов'язані з підвищенням ефективності роботи системи регенерації ВТУ.

Робота скловарної печі у системі «піч-регенератор» повинна бути злагодженою та безперервною. Насадка регенератора повинна мати строк експлуатації не менше строку роботи печі. Найчастіше для будування насадки використовують шамотну цеглу стандартного типорозміру. На практиці неодноразово було спостережено факт руйнування регенератора виконаного з шамотної цегли.

Для визначення можливості застосування вогнетривкої цегли нешамотного походження було проведено дослідження впливу параметрів цегли з дінаса, магнезіта та хроміта на теплотехнічні параметри роботи регенератора.

Результати визначення температури повітря на виході з насадки довели доцільність використання вогнетривкої цегли наведених типів для ВТУ скловарних печей з метою вирішення питання продовження кампанії роботи скловарної печі.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ ОТ ВИХРЕВОГО ЖГУТА В ОТСАСЫВАЮЩЕЙ ТРУБЕ ГИДРОТУРБИНЫ МЕТОДОМ ИСТОЧНИКОВ

Подвойский Ю.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

При эксплуатации гидротурбин в режимах частичных и форсированных нагрузок в отсасывающей трубе формируется прецессирующий винтообразный вихревой жгут. Все это приводит к генерации низкочастотных пульсаций давления большой амплитуды и к вибрациям элементов гидроагрегата, несущих конструкций и т.д. Поэтому необходимо создавать методики расчета пульсационных характеристик гидротурбин.

В создаваемой модели вихревой жгут имеет вид обобщенной винтовой спирали. На конической части поверхности отсасывающей трубы (берется без поворота) непрерывно распределены гидродинамические источники, формирующие поток вытеснения. Вихревые источники спирали жгута индуцируют циркуляционнйй поток, который суммируется с потоком вытеснения и циркуляционным потоком, покидающим рабочее колесо.

Скорость, индуцированная трубкой вихревой спирали, определяется по формуле Био-Савара.

Источники на стенке расположены с неизвестной интенсивностью, которая находится из условия не протекания: скорости рассматриваемых потоков идеальной жидкости суммируются , векторная сумма проектируется на нормаль к конусу и проекция приравнивается к нулю. В результате получаем двумерное уравнение Фредгольма первого рода.

Интенсивность представляется в виде гармоники по угловой переменной, коэффициенты ее берутся линейными функциями по радиальной переменной. Берутся несколько расчетных поперечных сечений отсасывающей трубы, периметр каждого из них делится на заданное число частей и в точках делений (расчетные точки) записывается условие „непротекания”. В результате получаем переопределенную СЛАУ, решение которой методом наименьших квадратов дает искомые коэффициенты. Имея распределение интенсивности источников, определяем скорость от влияния стенки, а затем и суммарную скорость на стенке. Удвоенную амплитуду пульсаций давления определяем с помощью интеграла Бернулли.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В КАНАЛАХ ГИДРОТУРБИН

Потетенко О.В., Крупа Е.С., Радченко Л.Р.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Совершенствование математических методов расчета турбулентных потоков позволяет не только сэкономить время на разработку современного оборудования, но и произвести более точный и глубокий анализ рабочего процесса гидротурбин и других гидромашин. В перспективе методы математического моделирования рабочего процесса гидротурбин и структуры потока позволят полностью или почти полностью исключить более дорогостоящий и трудоемкий физический эксперимент.

В докладе анализируются современные методы математического моделирования потоков жидкости, акцентируется внимание на их преимуществах и недостатках.

Основным отличием турбулентного потока от ламинарного является интенсивный диффузионный перенос массы, количества движения, момента количества движения и энергии.

Для потока несжимаемой жидкости с постоянной температурой, плотностью и вязкостью основными являются диффузионный перенос импульса (количества движения), момента импульса и непрерывная трансформация энергии импульса в энергию момента импульса и наоборот. Кроме того, при математическом моделировании турбулентных потоков точность расчета параметров потока зависит от точности задания граничных условий во входном сечении канала, включая такие параметры турбулентности как интенсивность, масштаб турбулентности и др. и их распределение по входному сечению.

В докладе приводится уточненная формула для напряжений Рейнольдса и выражения, описывающие, наряду с законом сохранения массы, импульса, так же и закон сохранения момента импульса и уравнение трансформации энергии импульса в энергию момента импульса и наоборот.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА НОВЫХ ТИПОВ ГИДРОТУРБИН С ШИРОКИМ ДИАПАЗОНОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО НАПОРАМ И РАСХОДАМ

Потетенко О.В., Крупа Е.С., Каверин А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Комплекс новых конструктивных решений позволил разработать ряд новых типов гидротурбин, защищенных патентами Украины на изобретение, обладающих существенно более высокими эксплуатационными показателям, такими как среднеэксплуатационный коэффициент полезного действия, более широкий диапазон эксплуатационных режимов по напору и расходу, что очень важно при работе гидротурбин на остро пиковых нагрузках; существенно повышенная пропускная способность, что существенно снижает стоимость оборудования и дает возможность повысить единичную мощность гидроагрегата.

Среди новых типов гидроагрегатов следует отметить следующие:

1. Сдвоенный прямоточный гидроагрегат в «капсульном» исполнении, при напорах до 70-100 м и в бетонном бычке, при напорах до 300 м.
2. Прямоточная гидротурбина с диагонально-осевым рабочим колесом.
3. Вертикальная гидротурбина с диагонально-осевым рабочим колесом.
4. Вертикальная высоконапорная гидротурбина на напоры от 300 м до 800-1000 м с радиально-диагональным рабочим колесом и др. типы гидроагрегатов и гидротурбин.

В случае использования вышеперечисленных типов гидротурбин особенностями рабочего процесса являются, во-первых, применение для высоконапорных вариантов сопловых аппаратов, обеспечивающих необходимый момент количества движения перед рабочим колесом для оптимальной работы гидротурбины; во-вторых, применение трех или даже четырех компонентных комбинаторных зависимостей между открытием направляющего аппарата и разворотом лопастных систем колес и аппаратов, в результате чего обеспечивается оптимальное перераспределение срабатываемых напоров и соответственно оптимального формирования момента количества движения перед рабочими колесами, что в итоге обеспечивает более высокую надежность эксплуатации и среднеэксплуатационный КПД.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РЕГУЛЮЮЧОГО ВІДСІКУ ЦВТ ПАРОВОЇ ТУРБІНИ К-325-23,5 НА ЧАСТКОВОМУ РЕЖИМІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

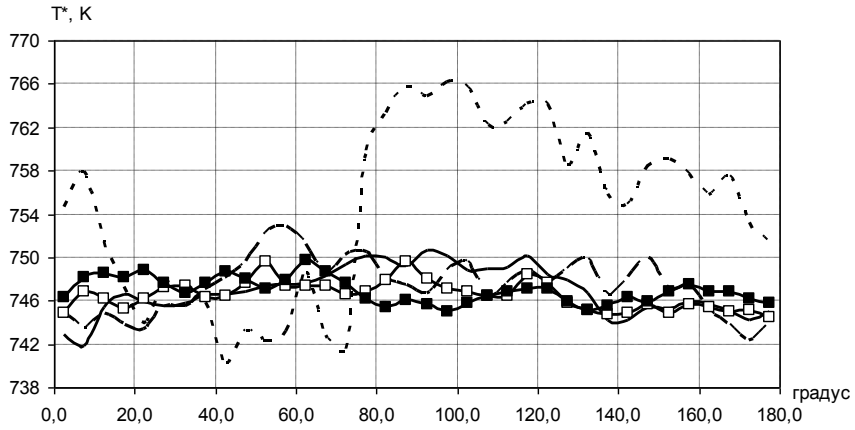
Русанов А.В., Косьянова А.І., Косьянов Д.Ю.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України, м. Харків

Значну долю парку парових турбін теплової енергетики України складають турбоустановки потужністю 200-300 МВт. Для заміни застарілого обладнання турбіномашинобудівним підприємством ВАТ «Турбоатом» розроблено нову парову турбіну К-325-23,5.

Регулювання потужності турбіни К-325-23,5 базується на використанні соплового паророзподілу. Такий підхід широко застосовується для парових турбін ТЕС та ТЕЦ. При роботі регулюючого ступеня виникає суттєва колова нерівномірність потоку, вплив якої поширюється на ефективність як наступного ступеня так і циліндру високого тиску в цілому [1].

Для визначення напрямів газодинамічного вдосконалення відсіку регулюючого ступеня в широкому діапазоні режимів роботи необхідно вивчення просторової структури турбулентної течії пари, в тому числі з використанням методів математичного моделювання.

В доповіді наведено результати чисельного дослідження просторової в'язкої турбулентної течії в проточній частині відсіку ЦВТ парової турбіни К-325-23,5, що складається з регулюючого ступеня та вирівнюючої камери, на режимі парціальності 0.4. Наведено нерівномірний розподіл навантажень в робочому колесі (РК) регулюючого ступеня. Виконано оцінювання нерівномірності повного тиску, температури (див. рисунок) та тангенціального кута в різних перерізах вирівнюючої камери. Отримано рівень втрат повного тиску вздовж камери.



--- 14,02 %; — — 233,58 %; —— 440,06 %; –□– 638,86 %; –■– 836,83 %

Розподіл T^* в коловому напрямі (пів кола) на різних віддаленнях від 1-го ступеня (у відсотках ширини РК)

Література:

1. Исследование структуры потока в регулирующем отсеке ЦВД паровой турбины К-325-23,5 / А. В. Русанов, А. И. Косьянова, Д. Ю. Косьянов // Вестник двигателестроения. – 2014. – № 2. – С. 90–95.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ГІДРОТУРБІН ПЛ20 ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ НАВАЛІВ ЛОПАТЕЙ РОБОЧОГО КОЛЕСА

Русанов А.В., Хорєв О.М., Линник О.В., Сухоребрий П.М.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України ВАТ «Турбоатом», м. Харків

Перспективним засобом підвищення ефективності гідромашин є їх гідродинамічне удосконалення за рахунок просторового профілювання елементів проточної частини. В ІПМаш НАН України накопичено великий досвід в питаннях просторового профілювання напрямних та робочих лопаток парових турбін за допомогою колового та осьового навалів. Було вирішено перенести цей досвід для удосконалювання робочих колес гідротурбін осьового типу.

При навалах форма перетинів лопатевих систем зберігається незмінною, деформується тільки форма лінії прив’язки і, як наслідок, взаємне положення перетинів у коловому або осьовому напрямах. Навал називається простим, якщо перетини лопаті відхиляються по висоті відносно осі лінійно, якщо нелінійно, то такий навал називається складним. Складний навал створюється за рахунок надання осі лопаті форми кривої другого порядку, яка визначається кутом шаблеподібності γ та відносною довжиною вигнутої ділянки лопаті $\bar{l}$. В робочому колесі осьової гідротурбіни в якості лінії прив’язки приймається вісь повороту лопаті, після виконання навалів у разі потреби вибираємо нову вісь повороту.

Дослідження впливу навалів виконано для робочого колеса осьової поворотно-лопатевої гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*. Розрахункова сітка каналу напрямного апарату та робочого колеса містила 1,5 млн комірок. Моделювання в'язкої течії нестисливої рідини виконано на основі чисельного інтегрування рівнянь Рейнольдса з додатковим членом, що містить штучну стисливість. Для врахування турбулентних ефектів викорастано диференціальну двопараметричну модель SST Ментера.

Чисельне інтегрування рівнянь проведено за допомогою неявної квазімонотонної схеми Годунова другого порядку апроксимації за простором і часом.

За результатами дослідження вперше отримано залежності структури просторового потоку, а також втрат енергії в робочому колесі, потужності та ККД проточної частини від значення колового та осьового навалів.

Встановлено, що при застосуванні навалів: 1) змінюється розташування ізоліній тиску в міжлопатевому каналі та вигляд епюр тиску на поверхні лопаті, особливо в районі вхідної кромки; 2) змінюється розподіл складових швидкості та значень кутів потоку за робочим колесом на вході в відсмоктувальну трубу; 3) досягається зниження втрат енергії в робочому та підвищення максимального ККД проточної частини гідротурбіни Кременчуцької ГЕС в широкому діапазоні режимів роботи

.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА В ЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ

Сиренко К.О., Меньшикова О.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Україна відчуває серйозний дефіцит енергоносіїв, зокрема природного газу та нафти, запаси яких в нашій країні досить обмежені. Вугілля – це єдиний енергоносій, якого в Україні достатньо для повного забезпечення потреб національної економіки. Низька калорійність штибу, шламів та бурого вугілля робить традиційні методи його використання для отримання електроенергії на електростанціях малоефективними і екологічно «брудними».

Значення низькосортного палива – бурого вугілля, вугільних шламів від гідровидобутку і гідрозбагачення принципово змінюється, якщо розглядати його, згідно світовим тенденціям, як джерело отримання водовугільного палива (ВВП).

ВВП має всі технологічні властивості рідкого палива: транспортується трубопроводом, в авто- та залізничних цистернах, на відміну від мазуту не потребує попереднього підігріву перед подачею в топку котла. Також ймовірне перевезення в танкерах і наливних судах. Водовугільна суміш є вибухово- і пожежобезпечна. Таке паливо можна досить довго зберігати в закритих резервуарах і транспортувати на тривалі відстані, при цьому воно не змінює свої властивості. Одною з переваг є те, що паливо не збільшує об’єму при замерзанні, а після розмороження відновлює свої початкові характеристики. У разі застосування кавітатора суспензія залишається стабільною і пластичною до трьох років без будь яких присадок при вмісті твердої частки 70 %. ВВП має ряд характерних переваг: екологічно безпечно для навколишнього середовища на всіх стадіях виробництва, транспортування і використання. Використання великої кількості води для приготування ВВП впливає на зниження в 1,5÷3,5 рази викидів в атмосферу таких шкідливих речовин, як пилу, оксидів азоту, бензопірену, двоокису сірки.

Переведення котлів на спалювання ВВП не потребує істотних змін у конструкції котлів, при цьому можливе спалювання його в камерних топках призначених для пиловугільного і рідкого палива та в топках з киплячим шаром. Також це дає можливість легко механізувати і автоматизувати процеси прийому, подачі і спалювання палива. Технологія вихрового спалювання при температурі 950÷1050 °С гарантує ефективність використання палива понад 97 %. Залежно від марок котлів і конкретної ситуації на об’єкті можливе спалювання ВВП шляхом заміни форсунок на зносостійкі при роботі на стандартних газомазутних пальниках. Також можлива модернізація котлів, яка полягає у встановленні кутових пальників замість стандартних. Це дозволяє спалювати в котлах ВВП, при цьому залишити можливість використання сухого вугільного пилу, газу і мазуту.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОКСОЗАМІЩУЮЧИХ ВУГЛЕЦЕВОВМІСНИХ ВІДХОДІВ У ДОМЕННОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Соловей В.В., Кошельнік О.В., Внукова Н.В.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Сьогодні відпрацьовані автомобільні шини застосовуються в основному при виробництві гідроізолюючих матеріалів, матеріалів для клеїв, мастик, герметиків. Кількість відпрацьованих шин в Україні складає близько $14 \cdot 10^6$ шт/рік. Але проблема переробки шин в Україні залишається актуальною, тому що для утилізації використовується лише незначна кількість відпрацьованих покришок.

Основною складовою шин є вуглевмісні речовини (каучук), що дає можливість їх використання в технологічних процесах доменного виробництва. Вміст таких речовин сягає 85 – 96 %, що приблизно відповідає вмісту вуглецю в металургійному коксі. Ще одною складовою шин є металокорд (2 – 8%), який не окаже негативного впливу на хід плавки. Кількість інших домішок є незначною.

ІПМаш НАН України має «ноу-хау» по здрібнюванню резинотехнічних виробів з отриманням фракцій заданого гранулометричного складу, які мають необхідні фізико-механічні властивості для застосування їх в технологічних процесах доменного виробництва.

Загальна маса покришок, що потребують переробки в Україні, складає близько $70 \cdot 10^3$ т за рік. Вміст вуглецевовмісних речовин в них сягає приблизно $50 \cdot 10^3$ т. В Україні видобувається $40 \cdot 10^3$ тис. т. коксу за рік. Ще близько 4000 тис. т. імпортується. Часткове заміщення коксу при виробництві чавуну дозволить зменшити річні витрати коксу на 0,1 – 0,13 %.

Крім того, пропонована технологія утилізації покришок дозволить повністю вирішити проблему їх переробки, що має важливе значення для поліпшення екологічної ситуації в Україні.

РОЗРОБКА ВОДНЕВИХ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В ПРОМИСЛОВОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Соловей В.В., Кошельнік О.В., Чорна Н.А.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Потенціал енергозбереження в Україні становить від 35 до 48 % від усього обсягу спожитих паливно-енергетичних ресурсів. Тому, політика підвищення енергоефективності на всіх етапах виробництва й споживання енергії є важливим чинником подальшого розвитку економіки та забезпечення енергетичної безпеки держави. З огляду на значні обсяги вторинних енергетичних ресурсів на підприємствах більшості галузей промисловості актуальної є проблема утилізації низькотемпературної теплоти. Крім того, Україна має значний енергетичний потенціал поновлюваних джерел енергії, залучення яких до сфери практичного освоєння дозволить істотно скоротити споживання дефіцитних вуглеводневих паливно-енергетичних ресурсів.

Основною метою наукових досліджень є розробка науково-технічних засад підвищення рівня техніко-економічних та екологічних показників енергетичних та енерготехнологічних комплексів, які характеризуються значними обсягами матеріальних і енергетичних потоків, що скидаються, шляхом інтеграції водневих теплоутилізаційних систем до технологічних схем підприємств. Було проведено комплекс наукових досліджень, що спрямовані на реалізацію концепції максимального використання енергохімічного потенціалу вторинних ресурсів та обґрунтування доцільності комплексного підходу до інтеграції в існуючі системи новітніх термоелектрохімічних технологій перетворення низькопотенційної теплоти в механічну та електричну енергію.

Для досягнення поставленої мети удосконалено технологію термосорбційного компримування для накопичення і збереження водню шляхом залучення непридатних для використання традиційними засобами низькопотенційних теплових викидів техногенного походження; узагальнено результати досліджень та розроблено методику оцінки впливу термогазодинамічних і термохімічних характеристик на кількісні показники коефіцієнту використання первинної енергії в комбінованих циклах енерготехнологічних установок.

Це дозволило розробити пропозиції з практичної реалізації методів інтегрування металогідридних термосорбційних теплоперетворюючих елементів в енергетичні схеми індустріальних підприємств та запропонувати рішення по втіленню технічних рішень зі створення нового типу електролізного та компресорного устаткування в комплексі з високоефективними турбоперетворювачами на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України.

О ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ОСЕВЫХ РАЗМЕРОВ КОЛЬЦЕВЫХ ДИФФУЗОРОВ

Субботович В.П., Юдин Ю.А., Юдин А.Ю., Темченко С.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В современных транспортных газотурбинных двигателях для уменьшения их габаритных размеров приходится идти на значительное повышение скорости выхода потока за последней ступенью турбины, что влечет за собой увеличение потерь с выходной скоростью и резкое снижение КПД всего ГТД. Потери могут быть существенно снижены, если использовать диффузорный выходной патрубок с высоким коэффициентом восстановления давления. А значительное уменьшение осевого размера диффузорного выходного патрубка при сохранении его эффективности позволит создавать конструкции ГТД с требуемыми габаритными размерами и высоким КПД.

Была поставлена задача проектирования осевого кольцевого диффузора с вдвое уменьшенным осевым размером ($L=0{,}5L_{исх}$) по сравнению с экспериментально исследованным высокоэффективным безотрывным диффузором при сохраненной степени расширения канала n=2. Для решения задачи использовался разработанный авторами новый метод расчета течения в свободных кольцевых осевых каналах [1]. Метод позволяет решать как прямую, так и обратную аэродинамические задачи с единой методологической позиции и обеспечивает проведение параллельных вычислительных процессов, что позволяет наиболее полно учитывать особенности оптимизационных алгоритмов проектирования.

В процессе проектирования были выполнены расчеты (прямая задача) исходного диффузора и диффузора с прямолинейным коническим обводом с $L=0{,}5L_{исх}$, что позволило получить распределение параметров потока внутри диффузоров и использовать их для задания граничных условий алгоритма оптимизации на основе обратных задач. Также оба варианта диффузоров были обсчитаны с помощью CFD-решателя. Эти расчеты показали, что диффузор с прямолинейным коническим обводом ($L=0{,}5L_{исх}$, n=2) имеет отрывные зоны в области втулки и обечайки, а коэффициент полных потерь его выше, чем у исходного диффузора на 24% относительных. В результате оптимального проектирования получена новая конструкция осевого кольцевого диффузора $L=0{,}5L_{исх}$ и n=2. CFD-расчет показал, что этот диффузор имеет безотрывное обтекание, а коэффициент полных потерь на 19% относительных ниже, чем у варианта с прямолинейным коническим обводом $L=0{,}5L_{исх}$, т.е. только на 5% относительных выше по сравнению с исходным вариантом диффузора.

Литература:

1. Субботович В.П. Обратная задача для осевого кольцевого канала / В.П. Субботович, С.А. Темченко // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. Вестник НТУ «ХПИ»: Сб. научн. трудов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 3. – С. 56-60

ПРО ВЗАЄМОДІЮ ПОТОКІВ ГАЗУ І ПОВІТРЯ НА ДІЛЯНЦІ ТРАКТОВОГО УЩІЛЬНЕННЯ ГАЗОВОЇ ТУРБІНИ

Тарасов О.І., Литвиненко О.О., Михайлова І.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з проблем, з якою стикаються при проектуванні газотурбінних установок, є підсос гарячих основних газів з проточної частини турбіни в порожнини між дисками і прилеглим корпусом. Для його запобігання на ободі диска встановлюють трактове ущільнення, яке в силу особливостей конструкції турбіни не може бути розвиненим і містить всього один або декілька зубів. Тому підсос газу часто все ж має місце, що призводить до перегріву дисків. Для гарантованого виключення підсосу тиск охолоджуючого повітря в порожнинах повинен бути більше, ніж тиск газу в проточної частині в області ущільнень. Розрахунок запірної витрати повітря, незважаючи на численні дослідження, є складним завданням і в даний час виконується недостатньо точно. Існуючі методи розрахунку запірної витрати мають обмежене застосування, оскільки засновані на дослідженнях обмеженого числа конструкцій ущільнень і придискових порожнин.

Метою даної роботи є дослідження процесу змішування повітря з газом і вироблення розрахункової моделі, придатної для використання в рамках математичної моделі системи охолодження, реалізованої в програмному комплексі ТНА. Для проведення цього дослідження є обґрунтовані передумови, так як автори тривалий час вивчали процеси течії в придискових порожнинах турбін і розробили метод розрахунку відцентрового ефекту, тобто приросту статичного тиску уздовж радіуса диска за рахунок закрутки потоку. Метод розрахунку заснований на вирішенні звичайного диференціального рівняння, що відображає умови радіальної рівноваги елемента рідини в порожнині зі стінками, одна з яких обертається. Проведені чисельні дослідження довели справедливість методу, що дозволяє його розвинути на випадок взаємодії потоку повітря і газу в області ущільнення на ободі диска.

Передбачається, що після впровадження моделі взаємодії потоків газу і повітря в програмний комплекс ТНА, гідравлічна мережа охоплюватиме крім внутрішніх порожнин ротора, також й частину проточної частини турбіни. Це дозволить врахувати нерівномірність тиску за направляючими лопатками турбіни і більш правильно врахувати можливість підсосу газу.

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ С КЛАПАННО-ЩЕЛЕВЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

Фатеева Н.Н., Макаренко Д.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Аксиально-поршневые насосы (АПН) являются широко распространенными и совершенными типами объемных насосов, часто применяемых в гидравлических приводах самого разнообразного назначения, в том числе в оборудовании нефтегазовых комплексов.

В связи с этим для целого ряда отраслей клапанные насосы в настоящее время рассматриваются как основной вид нагнетательного оборудования высокого давления. Клапанное распределение отличается большой надежностью и долговечностью, а также высоким объемным КПД.

При проектировании АПН производят кинематические расчеты, определяют силы, действующие на детали и звенья сборочных единиц, выполняют расчеты изделия на прочность, решают вопросы, связанные с выбором материала и наиболее технологических форм деталей, освещаются вопросы сборки и разработки сборочных единиц АПН.

Из вышеприведенного ясно, что проектирование АПН является сложной технической задачей. Благодаря развитию компьютерной техники и применению программных средств можно существенно упростить порядок расчета АПН и сократить время на его выполнение.

Расчеты при проектировании АПН могут быть с успехом выполнены в среде программного обеспечения MathCad. Автором предложена программа для комплексного расчета любого АПН с клапанно-щелевым распределением при его проектировании. Если полученные результаты не удовлетворяют техническим условиям, то производится корректировка необходимых данных. При этом можно указать оптимальные варианты – за счет каких элементов и насколько необходимо изменить исходные параметры (материалы для изготовления узлов, рабочую жидкость, угол наклона, размеры и количество сборочных единиц и т.п.). Таким образом, можно проводить необходимое варьирование параметров, существенно сократить время проектирования и обоснованно принимать прогрессивные конструктивные и технологические решения, гарантируя тем самым оптимальные показатели новой конструкции АПН (производительность, КПД).

Так как различные АПН в большинстве своем состоят из однотипных по служебным функциям деталей и сборочных единиц, то отсюда следует, что одни и те же методы анализа, расчета и проектирования могут быть применены в различных отраслях техники. Таким образом, программа, предложенная автором, может быть использована при проектировании не только АПН с клапанно-щелевым распределением, но и для АПН с другими конструктивными особенностями.

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА СИСТЕМ ГИДРОПНЕВМОАГРЕГАТОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ АЛГОРИТМАМИ РАБОТЫ

Черкашенко М.В., Полушкин К.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Предлагается метод проектирования гидропневмоагрегатов с параллельными алгоритмами работы, основанный на методах М. В. Черкашенко полной минимизации стандартной позиционной структуры, получения минимального графа операций и синтеза на основании матрицы соответствий минимальной системы уравнений, построения схемы с использованием методов безраздельной декомпозиции уравнений. В качестве математического описания системы управления используется язык графов операций С. А. Юдицкого. Полученный минимальный граф операций позволяет полностью минимизировать стандартную структуру и синтезировать минимальные уравнения для построения минимальной схемы системы управления гидропневмоагрегатов с параллельными алгоритмами работы.

Приведена позиционная структура (защищена патентом) с учетом параллелизма работы гидропневмоагрегатов. На основе такой структурной организации возможно синтезировать схемы гидропневмоагрегатов, используя методы полной минимизации стандартной позиционной структуры.

Представлен метод проектирования на примере пневмоагрегата автоматического манипулятора.

Предложенный метод проектирования гидропневмоагрегатов с параллельными алгоритмами работы может быть использован в народном хозяйстве с большим технико-экономическим эффектом, так как позволяет значительно упростить схемы гидропневмоагрегатов с параллельными алгоритмами работы по сравнению с построенными известными методами, не использующими минимизированную структуру системы управления.

СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОННЫХ ГИДРОПНЕВМОАГРЕГАТОВ

Черкашенко М.В., Салыга Т.С., Фатеев А.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для управления гидропневмоагрегатов используют простые дискретные и пропорциональные системы.

Аппараты с дискретным управлением отличаются высокой надежностью и малой стоимостью. Использование в гидропневмоагрегатах аппаратов с пропорциональным управлением позволяет плавно регулировать положение исполнительных устройств, поддерживать параметры системы при изменении температуры рабочей среды, регулировать значения расхода и давления. Однако стоимость подобных систем достаточно высока.

Одним из важнейших параметром позиционного гидропневмоагрегата является точность позиционирования. Для достижения необходимой точности дискретных систем, аналогичной точности пропорциональных систем, возможно использование ряда недорогих дискретных клапанов с различным условным проходом. Применение комбинаций таких клапанов обеспечивает изменение расхода со степенью точности, достаточной для большинства практических задач.

В данном докладе представлено два способа регулирования гидропневмоагрегатов, с использованием пропорциональной и дискретной аппароатуры с применением клапанов с различным условным проходом. Рассматриваются преимущества и недостатки приведенных систем, вопросы выбора способа регулирования в зависимости от требований к гидропневмоагрегату. Так же описываются математические модели работы систем регулирования. Проводится анализ работы систем с применением предложенных расчетных моделей, в результате которого определяются и сравниваются динамические характеристики рассматриваемых систем управления гидропневмоагрегатами.

СИНТЕЗ ПНЕВМОАГРЕГАТА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Черкашенко М.В., Удовиков А.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время выделяют два направления в разработке систем управления гидропневмоагрегатов: первое – разработка систем управления для конкретной задачи, второе состоит в применении универсальных перепрограммируемых систем. Второе направление является более прогрессивным, так как позволяет осуществлять быструю перестройку технологического процесса в условиях гибких автоматизированных производств, а также сократить время на создание перестраеваемой системы управления.

Развитие второго направления требует как разработки элементной базы для пневматических систем управления, так и формирования подходов и методов проектирования систем управления на перестраеваемых устройствах.

В настоящем докладе рассматривается синтез системы управления промышленного робота, проведенного на элементах пневмоавтоматики и с использованием программируемого микропроцессорного контроллера. В основе синтеза положен подход М.В. Черкашенко и использованы методы полной минимизации стандартной позиционной структуры, приводящие к проектированию минимальных схем систем гидропневмоагрегатов.

Использование элементов дискретной пневмоавтоматики позволило получить технико-экономический эффект от внедрения объекта в промышленности. Применение программируемого контроллера для управления промышленным роботом позволило расширить область его использования и провести простой переход при изменении технологического цикла его работы.

СТВОРЕННЯ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ МЕТАЛОГІДРИДНИХ ТЕПЛОПЕРЕТВОРЮЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ТЕПЛОВИХ ЦИКЛАХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Чорна Н.А.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Проведено термодинамічний аналіз процесів металогідридного стиску водню, що включають утилізацію теплової енергії і термосорбційне компримування. Результати теоретичних і експериментальних робіт з цього напрямку, які отримані раніше, належним образом класифіковані і проаналізовані. Отримали розвиток нові теоретичні моделі реальних діаграм фазових рівноваг, кінетики взаємодії в системах «гідридоутворюючий матеріал – водень», ефекту гістерезису, нахилу ізотерм «тиск – склад металогідриду», параметрів тепломасопереносу в шарі металогідриду, конструктивних особливостей металогідридних елементів (геометрія, металоємність та ін.). Проведено розрахунок термодинамічної ефективності перетворення енергії в термосорбційному компресорі (ТСК) як частини теплоенергетичної установки та створено математичну модель і методи розрахунку для математичної моделювання процесів взаємодії водню з гідридоутворюючими матеріалами з метою визначення параметрів процесу утворення гідридів.

В ході робіт проведено комплексні експериментальні та розрахунково-теоретичні дослідження теплофізичних і термодинамічних параметрів гідридоутворюючих матеріалів і кінетичних властивостей процесів взаємодії водню з інтерметалічними сполуками, обраними в якості робочого тіла. Визначено параметри тепло- і масопереносу в шарах металогідриду з різною геометрією теплопередаючої матриці. Визначення термодинамічних характеристик виконано шляхом побудови діаграми «тиск-концентрація-температура», що дозволить надати оцінку парціальних і інтегральних величин ентальпії взаємодії водню з інтерметалічними сполуками, а також визначити параметри ізобарного гістерезису та його вплив на ефективність процесу стиску водню у металогідридному термосорбційному компресорі.

Дослідження і оптимізація теплофізичних процесів з використанням металогідридних теплоперетворюючих елементів забезпечить отримання необхідної інформації для розробки методів їх інтегрування у теплові схеми індустріальних підприємств.

МЕТОД ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ ИЗ ПЛАВНИКОВЫХ ТРУБ

Шевелев А.А., Павлова В.Г., Ищенко А.С., Окорокова Е.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В целях повышения тепловой эффективности и компактности водяных экономайзеров (ВЭ) парогенераторов поверхности нагрева выполняют из плавниковых труб. Применение плавниковых труб позволяет уменьшить размеры рабочего объема, занимаемого ВЭ, сократить длину труб поверхности нагрева и количество сварных швов для их соединений. Однако применение плавниковых труб как и других развитых поверхностей нагрева может привести к ухудшению массовых и теплогидравлических показателей. Определение рабочих характеристик поверхностей теплообмена из плавниковых труб дает возможность определить их эффективность. К рабочим характеристикам относят теплогидравлические и массогабаритные показатели плавниковых поверхностей и их относительные значения к гладкотрубным. Анализ работ по применению развитых поверхностей нагрева в котлостроении позволил сделать вывод, что эффективными методами исследования являются методы численного анализа.

Предлагаемый метод включает математическую модель (ММ) теплового состояния поверхности нагрева, алгоритм численного решения дифференциальных уравнений ММ, корреляционные уравнения коррозионных выражений для гидравлического сопротивления и теплоотдачи на внешней и внутренней поверхности теплообмена. Определяемыми величинами были коэффициент тепловой эффективности плавника, удельные величины теплосъема и расхода электроэнергии на прокачивание внешнего теплоносителя.

Математическая модель теплового состояния плавниковых труб включает два связанных дифференциальных уравнения теплопроводности для несущей трубы и ребра (плавника), граничные условия и условия сопряжения основания плавника с трубой.

Соответствующее тепловое состояние гладкотрубной поверхности определялось по уравнению теплопередачи через цилиндрическую стенку при граничных условиях третьего рода. Алгоритм численного решения дифференциальных уравнений ММ был разработан на основе трехточечных схем аппроксимации производных и модифицированного метода прямой прогонки. Корреляционные соотношения для внешней теплоотдачи и аэродинамического сопротивления плавниковых трубопределяются в зависимости от формы пучка.

Коэффициенты теплообмена на внутренней поверхности определяются по критериальным уравнениям для течения жидкости внутри трубы в зависимости от режима движения. Реализация метода эффективна на ПЭВМ.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В СТУПЕНИ ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Шевченко Н.Г., Шудрик А.Л.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одним из основных средств механизированной добычи нефти являются установки с погружными электроприводными многоступенчатыми центробежными насосами (ЭЦН). Анализ причин отказов установок с ЭЦН показал, что насос является наименее надежным элементом всего комплекса. Преимущества применения ЭЦН – это равномерность и широкие границы регулирования расхода (при относительно высоком КПД), возможность непосредственного соединения с электродвигателями, сепараторами и эжекторами, небольшие габаритные размеры и вес. Основными факторами, усложняющими работу ЭЦН в скважине, являются наличие газа, воды, отложения солей и парафина, механических примесей, большой диапазон вязкости перекачивающей продукции. Отклонения от оптимального режима работы насоса, при указанных выше факторах, приводят к срыву подачи перекачиваемой продукции, преждевременному износу элементов насоса, вибрациям, заклиниванию и др. техническим проблемам.

Поэтому численное моделирование потока нефтяной продукции в ступени насоса, прогнозирование и анализ интегральных характеристик ЭЦН для различных режимов работы насоса является актуальной задачей, решение которой позволит повысить надежность и эффективность работы всей насосной установки.

В последние десятилетия лучшие из разработанных методов моделирования и расчета течения жидкости и газа в областях произвольной геометрической формы, в том числе и в проточных частях гидромашин, были реализованы в виде программных продуктов, таких как ANSYS (США), FlowVision (Россия), Star-CCM+ (США), SALOME (Франция), OpenFoam (Великобритания), которые получили широкое распространение.

Большой вклад в исследовании погружных центробежных насосов, используемых в нефтяной промышленности, внесли Р.И. Кривченко, П.Д. Ляпков, И.Т. Мищенко, Ш.К. Гиматудинов, И.М. Муравьев и др. Оригинальная гидродинамическая схема и конструкция ступени насоса ЭЦН обуславливают особенности рабочего процесса и расчета по сравнению со ступенями насосов общего назначения. В частности, течение в каналах ЭЦН происходит вне зоны автомодельности, поэтому характеристики насоса сильно зависят от вязкости. Также существенно влияют на характеристики технологические отклонения размеров и форм проточной части. Из-за невозможности соблюдения геометрического подобия по толщине лопаток, относительной шероховатости невыполнимо создание скважинных насосов пересчетом поверхностных.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА НАГРЕВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ АДИАБАТНОМ ПРОЦЕССЕ ТВЕРДЕНИЯ С УЧЁТОМ ЭКЗОТЕРМИИ ЦЕМЕНТА

Шульгин Ю.В., Жнитов Я.В., Гончаров Б.С.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Промышленность строительных материалов характеризуется насыщенностью процессов тепловой обработки, оказывающих существенное влияние на качество и себестоимость изделий, которые выпускают предприятия. Самым эффективным методом ускорения твердения бетона на сегодня остается тепловая обработка, которая позволяет за несколько часов достичь необходимой прочности изделия. Термообработка осуществляется с помощью различных теплоносителей, среди которых водяной пар, дымовые газы, электроэнергия и др. Тепловая обработка бетона осуществляется в устройствах различной конструкции. Эти конструкции постоянно совершенствуются с применением энергоинтеграционной комбинаторики тепловых агентов.

Одним из важнейших критериев, влияющих на конечное качество железобетонных изделий, является скорость их нагрева. Поэтому исследование изменения скорости нагрева изделий, в адиабатных условиях твердения с учётом экзотермии цемента является целесообразным и актуальным.

Исследования проводились по следующему алгоритму:

1. Была выбрана марка бетонной смеси, которая применяется для изготовления ЖБИ. Для 1 $м^3$ этой бетонной смеси был определен массовый состав и плотность. Далее была определена массовая теплоёмкость бетонной смеси с учётом массовых долей её компонентов при средней температуре нагрева.

2. Из уравнения теплового баланса экзотермии цемента и расхода тепла на нагрев бетона было определено время нагрева. После чего в зависимости от марки цемента и его количества в бетоне были определены пошагово тепловыделения при экзотермии цемента в течение всего периода времени твердения бетонной смеси.

3. Далее были обработаны полученные данные зависимости температуры бетонной смеси от текущего времени тепловой обработки. После чего была получена зависимость изменения скорости нагрева бетона от того же текущего времени тепловой обработки.

После анализа полученных результатов было установлено, что скорость нагрева бетона по временным пошаговым интервалам изменяется непрямопропорционально и носит нелинейный характер, а интенсивность её изменения больше в среднем интервале значений времени всего периода твердения бетона.

Ценность результатов исследования заключается в возможном использовании их для разработки алгоритма управления режимом тепловой обработки железобетонных изделий.

ЕНЕРГОСБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Ярошенко Т.І.
Національний технічний університет «Харківський політехничний інститут», м. Харків

Задача розвитку енергозберігаючих технологій е вельми актуальною в теперішній час. Дослідження, які проведені в цій роботі дають можливість вирішувати питання збільшення ефективності роботи систем оборотного водопостачання промислових ТЭС и питання енергозбереження. Найбільш досконалим водоохолоджуючим пристроєм в системах технічного водопостачання промислових ТЭС е вентиляторні градирні. Однак їх недоліком е підвішений по рівнянню с другими охолоджувачами циркуляційної води витрата електроенергії.

При проектуванні вентиляторних градирень розрахунки утворюються при самих несприятливих умовах – для найбільш жарких місяців року у місцевості розташування підприємства. Однак в умовах експлуатації метеорологічні фактори можуть відрізнятися от проектних.

В роботі пропонована, методика повірочний розрахунку багатосекційної плівкової вентиляторної градирні, яка дає можливість визначати відносну витрату повітря, що проходить через градирню, яка е необхідною для забезпечення заданої глибини охолодження води, що покидає конденсаторний комплекс ТЭС, при зміні метеорологічних умов. Виходячи із отриманих результатів можливо визначити кількість секцій градирні, які треба держати під навантаженням, для забезпечення стабільного режиму турбоустановки. Таким чином виникає можливість врегульовати споживання електроенергії вентиляційними агрегатами и водяними насосами, а, отже, и витрату електроенергії на власні потреби ТЭС.

СЕКЦІЯ 6. НОВІ МАТЕРІАЛИ, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Адашевская И.Ю., Краевская Е.А., Дрозденко Е.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассмотрены вопросы построения проектируемых объектов с применением векторного графического редактора AdobeIllustrator

Конструирование — деятельность по созданию материального образа разрабатываемого объекта, ему свойственна работа с натурными моделями и их графическими изображениями (чертежи, эскизы, компьютерные модели).

Растровый графический редактор — специализированная программа, предназначенная для создания и обработки растровых изображений, которые в свою очередь, представляют собой сетку пикселей или цветных точек на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах и материалах (растр).

Среди векторных графических редакторов первое место по праву занимает AdobeIllustrator. Достаточно сказать, что Illustrator – фактически мировой стандарт для векторных работ полиграфической направленности. Одной из главных черт AdobeIllustrator является его корректность в работе с вектором. То, что сделано в Иллюстраторе, почти наверняка будет правильно выведено на фотонаборном автомате (рис.1).

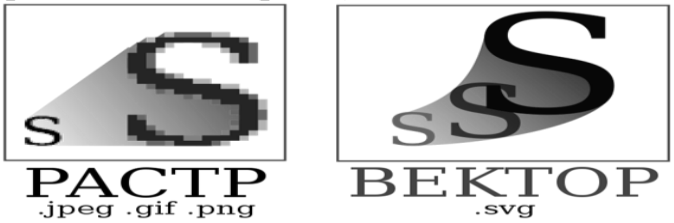


Рисунок 1. Изображение выполненное с помощью растрового и векторного редакторов

При конструировании разрабатываемого объекта применяется один из основных методов построения изображений на плоскости – перспективных проекций. Такие изображения являются наиболее наглядными и позволяют передать предметы как существующие, так и не существующие: проектируемые. Перспектива позволяет не только представить будущее изделие, но и своевременно выявить достоинства или недостатки формы, композиционного или цветового решения проекта. С ее помощью удобно проверить и корректировать решения.

В Illustrator легко рисовать или визуализировать объект в перспективе, используя набор функций, которые работают по существующим законам рисования перспективы.

ВЛИЯНИЕ ВОЛЬФРАМА НА РАЗНОЗЕРНСИТОСТЬ СТРУКТУРЫ ВАКУУМНЫХ КОНДЕНСАТОВ FE-W

Бармин А.Е.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В практике термической и термомеханической обработки многих практически важных сплавов часто формируется неоднородная по размерам зерен микроструктура, негативно влияющая на свойства. В тех случаях, когда огрубление структуры охватывает не весь объем изделия, а его часть, возникают структуры с резко неоднородным размером зерен, так называемые разнозернистые структуры. Виды разнозернистости и причины ее вызывающие весьма многообразны [1]. В субмикрокристаллических и нанокристаллических металлах и сплавах, в том числе полученных электронно-лучевым испарением и конденсацией в вакууме, разнозернистость возникает в основном в результате аномального роста зерна при рекристаллизации [2]. В связи с этим целью данной работы являлось изучение влияния концетрации легирующего компонента (W) вводимого в паровую фазу на структуру вакуумных конденсатов на основе железа.Объектами исследования служили фольги Fe, Fe-W толщиной 10 - 30 мкм, полученные электронно-лучевым испарением в вакууме [3]. Методами рентгенодифрактометрии и электронной микроскопии контролировали размер зерна, период кристаллической решетки матрицы и фазовый состав.

Структурными исследованиями установлено, что вольфрам оказывает эффективное модифицирующее воздействие на структуру конденсатов. Так легирование парового потока вольфрамом до 1 ат. % обеспечивает получение субмикро- и нанокристаллической структуры.Результаты статистического анализа распределения средних размеров зерен в фольгах Fe-W показали, что снижение температуры подложки и увеличение содержания легирующего элемента приводит к уменьшению размаха выборки, т.е. к получению более мелкозернистой и однородной структуре. Получение более однородной структуры должно способствовать повышению термической стабильности структуры материалов и прочностных свойств [1, 4].

Литература:

1. *Горелик С.С.* Рекристаллизация металлов и сплавов / *С.С. Горелик, С.В. Добаткин, Л.М. Капуткина*. – М.: «МИСИС», 2005. – 432 с. **2**. *Носкова Н.И.* Субмикрокристаллические и нанокристаллические металлы и сплавы / *Н.И. Носкова, Р.Р. Мулюков*. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 279 с. **3**. *Il'insky A.I.* Structure and strength characteristics of dispersion hardened composite foils (films) based on iron and nickel / *A.I. Il'insky, A.E. Barmin, S.I. Lyabuk* // Functional materials. 2013. V. 20, №4. P. 477-484. **4**. *Андриевский Р.А.* Термическая стабильность наноматериалов / *Андриевский Р.А.* // Успехи химии. 2002. Т. 71, № 10. – С. 967-981.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

Барташ С.Н.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» г. Харьков

Изучение температурного режима и напряженного состояния в зоне кристаллизации металла шва и околошовной зоны в процессе сварки теплоустойчивых перлитных сталей, показало, что термический к.п.д. при электродуговой сварке не превышает 18% тепловой мощности дуги, вводимой в изделие. Значительная ее часть переносится источниками расплавленного металла из головной в хвостовую часть ванны и расходуется на перегрев расплава и металла околошовной зоны. В данных сталях это приводит к образованию закалочных структур, напряженного состояния и химической неоднородности, что вызывает снижение механических свойств сварных соединений.

Применение дополнительной присадочной проволоки (ДПП), вводимой в хвостовую часть ванны в соответствии с выявленной схемой движения потоков жидкого металла позволило повысить эффективность использования тепловой мощности дуги. Процесс электродуговой сварки плавящимся электродом с применением ДПП производили на модернизированном автомате А1416, переоборудованном для сварки в углекислом газе. Для подачи дополнительной присадочной проволоки применили подающее устройство полуавтомата ПДГ-508.

После зажигания дуги и образования ванны в ее хвостовую часть вводили ДПП, после чего сообщали ей перемещение в соответствии с движением потоков жидкого металла (полученое моделированием гидродинамических процессов происходящих в жидкой ванне). Эти перемещения повысили примерно на 3% интенсивность плавления ДПП по сравнению с известными способами ввода ДПП в хвостовую часть ванны

Изучение температурного режима и напряженного состояния в зоне кристаллизации металла шва и околошовной зоне позволило установить, что при таком использовании ДПП снижается перегрев расплава и металла околошовной зоны, уменьшается область закалочных структур и зона термического влияния уменьшается на 10-15%. Одновременно повышаются на 5-10% механические свойства сварных соединений. При сравнении показателей экономичности процессов сварки с ДПП и без нее установили, что применение ДПП (при увеличении коэффициента наплавки $\acute{\alpha}_н$) вызывает снижение на 1 кг наплавленного металла, электроэнергии на 10-15%, углекислого газа – на 9-14%, электродной проволоки – на 5-10%.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ И ЭКОНОМИЯ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ НАПЛАВКЕ ЗАКАЛИВАЮЩИХСЯ СТАЛЕЙ

Барташ С.Н., Баринов А.О.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» г. Харьков

В работе рассмотрен вопрос более экономичной и качественной наплавки.

При дуговой износостойкой наплавке закаливающихся сталей для повышения эксплуатационных характеристик наплавленных деталей применяют различные технологические приемы, снижающие вредное влияние термического цикла сварки на свойства основного металла. Кним, в первую очередь, относятся наплавка подслоя аустенитного металла и предварительный или сопутствующий подогрев наплавляемой детали. Указанные технологические приемы уменьшают вероятность образования трещин и повышают работоспособность наплавленных деталей. Однако эти же приемы приводят к значительному увеличению энергозатрат при наплавочных работах, а предварительный подогрев, кроме того, способствует нежелательному увеличению проплавляющей способности сварочной дуги.

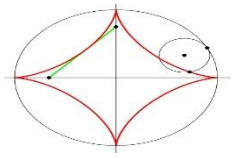
Нами разработан технологический процесс наплавки для закаливающихся сталей с аустенитным подслоем. Данная технология обеспечивает рациональное использование теплоты дуги и повышение технологической прочности наплавленного металла. Наплавка производится с введением в хвостовую часть сварочной ванны дополнительной присадочной проволоки аустенитного класса. Процесс обеспечивает формирование двухслойных валиков, состоящих из верхнего износостойкого слоя в нижних в районе линии сплавления аустенитных прослоек. Толщину наружного износостойкого слоя, а также толщину прослоек и место их расположения можно регулировать режимами наплавки. Использование теплоты сварочной ванны для расплавления дополнительной аустенитной присадки способствует снижение энергозатрат на наплавку 1 кг износостойкого металла (на примере проволоки ПП-АН138) с2,3 кВт.ч до 1,35 кВт.ч в сравнении с обычной технологией, предусматривающей предварительное аустенитное покрытие деталей перед наплавкой износостойкого слоя. Коэффициент наплавки при этом увеличивается в 1,6 – 1,8 раз, а глубина проплавления основного металла уменьшается на 30-40%.

Разработанный процесс позволяет более эффективно использовать аустенитный металл, что связанно с особенностью физико-металлургических процессов, протекающих при формировании наплавленного слоя, а также строением переходных зон «основной металл - аустенитные прослойки-износостойкий слой». Отсутствие трещин в наплавленном металле дает возможность отказаться от применения подогрева деталей.

КРИВАЯ АСТРОИДА И ЕЁ СВОЙСТВА

Бережний В.О., Ковальова А.А.
Национальный технический университет
«Харьковский полтехнический институт», г. Харьков

Бурное развитие компьютерных технологий позволяет создавать цифровые изображения высокого качества, для чего и необходимо изучать различные геометрические фигуры, чтобы с их помощью облегчить задачу построения первоначальных эскизов рисунков. Обычно в графических редакторах выбор объектов для рисования очень скуден, поэтому данные исследования могут помочь в создании различных паркетов, бордюров, орнаментов и декоративных узоров. Также свойства замечательных кривых часто используются в технике, поэтому их необходимо изучать. Кроме того, формы и способы построения замечательных кривых очень разнообразны, их свойства не перестают удивлять своей гармоничностью и красотой. Астроида (от греч. astron - звезда и eidos – вид, астроида – звездообразная) – плоская кривая, служащая траекторией точки, лежащей на окружности радиуса r, катящейся без трения изнутри по неподвижной окружности радиуса R = 4r (Рис.1). Принадлежит к гипоциклоидам. Уравнение астроиды в декартовой прямоугольной системе координат имеет вид: $x^{2/3}+y^{2/3}=R^{2/3}$. Параметрические уравнения астроиды можно привести к виду: $x=R\cos^3 t$; $y=R\sin^3 t$. Астроида также является алгебраической кривой рода 1 (и шестого порядка): $(x^2+y^2-R^2)^3+27R^2x^2y^2=0$. Свойства Астроиды: имеются четыре каспа, т.е. четыре точки возврата, в которых кривая линия разделяется на две (или более) ветви, имеющие в этой точке одинаковый направляющий вектор; длина дуги от точки с 0 до $t\leq\pi/2$: $L=(3/2)R\sin^2 t$; длина всей кривой равна 6R; радиус кривизны $r(t)=(3/2)R\sin 2t$; площадь, ограниченная кривой $S=(3/8)\pi R^2$; отрезок касательной к астроиде, заключенный между осями координат, для любой точки астроиды имеет одну и ту же длину, равную R; эволюта астроиды подобна ей, но вдвое больше неё и повёрнута относительно неё на 45°; астроида (вытянутая вдоль оси) является эволютой эллипса.



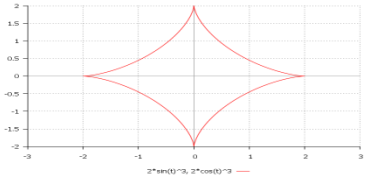


Рис.1 Построение астроиды. Рис.2 Астроида в Maple.Построение кривой было реализовано в математическом комплексе Maple с параметрами $x=2\cos^3 t$; $y=2\sin^3 t$ (Рис.2). Таким образом, исследование замечательной кривой астероиды показало её оригинальность и эстетическую значимость в области дизайна.

ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ МАГНІЄВИХ СПЛАВІВ МІКРОДУГОВОЮ ОБРОБКОЮ

Білозеров В.В., Махатілова Г.І., Субботіна В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Низька корозійна стійкість магнієвих сплавів суттєво обмежує сферу їх застосування. Одним із способів підвищення корозійної стійкості є формування окисних плівок на поверхні магнієвих сплавів с подальшим нанесенням лаків, красок.

Захисні властивості окисних плівок залежать від їх суцільності, міцності, густини, коефіцієнта лінійного розширення та адгезійних властивостей. Умови отримання суцільних якісних оксидних плівок – співвідношення питомих об'ємів окису і металу основи, повинно бути більше одиниці.

У випадку формування окису MgO, співвідношення об'ємів окису та Mg менше одиниці, що не забезпечує суцільності плівки.

В роботі була поставлена задача: методом мікродугового оксидування (МДО) забезпечити на поверхні оксидну плівку з об'ємом більшим ніж об'єм Mg. Це досягалося шляхом підбору складу електроліту, який забезпечував зміну фазового складу плівки.

Дослідження проводились на магнієвих сплавах МЛ5 та МА5**.** Мікродугова обробка проводилась в електроліті з наступним складом: NaOH (2–10 г/л), $\mathbf{Na}\mathbf{AlO_2}$ (1 – 20 г/л), гексаметофосфат $\mathbf{Na_2}\,\mathbf{P_6}\,\mathbf{O_{18}}$ (1–3 г/л).

Вивчення фазового складу показало, що плівка складається з окислів MgO і $\mathbf{MgAl_2O_4}$ (шпінель) співвідношення яких залежить від кількісного складу компонентів електроліту та тривалості обробки.

Відзначимо, що співвідношення об'ємів окислу MgO і Mg дорівнює 0,81, а $\mathbf{MgAl_2O_4}$ і Mg – 2,83. Тоді при вмісті в плівці шпінелі $\mathbf{MgAl_2O_4}$ не менше 10% співвідношення об'ємів буде більше одиниці, що повинно забезпечити отримання цілісної плівки.

Оцінка корозійної стійкості методом каплі та в паровому тумані показала, що корозійна стійкість значно зростає при наявності в складі плівки шпінелі $\mathbf{MgAl_2O_4}$ в кількості більше ніж 10%.

Таким чином, дослідження показали, що метод МДО дає змогу формувати на магнієвих сплавах оксидні покриття складного фазового складу , які забезпечують їх захисні властивості.

ТЕКСТУРА КОНДЕНСИРОВАНЫХ ПЛЕНОК

Белозеров В.В., Зубков А.И., Луценко Е.В., Махатилова Г.И.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современная техника предъявляет все более высокие требования к используемым металлам и сплавам. Свойства сплавов определяются их структурой, где немаловажную роль играет преимущественная ориентировка кристаллов – текстура.

В работе исследовались отделенные от подложки пленки системы Al-Fe толщиной 20-40 мкм, полученные путем испарения и совместной конденсацией паров Al и Fe на ситаловой подложке в вакууме ~ 10^{-3} Па. Содержание Fe контролировалось рентгеновским флюоресцентным анализом. Текстурированность пленок исследовалась рентгеновским методом путем анализа соотношений интенсивностей дифракционных линий и построения обратных полюсных фигур.

О степени текстурированности наглядное представление дает отношение интегральных интенсивностей I_{200}/I_{111}. Выявлено, что во всех пленках отношение интенсивностей сильно отличается от теоретической, интенсивность $I(200)$ значительно больше $I(111)$, что может свидетельствовать о наличии аксиальной текстуры типа <100>.

Что бы судить о преимущественной ориентировке и степени ее совершенства, были построены обратные полюсные фигуры. Анализ обратных полюсных фигур показал, что в пленках Al-Fe выявлена текстура <100> по нормали к поверхности пленки, совершенство которой зависит от содержания Fe. Так при малом содержании Fe (~ 1,5 ат.%) текстура наиболее совершенна. Увеличение Fe (~ 7 ат.%) уменьшает ее совершенство.

В таблице приведено распределение кристаллов различной ориентировки в плоскости параллельной подложке.

Таблица. Доля кристаллов (%) с ориентировкой [uvw].

Образец	uvw							
	001	011	111	012	112	113	133	115
Al	19	10	9	8	11	16	13	13
Al-Fe 1,5 ат.% Fe	95	0,4	0,4	0,6	0	0,6	1,6	0,8
Al-Fe 7 ат.% Fe	64	5	3	0	0	8	17	3

По-видимому, Fe является ингибитором, который существенно влияет на образование текстуры. С увеличением содержания ингибитора, зародышеобразование на подложке протекает интенсивнее, что приводит к возникновению нерегулярно ориентированных кристаллов.

Таким образом, легирование алюминиевой матрицы железом путем их совместной конденсации позволяет существенно влиять на степень текстурированности пленки.

ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ХРОМИТОВЫХ ПЕСКОВ

Берлизева Т.В., Пономаренко О.И., Качанова Н.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время для нужд турбомашиностроения начали широко применять высокоогнеупорные и химически инертные хромитовые пески марки AFS45-50 ТУ У 13.2-35202765-001:2011. Минимальное содержание Cr_2O_3 составляет 46%. Хромитовый песок используется при изготовлении стальных отливок в стержневых и облицовочных смесях. Их применяют при изготовлении крупногабаритных отливок, когда необходимо противостоять высокому сопротивлению ферростатического давления сплава в форме. В отличие от кварцевого песка, который имеет аллотропические превращения, хромитовый песок их не имеет, а также обладает высокой прочностью при термическом ударе. При относительно высокой температуре плавления 1880°С, он имеет низкую температуру спекания 1100°С. Зона конденсации влаги в сырой форме на основе хромита образуется на значительно большей глубине, чем в смесях на кварцевом песке. Хромит инертен к оксидам железа при высоких температурах в любой газовой атмосфере, плохо смачивается жидким металлом. Все эти факторы, при изготовлении крупных стальных отливок, способствуют предотвращению образования химического и механического пригара, улучшают условия кристаллизации металла. Благодаря высокой теплопроводности и теплоаккумулирующих способности хромита, можно осуществлять направленность затвердевания отливки и предотвращать неравномерности кристаллизации.

Для отверждения композиции в смесь в качестве добавки добавляют фурфурилоксипропилциклокарбонат (ФОПЦК). Отверждение композиции (хромитовый песок - фурфурилоксипропилциклокарбонат - жидкое стекло) происходит при взаимодействии фурфурилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК) с ЖС. Любые циклокарбонаты в щелочной среде неустойчивы и раскладываются с выделением CO_2, который реагирует с жидким стеклом с образованием полисиликатов в объеме сформированной композиции.

Однако физико-механические и технологические свойства таких смесей недостаточно изучены. В работе использовались стандартные методики исследования физико-механических и технологических свойств смесей: измерение прочности смеси в соответствии с ГОСТ 23409.7 – 78 (прочность смеси на сжатие, разрыв, изгиб и выбиваемость).

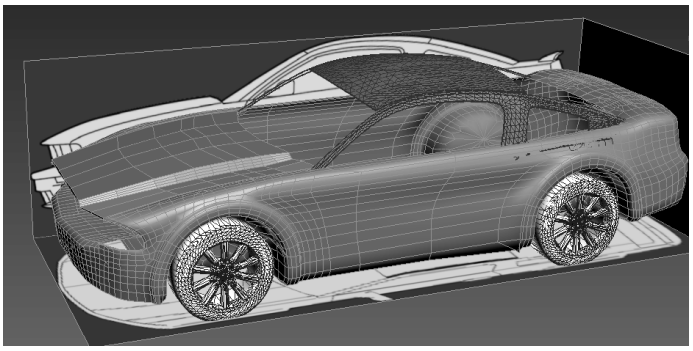
Анализ данных проведеного эксперимента показал, что значения прочности на сжатие смеси на хромитовом песке имеют болем высокие показатели по сравнению с кварцевыми песками. Так для кварцевого песка прочность на сжатие для смеси с содержанием ЖС 4,0%, ФОПЦК 0,5% и ТЭА 6% составляет 1,074 МПа, а для хромитового песка прочность на сжатие для смеси с тем же содержанием компонентов составляет 1,127 МПа.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ РЕКЛАМНОЇ ВІДЕОПРОДУКЦІЇ

Вдовикін Б.Б., Глібко О. А., Корнейчук А.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність роботи обумовлена тим, що на сьогодні у типовий та найбільш поширений пакет носіїв фірмового стилю все частіше за бажанням замовника має бути включений рекламний відеоролик. Такий ролик може бути зроблений як звичайне відео, або побудований у середовищі пакеті двомірного або тривимірного моделювання. Таким чином, метою даної роботи було створення пакету іміджевої продукції, яка містить рекламне відео для двох наступних об’єктів: студія звукозапису RIM та автосалону Top Car. Хоча представлені в роботі рекламні відеоролики створені у одному і тому ж пакеті тривимірного моделювання 3DsMAX, кожен з них базується на різних підходах до створення моделей та оточення. Задля реалізації поставленої мети було розв’язано декілька задач, а саме: розроблені традиційні складові фірмового стилю та їх носії (фірмові блоки, візитівки, рекламні постери); створені відповідні сайти та рекламні відеоролики. При реалізації останньої задачі було проведено наступний комплекс робіт: створені тривимірні моделі меблів, відеоапаратури, автомобілів; розроблені тривимірні сцени; здійснено текстурування об’єктів та сцен; виставлені джерела світу та камери; здійснено процес анімації; отримані фрагменти відео, які були з’єднані у програмі для відеомонтажу Movie Maker з додаванням звуку. В процесі моделювання та анімації були використані плагіни Craft Director Studio та ghostTown.

Фрагменти створених відео наведено на рисунку.

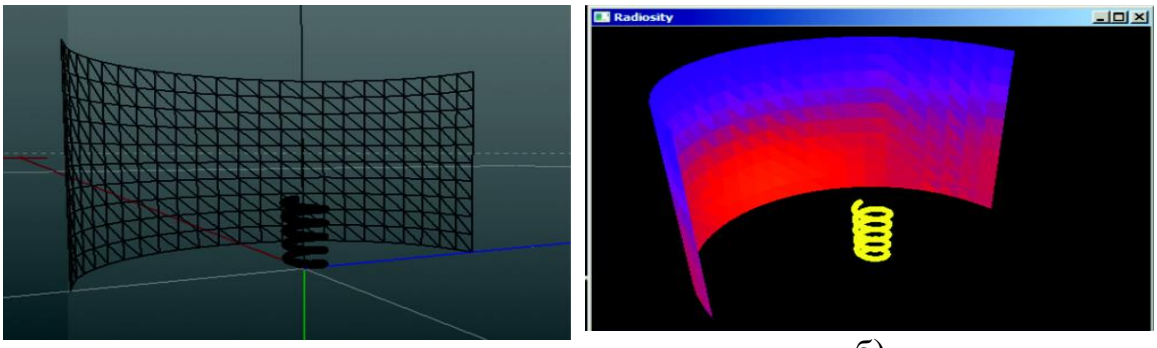


В результаті роботи був отриманий концептуальний пакет рекламно-іміджевої продукції, включаючи розробку рекламних відеороликів на основі анімованих тривимірних моделей і сцен.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТЛЕННОСТІ

Дашкевич А.О., Іванов Є.О., Карась І.В., Охотська О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Під час аналізу процесів, пов'язаних зі штучним або природнім освітленням виникає проблема комп'ютерного моделювання таких процесів. Швидкість та ефективність процесу суттєво залежить від обраного алгоритму обчислення освітлення.Розглянемо роботу запропонованого алгоритму (radiosity): форм-фактор можна розрахувати чисто геометричним способом. Розглянемо деякий диференційний патч (елементарну частку поверхні-приймача світлової енергії) і деяку сферу з центром в цьому патчі. Візьмемо тепер другий патч, від якого ми будемо розраховувати форм-фактор, і спроеціюємо його на цю сферу. Отриману проекцію спроеціюємо на площину першого патча і поділимо на площу кола. Провівши ці дії для всіх диференціальних патчів, і підсумувавши результати, ми отримаємо значення форм-фактора. Для реалізації алгоритму було обрано мову програмування C++ та графічну бібліотеку OpenGL. Було створено функції завантаження моделі лампи у віртуальне середовище бібліотеки, візуалізації отриманої моделі та розрахунку площі проекції поверхні на поверхню напівкубу в кожній точці поверхні-приймача світла. Результати моделювання наведено на рис. 1.



а) б)

Рис 1. Ілюстрація роботи алгоритму (а) та отриманий результат (б)

ВЛИЯНИЕ ПЫЛЕВИДНОЙ ФРАКЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ СМЕСИ

Евтушенко Н.С., Пономаренко О.И., Чунихина Л.Н.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Прочность холодно-твердеющей смеси на смоляных связующих определяется в первую очередь количеством связующего и катализатора. Количество, содержащейся в песке, пылевидной фракции сильно влияет на процентное содержание этих компонентов. Считается, что к пылевидной фракции относятся частицы формовочного песка размером 0,125 мм и менее.В общем же случае, когда работать приходится с песками со средним размером зерна 0,2…0,3 мм, избыток мелких фракций может привести к катастрофическому падению прочности смеси вплоть до нулевых значений даже при завышенных концентрациях связующего. Избыток мелких фракций ведет к снижению газопроницаемости. Мелкие частицы блокируют равномерное распределение смолы и катализатора в смеси, особенно при коротком периоде ее перемешивания**.**Для исследования влияния пылевидной фракции на прочностные характеристики смоляных смесей была использована программа по проектированию смесителей для ХТС [1].Установлено, что показания прочности на разрыв составляют: при отсутствии пылевидной фракции – 2,72 МПа; при наличии пылевидной фракции в количестве 3% – 2,7 МПа; при наличии пылевидной фракции в количестве 5% – 2,42 МПа; 7%– 1,68 МПа; 11%– 0,8 МПа.Определено, что при использовании смесителей для ХТС на смолах прочность начинает резко падать при наличии в смеси мелочи 5%, что согласуется с исследовании других авторов**. С**читается, если средний размер зерна около 0,20…0,25 мм, то максимальное содержание "мелочи", не приводящее к весьма существенной деградации свойств смеси, ограничивается в районе 6%.Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:1). При работе на смоляных связующих следует стремиться к максимально низкому содержанию пылевидной фракции в песке, для чего необходимо производить обеспылевание отработанных песков.2). Уменьшение доли пылевидной фракции позволяет повысить прочность и газопроницаемость смеси, уменьшить дозировку составляющих смеси.3). При создании высокоскоростных смесителей, необходимо определять такую частоту вращения вала и такой угол наклона лопаток, при которых не происходило разрушение зерен песка.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРКИ ДЕФЕКТОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИХ СТАЛИ 25Л

Ефименко Н.Г., Атоженко О.Ю.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Одной из проблем при изготовлении литых крупногабаритных конструкций из стали 25Л в энергетическом машиностроении является образование литейных дефектов достигающих иногда размеров > 5000 см^3. Исправление таких дефектов способом электродуговой сварки является сложным, энергозатратным и трудоемким процессом, связанный с предварительным подогревом конструкции до Т=180^{0}С с последующим длительным высоким отпуском. Такая технология позволяет избежать повышения высокой твердости в зоне термического влияния (ЗТВ) и возможности образования холодных трещин.

Цель работы – исследование и разработка технологии исправления дефектов, позволяющих исключить затратные термические операции.

В соответствии с задачей разделку на толстостенных плитах стали 25 размером 150х230х250, подвергнутых нормализации, заваривали способом поперечной горки [1]. Заварка выборки имитирующей дефект глубиной 50 мм и шириной 80 мм осуществлялась электродами ǿ5 мм, I=170-180 А. $U_д$=26-28 В по технологии указанной в таблице.

Таблица 1.- Варианты технологических операций при сварке

Номер плит	Марка электрода	t^{0}С подогрева	Термическая обработка после сварки
1	УОНИ 13/45	без подогрева	высокий отпуск при 660^{0}С
2	УОНИ 13/45	подогрев до 170^{0}С	высокий отпуск при 660^{0}С
3	УНЛ-1	без подогрева	без термообработки
4	УОНИ 13/45	подогрев до 170^{0}С	без термообработки

Исследованиями установлено, что при всех видах термической обработки (т/о) твердость в зоне термичского влияния (ЗТВ) составляет 230-250 HV при твердости основного металла 170 HV. Прочностные характеристики ЗТВ отвечают требованиям ТУ на основной металл ($\sigma_B \geq$ 450 МПа, $\sigma_{0,2} \geq$ 240 МПа). Незначительно снизились пластические свойства, однако находятся на уровне требований ТУ. Ударная вязкость (KCV) ЗТВ несколько выше, чем основного металла (38-42 Дж/См^2 против 30-35 Дж/см^2 при +20^{0}С)

Таким образом, предварительный подогрев и последовательная т/о не оказывает существенного влияния на прочностные и пластические характеристики ЗТВ при сварке с использованием предложенной технологии

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ШВИДКОСТІ НАГРІВАННЯ ПРИ ТЕРМООБРОБЦІ

Вуєць О.Є., Погрібний М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Робота присвячена комплексному дослідженню впливу термічної обробки (відпуску) зі швидкісним нагріванням за допомогою струмів високої частоти (СВЧ) на структуру та механічні властивості сталі.

Методика дослідження полягає в проведенні як стандартної пічної, так і швидкісної термообробки (загартування та відпуску в інтервалі 300-800 ^{o}C) сталі 15Х11МФ; вимірюванні характеристик міцності, пластичності, ударної в'язкості; дослідженні субструктури за допомогою рентгеноструктурного аналізу та фазового складу за допомогою рентгенофазового аналізу; дослідженні структури за допомогою електронної мікроскопії (растрової та просвічуючої).

Швидкісне нагрівання СВЧ під час відпуску дозволило отримати краще співвідношення показників твердості та пластичності в сталі 15Х11МФ, забезпечуючи тим самим високий запас стійкості сталі в умовах крихкого руйнування.

Рентгеноструктурний аналіз показав, що застосування високої швидкості нагрівання в процесі відпуску приводить до отримання такого структурного стану в сталі, що в порівнянні зі звичайним пічним відпуском характеризується більш високими значеннями мікродеформації кристалічної ґратки, щільності дислокацій і більш високим ступенем дисперсності когерентних областей.

Растрова електронна мікроскопія показала, що після пічного відпуску 500 ^{o}C спостерігається мікров'язкий злам та ділянки з розвиненим мікрорельєфом – ямки та гребені. Бокові скоси зламу мають рівноосну ямкову мікробудову, яка формується під дією нормальних розтягуючих напружень. На відміну від цього у зразку після відпуску СВЧ 600 ^{o}C спостерігається більш дрібнозернистий злам, з глибокими ямками, що свідчить про більш енергоємний процес утворення тріщини, що і підтверджується показниками ударної в'язкості.

За допомогою просвічуючої електронної мікроскопії алюмінієвих реплік, знятих з дослідних зразків, показано, що відпуск з високими швидкостями нагрівання, зокрема через відсутність витримки при температурі відпуску, приводить до затримки процесів коалесценції та коагуляції карбідів. Через це, в порівнянні з відпуском в печі, розмір карбідних виділень після відпуску СВЧ менший.

Виходячи з цього, для підвищення надійності експлуатації можна рекомендувати проведення відпуску після зміцнення загартуванням СВЧ різних виробів, наприклад лопаток парових турбін шляхом їх повторного локального нагрівання СВЧ замість відпуску в печі, як заключної операції термічної обробки лопаток після протиерозійного зміцнення з нагріванням СВЧ.

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ МЕДИ И ЕЕ ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ

Глущенко М.А., Зубков А.И.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Хорошо известно [1], что добавление в расплав небольшого количества определенного вещества способно кардинально изменить свойства металла. Например, присутствие в меди тысячных долей процента висмута вызывает красноломкость, а введение в сталь бора в таких же количествах, наоборот, свойства улучшает. Вместе с тем в настоящее время механизм действия малых концентраций подобных элементов является дискуссионным. В этой связи целью данной работы является изучение влияния тугоплавких металлов на зеренную структуру и физико-механические свойства меди.

Эффективному снижению размера зерна меди до нанометровой размерности способствует добавление в паровой поток таких элементов, как Та и Мо [2]. Максимальное диспергирующее действие наблюдается при концентрации тугоплавких элементов до ~ 0,5 ат%. При этих же конценрациях изучаемые сплавы обладают высокими прочностными свойствами. Кроме того структура с таким содержанием легирующих элементов обладает высокой термической стабильностью. Температура начала роста зерна превышает 800-900ºС, что составляет 0,7-0,8$T_{пл}$ меди, и зависит от содержания второго компонента. Экспериментальные результаты и теоретические оценки свидетельствуют, что такой эффект обусловлен образованием адсорбционных слоев атомами Та и Мо на поверхности растущих зерен меди как в процессе конденсации, так и при последующем отжиге. Проведенные оценки позволяют предположить, что полное блокирование роста зерен медной матрицы происходит при образовании на поверхности растущих зерен меди адсорбционного слоя порядка одного монослоя. Монослойный характер зернограничных сегрегаций обуславливает высокие прочностные свойства и стабильность в широком температурном интервале [3].

Литература:

1. *Семенченко В. К.* Поверхностные явления в металлах и сплавах/ В. К. Семенченко. – М: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. – 491 с.

2. *Зубков А. И.* Структура вакуумных псевдосплавов Cu-Mo. Влияние концентрации молибдена и условий конденсации / *А. И. Зубков, М. А. Глущенко* // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» Збірник праць, 2012. – С. 186-189.

3. *Зенгуил Э.* Физика поверхности / *Э. Зенгуил*. – М: Издательство Мир, 1990. – 530 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАПОЛНЕНИЯ И ОПРОЖНЕНИЯ ЦИЛИНДРА МОЛОТА ПРИ СМЕНЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЯ

Даниленко В.Я., Северин А.Ю., Колтакова А.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический универсисет», г. Харьков

Сегодня в Украине на многих заводах находятся в эксплуатации паровоздушные штамповочные молоты, работающие на паре. Но в последнее время, в связи с экономической ситуацией, изменением цен на энергоносители, а также способом управления хозяйственной деятельностью в стране, поменялись режимы и условия работы паровоздушных штамповочных молотов, а именно отсутствие дешевого пара с теплоэлектростанций. Уменьшение серийности производства на заводах, что привело к нецелесообразности использования отработанного пара с теплоэлектростанций, т.к. такой вид энергоносителя невыгодно использовать при малой загрузке оборудования.**Цель работы** – усовершенствование систем управления кузнечных молотов так, чтобы эти системы могли бы точно дозировать объемы энергоносителя, поступающие в рабочий цилиндр и получить заданную ГСТом энергию удара.Полученные результаты позволяют определить параметры молота и производить анализ процессов протекающих в цилиндре молота; выполнить уточненный расчет молота, задавая его параметры. В соответствии с целью в работе поставлены и решены следующие задачи:

1) Исследовать процесс наполнения рабочей полости цилиндра молота энергоносителем для случая открытия и закрытия впускного и выпускного каналов золотниковой втулки в зависимости от времени и перемещения золотника;
2) Определить закон изменения площади проходного сечения окон золотниковой втулки для различных циклов работы молота;
3) Определить объем входящего и выходящего энергоносителя в верхнюю и нижнюю полости цилиндра и объем выходящего энергоносителя из нижней и верхней полостей цилиндра;
4) Рассчитать изменение давления в соответствующих полостях;
5) Проанализировать изменение давления в полостях цилиндра молота при изменяющемся сечении окон золотниковой втулки;
6) Определить энергетические параметры ПВШМ;

Объект исследования – паровоздушный штамповочный молот.

Предмет исследования – газодинамические процессы в распределительном механизме штамповочного молота.

Литература:

1. *Зимин А. И.* Машины и автоматы кузнгчно-штамповочного производства. Молоты Ч. 1 –М. Машгиз, 1953.-460 с.

2. *Щёголев В. Ф.* Совершенствование кузнечного оборудования ударного действия.-М.: Машиностроение, 1968.-224 с.

3. *Климов И. В.* Основы теории и теплового расчёта паровоздушных молотов.-М.: Машиностроение, 1970.-158 с.

СТАРЕНИЕ МЕТАЛЛА ЭЛЕМЕНТОВ ПАРОПРОВОДОВ ТЭС

Дмитрик В.В., Глушко А.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Старение металла сварных соединений из теплоустойчивых перлитных сталей характеризуется образованием и ростом новых фаз, преимущественно расположенных на границах зерен α-фазы. Интенсивность их роста в структурах металла шва, участков зоны термического влияния и основного металла существенно отличается. Для уточнения механизма образования пор в структуре сварных соединений целесообразно изучать закономерности определяющие кинетику образования и роста карбидных выделений. Известно, что в структуре сварных соединений из стали 15Х1М1Ф и 12Х1МФ возможно существование карбидных фаз первой группы M_3C, M_7C_3, $M_{23}C_6$, M_6C. Кристалл цементита состоит из определенного количества октаэдров, имеющих взаимно ориентированные, под установленными углами, оси. Хромистый цементит $(Fe, Cr)_3C$ образуется при локальной концентрации $\leq$ 2 % хрома, в зернах α-фазы и по их границам. Молибден в карбиде M_3C растворяется до 1 %. В ячейке M_3C хром замещает до 25 % атомов железа, что является пределом его насыщения. При локальной концентрации хрома от 2 до 5 % образуется тригональный карбид $(Fe, Cr)_7C_3$. Первоначально, в исходной структуре, по границам зерен α-фазы концентрируются дисперсные карбидные выделения цементитного типа. Их можно рассматривать при наличии гетерогенных флуктуаций (по Френкелю), как докритические зародыши. Когда локальная концентрация хрома становится $>$ 5 % (ат.) гетерогенные флуктуации способствуют локальным фазовым переходам, при условии, что рост докритического зародыша характеризуется первоначально увеличением энергии системы, а затем ее снижением. Число образующихся зародышей N_3 карбида M_7C_3 в исходной фазе M_3C будет составлять

$N_з = N_a \exp\left(\sum \Delta F_з / kT\right)$ где N_a – число атомов в ячейке M_3C; $\sum \Delta F_з$ – работа, затраченная на образование зародыша; k – постоянная Больцмана; T – температура. Интенсивность зарождения M_7C_3 существенно зависит от локальной плотности дислокаций, что проявляется в уменьшении значений $\Delta F_з$. Реакции $M_3C \rightarrow M_7C_3$ в условиях ползучести предшествует диффузия атомов хрома из зерен в метастабильный карбид M_3C и, соответственно, предельное его насыщение. После такого насыщения следует скачкообразная перестройка решетки из орторомбической в тригональную, т.е. $M_3C \rightarrow M_7C_3$. Предельно насыщенный хромом карбид M_3C следует рассматривать как критический зародыш. Образование такого зародыша происходит не только вследствие объемной диффузии атомов хрома из зерен α-фазы на межфазную границу, но и диффузии вдоль границы (граничная диффузия), а также стимулируется локальным переползанием дислокаций.

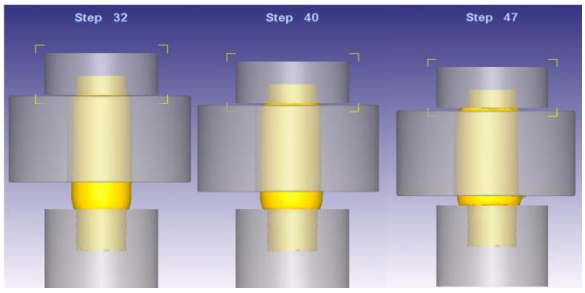
ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ЗАГОТОВОК СТУПЕНЧАТЫХ И ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ВАЛОВ

Зальвовский А.Ю. Целуйко А.И., Кузьменко В.И.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Детали типа ступенчатый вал, коленчатый вал и кривошипный вал с эксцентриком широко представлены в промышленности. Они используются во многих силовых устройствах, в том числе двигателях внутреннего сгорания, дизелях, различных транспортерах, в тормозных системах.

Для изготовления заготовок ступенчатых валов используют современную технологию холодного выдавливания (ХВ). Это позволяет по форме и размерам максимально приблизить их к готовой детали при обеспечении высокого качества. Основными операциями ХВ при этом являются прямое выдавливание и редуцирование, имеющие значительные ограничения по степени деформации, а так же высадка ограниченная устойчивостью заготовки.

В работе использован прогрессивный метод «RR» (Рудольфа Редера) получения заготовок коленчатых и эксцентриковых валов сочетанием операций гибки и высадки. Он позволяет получить: оптимальную макроструктуру заготовки; значительную экономию металла (до 30%); повышение усталостной прочности на 15-20%.



а) б) в)

Рисунок. Переходы ХВ стержневой детали с эксцентриком а – высадка; б – высадка со сдвигом; в – завершающая стадия процесса

RR метод штамповки в холодном состоянии, является наиболее приемлемым и рациональным при изготовлении заготовок эксцентриковых и ступенчатых валов. Авторами проведены анализ и методика исследования процесса с использованием системы конечно-элементного моделирования DEFORM 3D, которая позволяет определить его энергетические и силовые параметры, а также выявить величину и характер распределения нагрузок на участках контакта инструмента и заготовки.

Использование DEFORM 3D значительно упрощает разработку оптимального технологического процесса и конструкции штамповой оснастки.

СТРУКТУРНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ВАКУУМНЫХ ПРОВОДНИКОВЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ СИСТЕМЫ $Cu\text{-}Al_2O_3$ С МАЛЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДА

Зозуля Э.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современная тенденция развития проводниковых нанокомпозитов связана со снижением содержания и диспергированием упрочняющей фазы до размеров менее десяти нанометров, с целью одновременного повышения прочности и электропроводности. С другой стороны, это может отрицательно сказаться на стабильности структуры и свойств под термическим воздействием [1].

Целью работы являлось исследование поведения вакуумных нанокомпозитов с низким содержанием нанодисперсных частиц оксида алюминия под температурным воздействием.

Исследованы нанокомпозиты системы $Cu\text{-}Al_2O_3$ толщиной до 40 мкм, содержащие менее 0,5 об.% Al_2O_3, а также конденсаты меди, полученные при идентичных технологических условиях. Интенсивность температурного воздействия варьировалась изменением температуры отжига.

В исходном и в отожженном состояниях пленки нанокомпозитов имеют двухфазную структуру, состоящую из микрокристаллической матрицы, средний поперечный размер зерен которой изменяется в зависимости от условий получения от 0,2 до 3 мкм, и равномерно распределенных в ней нанодисперсных частиц Al_2O_3 размером 2-25 нм. Повышение содержания упрочняющей оксидной фазы приводит к снижению размера зерна и росту плотности двойниковых дефектов упаковки.

Исследование стабильности нанокомпозитов, с низким содержанием упрочняющей фазы, под температурным воздействием показало, что они демонстрируют довольно высокую стабильность, несмотря на малый размер и малое количество упрочняющей фазы. Что подводит к выводу о наличии дополнительных факторов, которые обеспечивают эту стабильность. Исследованные конденсаты меди, которые также имели значительное количество двойниковых дефектов упаковки, показали структурную стабильность до температур порядка 600 ^{O}C, что значительно выше температуры рекристаллизации меди.

Полученные в работе данные показывают, что структурная стабильность нанокомпозитов, с малым содержанием упрочняющей фазы, обусловлена как присутствием частиц, так и наличием двойниковых дефектов упаковки.

Литература:

1. Groza J. R., Gibeling J. C. Principles of particle selection for dispersion-strengthened copper //Materials Science and Engineering: A. – 1993. – Т. 171. – №. 1. – С. 115-125.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА PVD - КОМПОЗИТОВ

Ильинский А.И., Лябук С.И., Пуля А.А., Шевченко А.Р.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Известно сильное влияние примесей в металлических материалах на подвижность дислокаций и стабильность дислокационной структуры при нагреве. Источниками примесей, попадающих в конденсированные в вакууме пленки могут служить остаточные газы, материал испарителя и др. Исследования подтвердили высокую эффективность этих примесей, вводимых при кристаллизации из газовой фазы, что проявилось в значительном влиянии способа испарения и степени вакуума на структуру и физико-механические свойства пленок. В результате была реализована идея целенаправленного создания дисперсноупрочненных композитов (ДК) путем совместного испарения «пластичного» металла (основы) и упрочняющей фазы. Основой служил Ni, упрочнителем – оксиды (SiO, Al_2O_3, ZrO_2). Толщина ДК составляла несколько десятков мкм. 1. Сложность структуры данных объектов предопределила использование комплекса методов, включающих рентгендифрактометрию, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей, просвечивающую электронную и автоионную микроскопию. Показано, что в области исследуемых концентраций (до 3 об.%) период кристаллической решетки, остается постоянным и соответствует значениям металлической основы. Отсюда следует, что упрочняющие оксиды не растворяются в металлической матрице. Металлическая основа ДК имеет субмикрокристаллическую структуру с размерами зерен 0,3 – 0,5 мкм, в которой достаточно равномерно распределены, выявляемые в виде локальных элементов контраста, нанодисперсные частицы оксидов. Судя по электронограммам, частицы имеют аморфное строение. Минимальные средние значения составляют около 5 нм и «регулируются» температурой кристаллизации. Расстояние между частицами зависит от содержания упрочняющей фазы. 2. Значительное влияние на прочность и пластичность ДК оказывает объемное содержание оксидов f. Существенное упрочнение происходит при увеличении f до ~ 1 об. %, после чего незначительный рост прочности сопровождается заметным снижением пластичности (от 20 до 2 %). Предел прочности композитов Ni -Al_2O_3 и Ni-SiO при ~ 1 об.% оксидов достигает 0,7 ГПа и 1,0 ГПа соответственно. Эти значения весьма близки к прочности современных нанокристаллических материалов.

РОЗРОБКА ПАКЕТУ РЕКЛАМНО – ІМІДЖЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ АВТОРСЬКОЇ СТУДІЇ ТОРТІВ «COOL CAKE»

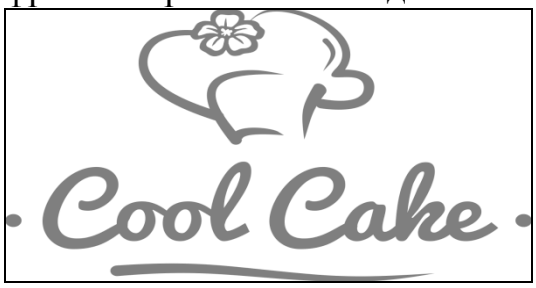
Карась І.В., Глібко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Робота має реальний характер і виконана за замовленням на потребу виробника. Студія авторських тортів Ірини Арістової «Cool Cake» займається виготовленням ексклюзивних кондитерських виробів: торти, капкейки, та т. інш. Всі кондитерські вироби є ручною роботою, тому мають особливу естетичну цінність. Для виготовлення солодощів використовуються тільки натуральні інгредієнти, тому кожна декоративна частинка торту, пряника або капкейку їстівна. В пакет рекламно-представницької продукції увійшли наступні складові: фірмовий блок, візитні картки, системи піктографічних знаків (для поліграфічної продукції та для сайту), рекламна листівка, інтерактивний сайт та рекламний відеоролик, створений у тривимірному середовищі.

Зважаючи на тематичну спрямованість студії, фірмовий стиль було витримано у бежево-коричневій кольоровій гамі. Огляд аналогів дав змогу зробити висновок, що реклама кулінарних виробів базується зазвичай на презентації продукції як у вигляді фотогалереї, так і рекламного відео.

Тому у розробленому відео увага сконцентрована саме на виробах, тобто на віртуальну камеру знято змодельовані солодощі, на підставі певних правил зйомки.

На рисунку наведено затверджений замовником фірмовий блок та фрагмент рекламного відео.



В результаті роботи був отриманий пакет рекламно-іміджевої продукції, включаючи інтерактивний сайт, де можна не тільки ознайомитися з прикладами продукції студії, а і оформити відповідне замовлення. Також розроблений рекламний відеоролик з використанням тривимірних моделей продукції студії.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ВОЛНИСТОСТИ.

Коворотный Т.Л.

Национальный технический университет «Харьковский поли технический институт», г. Харьков

Предложен принципиально новый подход к анализу процессов формовки и определен критерий волнистости, который позволяет определять критические параметры валковой формовки тонкостенных гнутых профилей из алюминия.

Пластическая деформация заготовки начинается после того, как остаточная деформация образца при испытании на растяжение достигнет 0,2%, то есть, когда напряжение на кромке будет $\sigma_{0,2}$. В работе определенно несколько особенностей, которые в предыдущих работах не учитывались. Как показали экспериментальные исследования, в местах изгиба деформация не является однородной – она неравномерна. Поэтому, когда профиль выходит из-под валков, происходит так называемое распруженение, то есть угол подгиба уменьшается. Это дает основание считать, что текущий угол изгиба профиля $\alpha_к$ есть кубической функцией координаты $y_к$.

$$F_д = \frac{1}{du}\left[\sum_{h=1}^{H}\iiint_V \sigma_s d\varepsilon_i dV + \sum_{m=1}^{M}\iint_A \tau_к \sqrt{du_k^{\,2} + du_l^{\,2}}\, dA + \sum_{n=1}^{N}\iint_G \tau_s \left|du_k - du_l\right| dG\right]$$

где k, l – обобщенные координаты (x, y, z, r, θ); H – количество областей, на которые разбит очаг деформации; M - количество поверхностей трения, где рассчитывается работа dW_m; N - количество поверхностей разрыва перемещений.Очевидно, что минимизировать функционал, беря его частичные производные по каждому из параметров и приравнивая полученные уравнения к нулю (то есть, классическим способом поиска минимума функционала) в данном случае невозможно. Поэтому искать минимум нужно одним из численных методов.

Мощность внутренних сил можно определить, учитывая, что в меру перемещения заготовки, угол α изменяется от $\alpha_к = \alpha_{n-1}$ до $\alpha_к = \alpha_n$.

Выводы: Таким образом, если одним из численных методов минимизировать функционал, беря его частичные производные по каждому из параметров, возможно определить минимальную энергию деформирования. Введение функционала, используемого в качестве критерия потери устойчивости элемента профиля в виде кромковой волнистости, позволяет оптимизировать схемы формообразования профилей с одновременным снижением временных и материальных затрат на технологическую подготовку производства.

Литература:

1. *Ерманок, М. Зиновьевич, Фейгии, В. Израйлевич*. Производство профилей из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1972.

2. Новые виды листового проката / *Мелешко А. М., Андреев В. П., Кизиев В. Г.* и др. // Сталь. - 1978. - N10. - С. 912-915.

ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ СТАЛЕЙ МЕТОДАМИ ХТО В ПОРОШКОВИХ МАКРО- ТА НАНОДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Костик К.О., Костик В.О., Нікіфорова С.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Існуючі способи ХТО, як правило, забезпечують працездатність деталей в умовах тертя і зношування, але вони є досить тривалими і потребують складного та дорогого обладнання. Тому актуальним є пошук таких методів, які значно скорочують процес без погіршення властивостей виробу і не вимагають спеціального устаткування. Для розв'язання цієї проблеми використовують порошкові суміші, пасти, обмазки. Дана робота направлена на вирішення двох актуальних завдань: по-перше, підібрати насичувальний склад, який значно прискорює процеси ХТО, у порівнянні з тими, що використовують зараз; по-друге, розробити технологію, яку можна реалізувати без спеціального обладнання. Метою роботи є зміцнення поверхневих шарів сталей методами ХТО в порошкових макро- та нанодисперсних середовищах. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

– розробити метод послідовної цементації та борування у новому нанодисперсному боровмісному середовищі;

– встановити оптимальні режими хіміко-термічної обробки, а саме температури і тривалості хіміко-термічних обробок;

– розрахувати ефективні коефіцієнти дифузії насичувальних елементів в сталях при розроблених методах дифузійного насичення.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Встановлено, що запропонована нова насичувальна макродисперсна суміш значно прискорює процес нітроцементації.

2. Використання високоактивного насичувального макродисперсного середовища дозволило суміщати дифузійне насичення з високим відпуском сталі 40Х.

3. Запропонована нова нанодисперсна суміш для насичення бором значно прискорює процес борування.

4. Комплексна ХТО сталі 38Х2МЮА дозволила сформувати боридний шар з перехідною зоною, підвищити експлуатаційні властивості за рахунок зменшення мікрокрихкості дифузійного шару.

ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ СТАЛІ 40Х МЕТОДОМ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ НІТРОЦЕМЕНТАЦІЇ

Костик К.О., Костик В.О. Долженко А.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Поверхневі дифузійні шари, отримані внаслідок хіміко-термічної обробки, мають низку переваг перед покриттями, нанесеними різними методами. Міцність їх зчеплення з основним металом значно більша, ніж у покриттів, а поступова зміна хімічного складу по глибині дифузійного шару створює плавний перехід властивостей від поверхні до серцевини деталі. Існуючі способи хіміко-термічної обробки, як правило, забезпечують працездатність деталей в умовах тертя і зношування, але вони є досить тривалими і потребують складного та дорогого обладнання. Тому актуальним є пошук таких методів, які значно скорочують процес без погіршення властивостей виробу і не вимагають спеціального устаткування. Для розв'язання цієї проблеми використовують порошкові суміші, пасти, обмазки. Але й на сьогодні тривалість насичування залишається найважливішим фактором, який зумовлює не тільки її економічність, але також властивості виробів, оскільки така обробка може супроводжуватися зростанням зерна і знеміцненням серцевини. Метою роботи є зміцнення поверхневих шарів сталі 40Х методом низькотемпературної нітроцементації. Низьтемпературна нітроцементація сталі 40Х в азото- і вуглецевовмісній речовині дозволяє отримати карбонітридні фази, більш подібні класичним фазам, що утворюються при азотуванні, за рахунок більшої активності атомарного азоту ніж атомарного вуглецю при температурах 500–650 °С. Оптимальним режимом зміцнення поверхневого шару нітроцементацією є температура 550 °С протягом 5 годин, після проведення якої поверхнева твердість становить 10,5 ГПа з загальною глибиною дифузійного шару ~ 0,2 мм. Прискорення дифузії зростає майже в 5–10 разів залежно від температури ХТО при використанні запропонованого нами способу нітроцементації. З підвищенням температури ефективний коефіцієнт дифузії зростає і змінюється по формулі поліному третього ступеня. Відбувається значна економія ресурсів та енергії України за рахунок прискорення процесу майже у 4–5 рази при впровадженні запропонованих технологічних режимів хіміко-термічної обробки.

ЗМІЦНЕННЯ НОЖІВ – МОЛОТКІВ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ 65Г ШЛЯХОМ БОРУВАННЯ З ПАСТ

Князєв С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Представлена робота по вивченню можливості зміцнення кромок промислових ножів шляхом борування з паст. Ножі, котрі використовуються у харчовій промисловості виготовляються зі сталі 65Г, мають нетривалий термін експлуатації, що пов'язано зі значними процесами зношування.

Експериментами передбачалось традиційна зміцнюючя термообробка, борування з паст та технологія з попередньою термофрикційною обробкою (ТФО) з наступним боруванням з паст.

Для борування ножів на їх кромку наносилась насичуюча паста. Після чого ножі завантажувались у лоток та засипалися захисною засипкою. Лоток завантажувався у піч де проводився нагрів. Додатковий контроль проводився за допомогою інфрачервоного пірометра. Після борування проводилась загартування, середній відпуск ножів, затиснутих у струбцині.

Результати обробки проводились з застосуванням металографічного аналізу, виміру мікротвердості та безпосередньої оцінки зношування у процесі експлуатації ножів.Виявлена мікроструктура засвідчила про отримання значного за товщиною борованого шару, який досягає ста мікрометрів, при чому з мікрофотографії видно, що боридний шар ножа, який попередньо оброблявся термофрекціною обробкою, вдвічі поступався за товщиною борованому шару після борування без попередньої ТФО.

На борованих шарах отримано високі рівні мікротвердості, а саме, на поверхні мікротвердість становила 18000 МПа яка характерна для бориду FeB та 14000 МПа у середині та на кінці шару (відповідає бориду Fe_2B).В ході металографічного аналізу виявлено, незвичну для борованих дифузійних шарів, перехідну структуру, яка може бути пов'язана зі структурою твердого розчину бору в залізі. Додаткові металографічні дослідження, у тому числі з застосуванням поляризованого світла, дозволили виявити нову структурну складову у борованому шарі, а саме дисперсні часточки складних карбоборидів середнім розміром 0,5 мкм.Встановлено, що попередня дія ТФО в подальшому зменшує товщину отриманого дифузійного шару вдвічі. Цей результат пояснюється спотворенням кристалічної решітки під дією ТФО, що в свою чергу ускладнює дифузійні процеси на початковій стадії насичення.Експлуатаційні випробування трьох оброблених ножів показали високі результати по їх зносостійкості. Час безперервної роботи оброблених ножів збільшився в 5 разів в порівнянні з простою зміцнюючою термообробкою. При цьому слідів крихкого руйнування та викрошування не спостерігалося.

СКОРОСТНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Крахмалев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Необходимое качество поверхностного слоя, а также наиболее высокую производительность при наименьшей себестоимости обработки можно получить, применяя скоростное шлифование.

Если сравнивать работу шлифовального круга при обычной скорости (примерно 30 м/с) с работой круга, например, при скорости 50 м/с, можно убедиться в том, что зерна круга, работающего на больших скоростях, будут нагружены меньше. Это объясняется тем, что при скоростном резании каждое абразивное зерно, находящееся на рабочей поверхности круга, за единицу времени успевает нанести большее количество царапин на обрабатываемой поверхности. Следовательно, в момент царапания при нанесении одной царапины зерно снимает меньший объем металла. Силы резания, действующие на каждое зерно, также уменьшаются. Поэтому появляется возможность догрузить абразивные зерна круга, работающего с большой скоростью. Эту догрузку делают обычно увеличением глубины шлифования, подачи и скорости вращения детали, что повышает производительность шлифования.

Скорость вращения детали можно увеличивать с 60…80 м/мин при обычном шлифовании до 130…150 м/мин при скоростном. Это повышает производительность шлифования в 1,2…1,3 раза.Быстро вращающийся круг обладает большей режущей способностью. Его «режущий контур» получается более ровным, в результате чего слой металла на каждой элементарной площадке обрабатываемой поверхности за время ее контакта с кругом полностью срезается и образуется малая шероховатость. На каждом проходе круга его зерна нагружены более или менее равномерно. Это способствует увеличению стойкости круга и более длительному поддержанию его правильной формы. С увеличением скорости вращения круга в процессе резания он приобретает динамическую твердость, поэтому круги для скоростного шлифования рекомендуется брать на одну степень мягче по сравнению с обычным шлифованием. Благодаря увеличению режущей способности круга его удельный износ при скоростном шлифовании уменьшается на 15…20 %. Скоростное шлифование можно вести не только высокопористыми кругами на керамической связке, но и обычными на вулканитовой и бакелитовой связках.

ANALIZA KINEMATYCZNA MECHANIZMóW PŁASKICH

Krakhmalyov A.V.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Badania nad kinematyką mechanizmów dźwigniowych dotyczą ich analizy lub syntezy. Głównym zadaniem analizy jest wyznaczenie położeń mechanizmu, przemieszczeń liniowych i kątowych członów oraz pochodnych tych przemieszczeń.

Zadanie syntezy kinematycznej jest odwrotne: przy znanych niektórych wymiarach mechanizmu poszukuje się określonych innych, tak były spełnione różne warunki funkcyjne, zwykle typu równości i nierówności. Warunki te mogą dotyczyć położeń, prędkości, przyspieszeń itd.

Ogólnie w badaniu kinematycznym pomija się masy członów i siły. Oczywiście, jest to krok wstępny do badania dynamiki. Omówienie zadań przedstawiono od analizy kinematycznej, która jest łatwiejsza niż synteza. Niektóre metody analizy są także przydatne i w syntezie, stanowiącej przejście do konstruowania. Wspomniane metody podzielono na wykreślne, analityczne, numeryczne i mieszane.

Metody wykreślne, także „graficzne”, są szczególnym przypadkiem metod analogowych. Zamiast badania mechanizmu rzeczywistego, wprowadzono schemat mechanizmu (oryginału), czyli jego odpowiednik wykreślny (model). Na modelu są prowadzone stosowne operacje wykreślne, a następnie wyciągnięte wnioski są przełożone na oryginał. Metody wykreślne są ścisłe w tym znaczeniu, że nie wymagają żadnych przybliżeń. Istotną zaletą metod wykreślnych, w porównaniu z innymi metodami,jest łatwość wyznaczania położeń; trochę trudniej jest prędkościami,a znacznie trudniej z przyspieszeniami.

Metody analityczne korzystają z zasad geometrii analitycznej. Opisuje się mechanizm za pomocą układu relacji matematycznych, najczęściej równańalgebraicznych lub trygonometrycznych. Jeśli jest możliwe ich rozwiązanie w postaci jawnej, to otrzymuje się bardzo pożyteczny wynik ogólny, przydatny do wszelkich mechanizmów o zadanej strukturze i do każdego położenia tych mechanizmów, a więc inaczej, niż w metodach wykreślnych.

Jeśli mechanizm jest bardzo prosty i typowy, tak że warto wprowadzić podstawowe wzory kinematyki, to podstawienie do nich wartości liczbowych wymaga niewiele czasu.

W kinematyce mechanizmów płaskich często używa się takżemetod mieszanych, w różnych kombinacjach.

ТВЕРДОСТЬ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Крахмалев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Твердость шлифовальных кругов определяет их работоспособ-ность и характеризует прочность удержания абразивных зерен в связке. Очень важно использовать круги оптимальной твердости, при которой режущая способность и стойкость круга наиболее высокие для данной операции шлифования. Если твердость круга недостаточна, его износ увеличивается, а ресурс уменьшается; если круг слишком твердый, и затупившиеся зерна не удаляются из связки, происходит быстрая потеря режущих свойств круга.

Для кругов на керамической и бакелитовой связке стандартом предусмотрены 18 степеней твердости. Как изготовитель, так и потребитель шлифовальных кругов должны иметь возможность проверить твердость круга. Контроль твердости осуществляется следующими методами.

1. Пескоструйным методом (ГОСТ 18118-79) контролируют круги на керамической и бакелитовой связках зернистостью 50…12, кроме кругов высотой менее 8 мм.

2. Методом вдавливания шарика на приборе «Роквелл» (ГОСТ 19202-80) контролируют круги на керамической и бакелитовой связках, зернистостью 12 и менее, высотой меньше 8 мм.

3. Методом вдавливания конуса (ГОСТ 21323-73) на приборе ТВК (модернизированный прибор «Роквелл») контролируют круги на вулканитовой связке, высотой от 6 мм и более, зернистостью 12 и менее.

4. Кроме указанных методов, твердость круга можно косвенно проверить акустическим методом (ГОСТ 25961-83) на приборах «Звук», измеряющих скорость распространения в круге акустических волн. Интервал скорости условно обозначается звуковым индексом (ЗИ).

Для шлифования твердых материалов (закаленная сталь, твердый сплав и др.) следует применять более мягкие круги. Для шлифования пластичных, вязких материалов (цветные, жаропрочные, титановые сплавы) следует использовать мягкие круги. Чем меньше зернистость круга, тем меньше должна быть его твердость.

С увеличением скорости круга следует уменьшать его твердость. При шлифовании переферией круга применяют более твердые круги, чем при шлифовании торцом круга.

ПЕРЕДАЧА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИБКИМИ ТЕЛАМИ

Крахмалев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Передача вращательного движения гибкими телами происходит так: на ведущем и ведомом валах глухо насаживаются колеса, обода которых охватываются гибким телом. При вращении ведущего вала, а с ним и глухо сидящего на нем колеса гибкое тело увлекается ведущим колесом, в результате чего ведомое колесо увлекается гибким телом. В качестве гибких тел применяются ремни из разных материалов, канаты и цепи, поэтому различают передачи ременные, канатные и цепные.

Ременная передача является одним из широко распространенных видов передачи вращательного движения. Канатная передача с кинематической точки зрения не отличается от ременной. Разница между этими двумя видами передачи сводится лишь к конструктивным формам деталей передачи и обусловливается разницей в свойствах канатов и ремней. И в ременной и в канатной передачах ведущее колесо увлекает гибкое тело, которое, в свою очередь, увлекает ведомое колесо силой трения. Вследствие этого оба эти вида передачи не могут применяться в тех случаях, когда передача должна осуществляться с совершенно точным передаточным отношением.

Цепная передача осуществляется при помощи зубчатых колес («звездочек»), огибаемых цепью, зацепляющейся с зубьями; поэтому в отличие от ременной и канатной передач в цепной передаче передаточное отношение остается неизменным независимо от колебаний величины передаваемой мощности. Цепная передача имеет два крупных недостатка: большой вес цепи (по сравнению с весом ремня или каната) и постепенное вытягивание цепи, вследствие чего цепь время от времени приходится укорачивать, удаляя одно из звеньев. Оба эти недостатка практически исключают возможность применения цепной передачи при больших расстояниях между осями ведущего и ведомого валов. При малых расстояниях в отдельных механических устройствах применение цепной передачи является целесообразным в тех случаях, когда малые расстояния между осями валов оказываются слишком большими для зубчатой передачи.

Расстояние между осями валов в плоской ременной передаче может быть значительным и доходить до 15 м в зависимости от ширины ремня и некоторых других условий

УГЛЕРОДИСТЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Крахмалев А.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Практика обработки различных материалов показывает, что материал режущей части инструмента находится во взаимодействии с обрабатываемым материалом и оказывает большое влияние на процесс резания.

В этой связи инструментальные стали должны обладать такими свойствами: 1) высокой твердостью после термообработки; 2) высокой теплостойкостью, т.е. способностью сохранять высокую твердость ($HRC \geq 60$) при нагреве; 3) высокой износостойкостью; 4) высокой прочностью; 5) удовлетворительными технологическими качествами (хорошо поддаваться ковке, термообработке, шлифованию, заточке и т.д.); 6) сравнительной дешевизной и отсутствием остродефицитных материалов.

В углеродистых инструментальных сталях основным элементом, определяющим режущие свойства, является углерод. Эти стали должны быть свободны от окислов и шлаковых включений, а также иметь ограниченное содержание кремния, марганца, серы и фосфора. Содержание указанных элементов не должно превышать соответственно: 0,35…0,4 %; 0,35…0,4; 0,02…0,03 и 0,03 %.

Наиболее распространенными углеродистыми инструменталь-ными сталями являются У10А, У11А, У12А, У13А. Углеродистые стали после закалки имеют высокую твердость (*HRC* 60…63), которая сохраняется при низком отпуске (150…180 °С). Но твердость углеродистых сталей при нагреве выше 190…200 °С резко падает, поэтому их используют при малой скорости резания (не более 8…10 м/мин) не очень твердых материалов.

Применяются эти стали в основном для изготовления метчиков, плашек, зенкеров пил для ручных ножовок, сверл малых диаметров и других инструментов.

Углеродистые стали значительно уступают теплостойким в износостойкости, и их использование сокращается, несмотря на большую вязкость, хорошую обрабатываемость и низкую стоимость.

СИЛИ, ЩО ДІЮТЬ У РІДИНАХ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При розв'язанні різноманітних задач динаміки і статики рідин і газів необхідно знати, які сили виникають всередині рідини або газу, закони їх взаємодії зі стичними з ними тілами, тобто треба вміти визначити силу, з якою рідина діє на тіла, котрі перебувають в ній, і навпаки, яка реакція цих тіл на потік. Якщо відомі сили, що діють на рідину, то потрібно знати, як від них залежать кінематичні характе-ристики. На рідину, яка перебуває в русі або в умовах рівноваги, можуть діяти дві різні за своєю природою категорії зовнішніх сил: масові, або об'ємні, та поверхневі сили.

Масові, або об'ємні сили безперервно розподілені по всьому об'єму рідини. Їх значення пропорційне масі виділеного об'єму рідини. До масових сил можна віднести сили ваги, інерції, сили електромагнітного походження, силу всесвітнього тяжіння тощо.

Для характеристики масових сил вводять поняття одиничної масової сили, яка має розмірність прискорення. Одинична масова сила характеризує щільність розподілу масових сил у точці, до якої стягується елементарний об'єм.

Поверхневі сили безперервно розподілені по поверхні і є результатом безпосередньої дії на частинки рідини сусідніх з ними частинок або інших тіл. До поверхневих сил належать сили тиску і в'язкого тертя та ін. Є також зовнішні і внутрішні сили. Зовнішні сили взаємодіють між частинками рідини і фізичними тілами, не належними до даної системи. Внутрішні сили взаємодіють між частинками рідини даної системи, тобто викликані дією одних частинок на інші.

Внутрішні сили є парними. Кожній внутрішній силі можна поставити у відповідність також внутрішню силу, рівну за значенням, але спрямовану протилежно. Це положення безпосередньо випливає з третього закону Ньютона.

Задачу визначення внутрішніх сил в рідині завжди можна звести до задачі визначення сил зовнішніх. Здійснити таке зведення дає змогу метод перетинів. Через рівнодійну зовнішніх поверхневих сил, що діють на елементарну площинку виникає напруження поверхневих сил у точці, др. Якої стягується ця елементарна площинка. Напруження є мірою інтенсивності внутрішніх сил в даному перетині виділеного об'єму рідини.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЯМОГО ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ СТРИЖНЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

Кузьменко В.І., Целуйко А.І.
Національний технічний університет «Харківськи політехнічний інститут», м. Харків

Математичний експеримент процесу прямого холодного видавлювання був виконаний методом кінцевих елементів з використанням пакета Deform-3D. Моделювання процесу було виконано у певній послідовності:1. Виконана геометрична побудова матриці використовуючи програмний пакет «Kompas 3D», а також побудова заготованки і пуансона за допомогою геометричних примітивів у програмному пакеті «DeForm».2. На заготованці та матриці побудували сітку, яка розбиває деталь на певну кількість елементів. Кількість цих елементів задається у залежності від складності поставленого завдання, точності отриманих даних, швидкості розрахунку. 3. Розташування матриці, пуансона і заготованки у певній послідовності, відповідною схемою видавлювання, задання тертя на контактних поверхнях і умов взаємного непроникнення.4. Рухомим інструментом був обраний пуансон, було задано напрямок руху (вісь Z) і швидкість переміщення (1 мм/с).5. Для заготованки була обрана Сталь 45 (AISI 1045 COLD) з притаманними їй механічними властивостями.6. Задання параметрів розрахунку, таких як: крок розрахунку, кількість збережених кроків розрахунку і граничні умови для припинення розрахунку.7. Розрахунок процесу комбінованого видавлювання.При проведенні розрахунку варіювалися коефіцієнт тертя $\mu_S = 0,\ 0.07,\ 0.08,\ 0.09,\ 0.1$ і кут 2β =45, 60, 90, 120°. В результаті розрахунку на ПК були отримані графіки залежності зусилля при прямому холодному видавлюванні від переміщення пуансона.З отриманих результатів випливає, що частка втрат на контактне тертя становить від 6 до 35% залежно від коефіцієнта тертя і величини кута 2β. Раціональними є кути 2β від 60° до 90°, при величині коефіцієнта тертя у діапазоні 0,07-0,09. Такі умови тертя забезпечуються при використанні у якості мастила для сталі фосфатного покриття з просоченням концентратом НБ-5 або господарським милом.

Література:

1. Анализ проблем и постановка задачи исследования процесса выдавливания стержневых конических деталей / Кузьменко В. И., Целуйко А. И. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 43 (1016). – С. 135–139.

2. Исследование процесса комбинированного выдавливания /Левченко В. Н., Галась И. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 5 (1048). – С. 40–50.

ОСОБОЛИВОСТІ ШТАМПУВАННЯ ВІСЕСІММЕТРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «ФЛАНЕЦЬ» В ВІДКРИТОМУ ТА ЗАКРИТОМУ РІВЧАКАХ

Ларін О.М., Євстратов В.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стаття присвячена оцінюванню силового режиму штампування у закритому та відкритому штампі деталей типу фланців. Прийняті в роботі припущення дозволяють оцінити вплив таких важливих параметрів, як Dф/D, h/D та α. Для аналізу силового режиму використаний метод кінцевих елементів.

У промисловості широко використовуються деталі типу фланець. Штампування цих деталей відбувається у відкритих і закритих штампах.

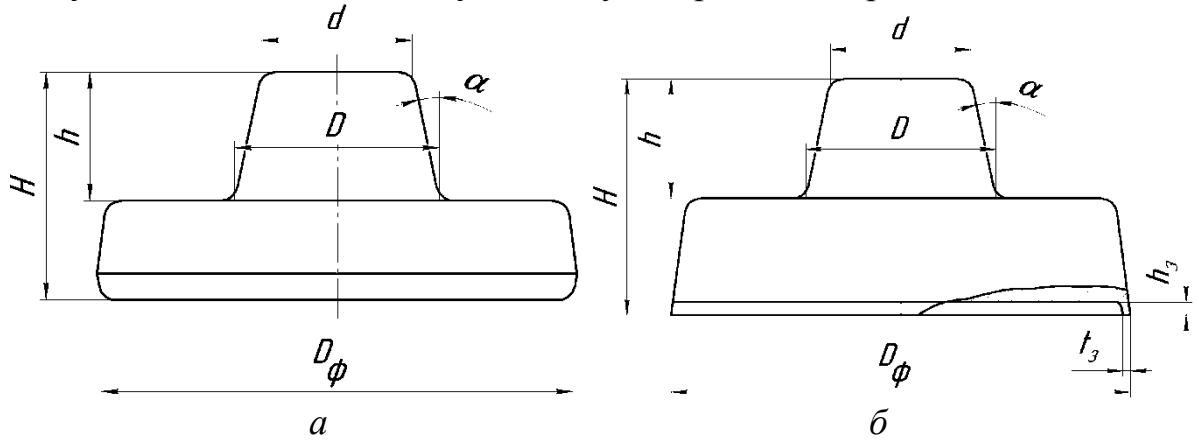


Рис. 1 – Загальний вид штампованки типу фланця: *а* – після штампування у відкритому рівчаку; *б* – після штампування у закритому рівчаку

У сучасній довідковій літературі і підручниках зусилля штампування у відкритих штампах для деталей типу фланців визначається лише за діаметром $D_ф$ і не враховує ані висоти фланця $h_ф$, ані таких важливих параметрів, як $D_ф/D$ та h/D [1]. Позначення наведені на рис. 1.

Робота має на меті розробити підходи до розв'язання цієї важливої задачі. Запропонований підхід і висновки дають можливість оцінити вплив таких важливих параметрів, як $D_ф/D$ та h/D.

Порівняння отриманих результатів методом кінцевих елементів з результатами[2], отриманими за допомогою енергетичного методу та аналізу процесу формоутворення при штампуванні у закритому штампі показали, що параметри $D_ф/D$ та h/D суттєво впливають на силовий режим штампування: із збільшенням параметрів $D_ф/D$ та h/D зусилля штампування значно збільшується. Для високих і тонких виступів заповнення рівчака суттєво утруднюється. Кут нахилу α також суттєво впливає на зусилля деформації.

Література:

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Том 2. Горячая объемная штамповка. Под ред. *Е.И. Семенова*. – М.: Машиностроение, 1986. – 592. **2.** В. О. Євстратов, В. М, Левченко. Оцінка силового режиму штампування у закритому штампі деталей типу фланців. – Вісник НТУ «ХПІ», 2013. – №43. – С.94 – 99.

МОДИФИЦИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ УЛЬТРАДИСПЕРСТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Лихолет М.А., Пономаренко О.И., Голиньков В.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе рассмотрен вопрос упрочнения алюминиевых сплавов ультрадисперсными частицами.

Одной из основных задач в литейном производстве является задача упрочнения литейных сплавов.

Целью работы является разработка метода введения УДЧ, с помощью которого можно достичь высокой прочности отливок.

Актуальность работы состоит в том, что упрочнение отливок – это одна из задач литейного производства.

Упрочнение литейных сплавов осуществляется с помощью модифицирования.

Под модифицированием понимают любое изменение количества зародышей кристаллизации или линейной скорости роста кристаллов в результате специальных условий плавки или обработки расплава. Среди новых методов модифицирования алюминиевых сплавов как перспективные направления следует выделить те, которые основаны на активации процессов гетерогенного зародышеобразования за счет введения в расплав или инициирования в его объеме центров кристаллизации в виде мелкодисперсных тугоплавких частиц, инертных по отношению к алюминиевому сплаву соединений.

Одним из эффективных методов является метод УДЧ. Метод УДЧ заключается в том, что в расплав вводятся ультрадисперсные частицы, которые повышают температуру рекристаллизации, временное сопротивление разрыва, твердость, длительную прочность, жаропрочность.

Процесс введения в алюминиевые расплавы дисперсных частиц вызывает определенные сложности. Для обеспечения необходимого результата необходимо применение внешнего воздействия на расплав.

Способы введения УДЧ в расплав:

а) Засыпка на поверхность расплава;

б) Ввод с помощью колокольчика;

в) Ввод под уровень расплава с помощью трубки и толкателя.

Для внешнего воздействия на расплав была разработана установка предназначенная для создания электромагнитного перемешивания и механической вибрации алюминиевого расплава.

Вывод: для решения задачи повышения качества отливок из алюминия, эффективным является метод УДЧ, при применении определенной технологии введения УДЧ в расплав, повышается качество отливок, их механические свойства.

ОСОБОЛИВОСТІ ШТАМПУВАННЯ В ВІДКРИТОМУ РІВЧАКУ ВІСЕСІММЕТРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «ФЛАНЕЦЬ»

Наймушина О.В., Євстратов В.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Деталі типу фланця широко використовуються у промисловості. Частіше штампування цих деталей відбувається у відкритих штампах, але є недолік: зайва витрата металу на ґрат, збільшення габаритних розмірів штампів і через це значна перевитрата штампової сталі [1].

Мета роботи полягає в оцінці силового режиму штампування деталі типу фланець. Використовувався енергетичний метод для аналізу силового режиму.

Процес деформації у відкритому штампі включає три стадії, ми розглядаємо останні дві: другу стадію – коли зовнішні бічні стінки штампу обмежують довільну течію метала і спрямовують її у необхідних напрямках, заготованка повністю заповнює рівчак, та третю – доштамповування, витискання надлишкового металу у ґратову канавку. При цьому велике значення має правильній вибір розмірів мостика ратової канавки [2]. При розробці технологічного процесу штампування та конструювання штампів необхідно передбачити повне заповнення його порожнин при найменших витратах металу, та виключити стадію доштампування.

При зменшенні ширини містка та збільшенні його довжини, підвищується опір витіканню металу в ґрат та утворюється підпір для заповнення порожнини штампу металом. Чим складніша форма покованки, тим більше ширина та довжина містка. За методикою визначаємо критерій складності форми штампованки, спротив витікання ґрату [2].

Задачі роботи: мінімізування ґрату та забезпечення повного штампування деталі без стадії доштампування, аналіз формозміни заготовки у верхній порожнині штампа за допомогою енергетичного методу, встановити залежність та вплив параметрів $D_ф/D, h/D, \alpha$.

Комп'ютерне моделювання дозволяє досить точно визначити силу штампування, а отже й правильно обрати обладнання, що дуже важливо [3]. З'ясовано, що розташування лінії з'єднання дзеркал штампу впливає на силу штампування, на тиск у штампі, тому завдяки правильному виборі її розташування можна підвищити стійкість штампу.

Література:

1. *Євстратов В.О., Левченко В.М.*, Оцінка силового режиму штампування у закритому штампі деталей типу фланців. – Вісник НТУ «ХПІ», 2013. – №43. – С.94 – 99.

2. *Тетерин Г. П., Полухин П. И.* Основы оптимизации и автоматизации проектирования технологических процессов горячей объемной штамповки. — М.: Машиностроение. 1979. — 284 с., ил.

3. *Фомичев А.Ф., Панин С.Ю., Юргенсон Є.Е.* Оптимизация силы объемной штамповки // КШП. ОМД. 2012.-№11.- С.41-43.

ИНЖЕНЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ 4ДТНА-1

Пензев П.С., Акимов О.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Известно, что управление кристаллизацией сплава играет важнейшую роль для получения качественной литой детали. Появление дефектов усадочного характера в теле литой детали приводит к таким последствиям, как снижение механических характеристик детали, ее износостойкости, появлению трещин в местах образования дефектов и т.д.

Современные тенденции проектирования технологического процесса при производстве литих деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) осуществляется с учетом тренований по увеличению мощности и минимизации выбросов токсичних компонентов, которые приводять к увеличению термомеханических нагрузок на детали и узлы двигателя.

Сокращение сроков проектирования и усовершенствование технологи производства таких деталей как блок цилиндров 4ДТНА-1 является сложно осуществимой задачей без применения методики компьютерно-интегрированого проектирования. Потому необходимо выполнить инженерное моделирование литейных технологических процессов производства блока цилиндров с последующим анализом результатов фазового перехода, структуры сплава, возникающих дефектов для определения этапов совершенствования технологи, а также для определения граничних и начальних русловий для термо-прочностных расчетов. Исследования проводяться в программных комплексах LVMFlow и ANSYS. По результатам моделирования, выполненного в среде LVMFlow, были выявлены области предположительного образования дефектов и выбраны методы по их устранению.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УПРОЧНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРИ ИХ ВАЛКОВОЙ ФОРМОВКЕ

Подзолкова Ю.А., Плеснецов Ю.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В современных условиях ресурсосбережение является одним из ключевых элементов создания конкурентоспособной продукции. Увеличение прочностных характеристик гнутых профилей за счет дополнительной пластической деформации участков профилей, не подвергающихся упрочнению при обычном профилировании, способствует улучшению качества самих профилей, изделий с их применением, а также позволяет снизить расход металла без ухудшения прочностных характеристик готовой продукции.

Целью работы является анализ формоизменения металла при валковой формовке упрочненных специальных профилей и возможностей организации их производства.

При валковой формовке периодических гофров местная вытяжка листового металла сопровождается утонением в зоне формовки гофров, т.е. имеет место плоское деформированное состояние.

Для теоретического анализа процесса валковой формовки поверхностей противоскольжения на первом технологическом переходе использован принцип энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клети

$$\Phi = \frac{1}{2}G(H_1 - H)^2 + A_{ДЕФ}(H) \to \min , \qquad (1)$$

где G - жесткость клети;

H - высота формуемых рифлений;

H_1 - высота гофра по калибру валка;

$A_{ДЕФ}(H)$ - работа деформации при вытяжке рифлений.

Выводы: с использованием принципа энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клети получены аналитические зависимости для определения энергосиловых параметров процесса формовки элементов поверхности противоскольжения и рифлений. Минимизацией функционала полной потенциальной энергии решена задача нахождения фактической высоты рифлений и их осадки.

Литература:

1. *Тришевский И. С.* Теоретические основы процессов профилирования / *И. С. Тришевский, М. Е. Докторов*. – М.: Металлургия, 1980. – 288 с.

2. *Тришевский И.С.* Гнутые профили проката: справочник / *И.С. Тришевский, В. В. Лемпицкий, Н.М. Воронов и др. / под ред. И.С. Тришевского.* – М.: Металлургия, 1980. – 351с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИПРИГАРНИХ ФАРБ ДЛЯ ФОРМ І СТРИЖНІВ ІЗ ХТС НА ОСНОВІ СМОЛ

Пономаренко О.І., Євтушенко Н.С., Колісник К.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Один з найбільш характерних дефектів виливків, виготовляємих з використанням смол на хромітових пісках, так звані просічки, у вигляді тонких і гострих гребінців, які утворюються в наслідок заповнення рідким металом поверхневих тріщин на формах і стрижнях. Тріщини утворюються в наслідок великої щільності ХТС, що обумовлюється її низьким внутрішнім тертям. Другий найбільш економічно відчутний дефект – металізований пригар, особливо на товстостінних сталевих виливках. Одним з найпоширеніших способів попередження утвору пригару на виливках є нанесення захисних покриттів на поверхню виготовлених форм і стрижнів, які перешкоджають проникненню рідкого металу в пори суміші й хімічній взаємодії оксидів металу з матеріалом форми.

При виборі складу протипригарних фарб враховується вид сплаву, маса виготовлених виливків, особливості формувальних сумішей.При використанні піщано-смоляних форм і стрижнів доцільно використання цирконової протипригарної фарби. Даний тип фарб має бистровипаровувані неорганічні розчинники, для сублімації яких немає необхідності застосовувати сушіння.Цирконова фарба призначена для нанесення на піщано-смоляні форми й стрижні при виготовленні виливків із чавуну, вуглецевих і низьколегованих сталей. Нанесення протипригарних фарб є важливою технологічною операцією виготовлення форм (стрижнів), оскільки від якості створюваного захисного шару в значній мірі залежить якість виливків.

Перед нанесенням фарба повинна бути ретельно перемішана. Нанесення фарби на форми й стрижні може проводитися як зануренням, кистю в один або кілька шарів, так і розпиленням за допомогою пульверизатора. На форми (стрижні) для тонкостінних виливків до 0,2 т звичайно наноситься один шар фарби. При виробництві виливків великої маси рекомендується застосовувати двошарове нанесення. При створенні двох і більш шарів покриття, кожний наступний шар слід наносити після повного висихання попереднього.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Пономаренко О.И., Берлизева Т.В., Шевченко М.И.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Доминирующим технологическим процессом в литейном производстве является изготовление отливок в разовые песчаные формы, реализуемом в крупносерийном и массовом производстве с помощью комплексов автоматизированного и роботизированного оборудования.

По существующим данным, 40-60% дефектов от общего количества дефектов обусловлено неудовлетворительным качеством формовочных материалов и смесей. Поэтому повышение качества формовочных смесей – одна из актуальных задач литейного производства. На литейных предприятиях Украины и стран СНГ для производства сухих и сырых песчано-глинистых форм часто в состав смеси вводят огнеупорную глину каолинит-иллитового состава типа дружковской или часовярской. Она вводится в смесь в виде суспензии, а не в порошкообразном виде, как это принято на высокотехнологичных современных литейных производствах.

Кроме того применяют специальные технологические добавки, улучшающие противопригарные, связующие, пластичные и технологические свойства смесей. Такими компонентами могут быть молотые угли, крахмалит, бентонит, кальцинированная сода, поверхностно-активные вещества и др. Для сырых песчано-глинистых форм можно вводить бентонит, который является эффективным связующим и термопротекторным материалом Главной его особенностью является химически-кристаллическое строение, которое обуславливается наличием на поверхности бентонита ионообменных катионов, что определяет его физические и химические свойства как минерала.Для борьбы с ужиминами в смесь обычно вводятся добавки древесной муки и крахмалита. Крахмалит улучшает пластические свойства смеси. Как противоужиминная добавка он повышает прочность формы в зоне конденсации влаги и поверхностную прочность (снижает осыпаемость). Крахмалит и бентонит вводят обычно в смесители. Крахмалит как и бентонит, проявляет свои пластичные свойства только после увлажнения и набухания. Для влажности на автоматических формовочных линиях в смеси обычно вводят набухающие крахмалы. Крахмалит вводят в количестве до 0,5%.К водно-глинистой суспензии добавляли 15–ти % водный раствор для повышения прочности и текучести в количестве 3%.

В качестве обьекта исследований была выбрана сырая песчано-глинистая смесь на основе кварцевого песка, отработанной смеси, раствора глинистой суспензии, крахмалита, бентонита и вещества для повышения прочности и текучести.

ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «ЗАМОК» ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Пономаренко О.И., Ступарь М.А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Метод литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) является одним из новейших способов производства отливок. Эта технология решила важнейшую задачу литейного производства – повышение точности отливок до уровня литья по выплавляемым моделям при издержках производства литья в песчано-глинистые формы.

Процесс изготовления отливки по газифицируемым моделям включает: разработка чертежа детали и отливки, расчет литниково-питающей системы, изготовление пенополистироловой модели и питающей системы, окраска, сушка противопригарной краски, изготовление и заливка формы, охлаждение отливки в форме, выбивка формы, очистка, обрубка, контроль отливки. Одним из главных этапов является проектирование самой отливки.

Целью исследования является конструкторско-технологическое моделирование получения отливки «Замок», изготовляемой литьем по газифицируемым моделям на ООО «АрмаПром». Отливка «Замок», изготавливается из стали 25Л ГОСТ 977-88 и является частью механизма сцепления автосцепки тепловоза. К ней предъявляются повышенные требования по прочности, износостойкости, твердости и ударным нагрузкам. В процессе производства отливки были выявлены такие дефекты как: утяжина, ситовидная пористость и газовые раковины.

С целью изучения возможных вариантов их появления было проведено исследование, которое включает: создание 3D модели, компьютерное моделирование процесса заливки формы, установление мест дислокации дефектов усадочного характера, оптимальный расчет прибыли.

Для исследований используются программные продукты CAD/CAE, которые технологам и конструкторам дают новый инструмент для проектирования по получению качественных отливок. Программы CAD/CAE открывают новые возможности в проектировании технологии приготовления отливки и в конструировании оснастки. В процессе исследования использоваться пакеты программ SolidWorks, для создания 3D модели детали, отливки и оснастки, и LVMFlow, для моделирования процесса заливки металла и выявления дефектов, расчета прибылей.

ПІДВИЩЕННЯ ТВЕРДОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ ШЛЯХОМ ХТО

Протасенко Т.О.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Задача даного дослідження – визначення можливості за допомогою хіміко-термічної обробки підвищити поверхневу твердість високолегованих сталей. Для порівняння ефекту зміцнення в хромистих та хромо-нікелевих сталях за еталон була взята вуглецева сталь марки 20.

Для виконання поставленої задачі на зразках проводилась хіміко-термічна та наступна термічна обробка. Цементація проводилась у твердому карбюризаторі з наступною зміцнюючою обробкою.

Після обробки на зразках зі сталей 20, 12Х18Н10Т, 20Х13 був проведений металографічний аналіз і контроль твердості поверхні та серцевини для встановлення оптимальних параметрів обробки з метою отримання необхідних експлуатаційних властивостей.

Проаналізувавши отримані експериментальні результати дослідження впливу параметрів термічної та хіміко-термічної обробки на структуру і властивості сталей марки 20, 20Х13, 12Х18Н10Т можна зробити наступні висновки:

1 Для отримання високих механічних властивостей відповідальних деталей зі сталі 20 можна рекомендувати цементацію з наступним подвійним гартуванням та низьким відпуском. Перше загартування можна замінити нормалізацією.

2 В цементованій сталі 20Х13 після загартування відзначається зниження твердості в зміцненому шарі внаслідок підвищеної кількості непере- твореного аустеніту. Для його усунення необхідно провести обробку холодом (після загартування) або високий відпуск (до загартування).

3 В сталі 12Х18Н10Т хіміко-термічна обробка призвела до чотирикратного підвищення твердості поверхневого шару за рахунок утворення спеціальних карбідів хрому і титану. Але розташування карбідів хрому по границям зерен аустеніту може призвести до зниження стійкості до міжкристалітної корозії.

4 На всіх досліджених марках сталей цементація призвела до утворення зміцненого поверхневого шару, але фазовий склад та морфологія структури не завжди є оптимальними з точки зору експлуатаційних властивостей.

СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ, АНІМАЦІЇ ТА ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ ДЛЯ РЕКЛАМНОГО РОЛИКА ПРОМИСЛОВОЇ КОМПАНІЇ

Савченко Л.М., Воронцова Д.В., Дрозденко О.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З метою привернення уваги до діяльності приватного підприємства з виробництва та монтажу металоконструкцій було створено відео ролик рекламного характеру, який містить декілька сцен, присвячених візуальному відображенню технічної спрямованості виробництва, що має підвищити інтерес до підприємства у потенційних клієнтів. Важливими складовими будь-якого рекламного ролика є, перш за все, ідея, сценарій і технічне втілення цього в продукт. Особливе значення в акцентуванні уваги посідають візуальні ефекти в рекламі.

Створення ролика було розбито на кілька етапів:
- моделювання 3D об’єктів в програмному пакеті Maxon Cinema 4D;
- створення анімації основної та допоміжних сцен;
- додавання візуальних ефектів;
- монтаж відео за допомогою програмного пакета Adobe After Effect;
- редагування та монтаж аудіо складової ролика.

Для ролика було розроблено чотири сцени, які символізували визначальні риси компанії: в першій сцені перед глядачем розкривається люк, що символізує відкритість компанії новим ідеям та співробітництву, в другій – демонструється складність та злагодженість виробництва і персоналу, третя сцена – зубчасті колеса, що обертаються, – символ єдності компанії, фінальна сцена – символ промислової спрямованості фірми.

Для моделювання об’єктів використовувались полігональні та NURBS примітиви з подальшим їх редагуванням різноманітними інструментами ти модулями. Анімація в більшості сцен застосовувалась на базі ключів. Монтаж проходив у два етапи: аудіо монтаж і відео монтаж. Підсилення враження від сприйняття ролика досягалось за допомогою доданих візуальних ефектів: розмивання для динамічних об’єктів, зернистість для статичних об’єктів, додаткове освітлення, кольорокорекція в темних тонах, оптичні спалахи за допомогою плагіна optical flares, ефекти пару та пилу, хроматична аберація.

Передбачалося, що цей ролик носитиме презентаційний характер і буде спрямований на досягнення чіткого враження про роботу підприємства, популяризацію індустріального виробництва.

РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ ПОРТАТИВНОГО РОБОТА ТА СТВОРЕННЯ PROMO-РОЛИКА ДЛЯ ПРОЕКТА «HOME SECURITY ROBOT»

Савченко Л.М., Воронцова Д.В., Очковська К.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційні технології набувають все більшого поширення в різноманітних сферах. Серед напрямків їх ефективного застосування є створення мобільних роботів-охоронців. Традиційні найбільш ефективні стаціонарні системи охорони уявляють собою замкнуті радіоелектронні та телевізійні мережі з системами спостереження. Вони є достатньо коштовними та складними в налаштуванні. На відміну від них мобільні роботи в залежності від поставлених задач устатковані датчиками температури, вологості, вібрацій та ін. патрулюють територію, аналізують інформацію, яка надходить, та в разі необхідності передають цю інформацію через інтернет господарю.

В роботі на базі розробленого ескізного проекту була створена 3D модель портативного пристрою з камерою та датчиками для контролю основних параметрів приміщення, а саме, температури, вологості, вібрацій, датчики електромережі та руху з інтерактивним оповіщенням за допомогою інтернета та GSM зв’язку. В комплект системи безпеки входить сам пристрій з датчиками, камерою, динаміками, а також док станція з датчиком руху, яка є зарядним пристроєм і в свою чергу контролюється за допомогою мобільного пристрою.

При створенні 3D моделі портативного робота в програмному середовищі Autodesk Maya враховувались можливість переміщення пристрою по приміщенню за рахунок універсальної форми, а також сучасний дизайн. В модель вмонтовані датчики температури, вологості, вібрації, електромережі а також датчик переміщення на док станцію. Крім того, була створена тривимірна модель мобільного гаджета і анімаційний promo-ролик. В презентаційному ролику в системі Adobe After Effects анімувалися інтенсивність джерел освітлення, рух камери, фокусна відстань, положення, повороти та орієнтація створеної моделі.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА МОДЕЛЮВАННЯ МИСЛЕННЯ

Сівак Є.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перед системою штучного інтелекту стає мета – не просто отримання результатів які співпадають з результатами інтелектуальної діяльності людини, а розв'язання задач високого рівня складності. Поняття штучного інтелекту може бути визначено як властивість технічних систем вирішувати задачі, котрі для природного інтелекту зберігають елементи творчості. Іншими словами, ці задачі, які не можуть бути розв'язані звичайним застосуванням послідовності стандартних правил. Штучний інтелект не є чимось існуючим незалежно від природного інтелекту. Він є технічним, інструментальним подовженням останнього, підсилювачем інтелектуальних властивостей людини. Дякуючи системам штучного інтелекту, людина стає здатною моделювати складні системи, пізнавати їх, управляти їми. На ці системи не покладаються вищі функції ціліспрямованості та формування суб'єктивних образів, котрі залишаються за людиною та його інтелектом. Тим більше від них не вимагається подібності з природним інтелектом з точки зору процесів функціонування. Моделювання мислення є застосування метода моделей к пізнанню певного об'єкту – мислення. Моделювання є одним з важливих шляхів пізнання. Пізнавальні прийоми, які охоплює поняття моделювання, ґрунтуються на перенесенні знання о побудові та аналізу моделей на модельований об'єкт (оригінал). Логичною основою метода моделювання є аналогія. Безпосереднє пізнання мислення – задача складна. Вчені її спрощують шляхом застосування моделей. Постановка проблем при моделюванні мислення та конструюванні штучного інтелекту суттєво неоднакова. Відмітка ″здатності″ систем штучного інтелекту створюється в залежності від задач природного інтелекту, котрі вони зможуть виконати. Можливо, що задачі, пов'язані зі створюванням штучного інтелекту, можуть бути вирішені тільки при умові відтворювання у ньому визначених рис пізнавального процесу.

Питання о передачі функцій інтелекту технічним системам та питання о розширенні пізнавальних можливостей людини прямо пов'язано зі створюванням та розвитком інформаційних технічних систем.

СПОСІБ ПІДКРЕСЛЕННЯ ЛІНІЙ ПЕРЕТИНУ НА ОКРЕМИХ ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ

Сидоренко О.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Лінії перетину окремих поверхонь, що описані рівняннями у неявному вигляді, при їх візуалізації можуть бути невиразними. Тому для підвищення чіткості зображень застосовують додаткові засоби. Є можливість зразу одержати чіткі зображення шляхом суміщення самих поверхонь з кривою, яка співпадає з формою лінії перетину. Одним з таких методів є параметричне рівняння Вівіані щодо перетину сфери радіусу ***R*** та циліндру радіусу ***R/2***, твірна якого проходить через центр сфери. Тому розповсюдження алгоритму побудові цієї кривої на лінії перетинання інших поверхонь обертання є актуальним.

Класичну криву Вівіані описують у неявному виді системою рівнянь $(x-r)^2+y^2=r^2$ та $x^2+y^2+z^2=R^2$, або у параметричному виді $x=R\cdot cos^2(u)$, $y=R\cdot cos(u)\cdot sin(u)$, $z=\pm R\cdot sin(u)$.

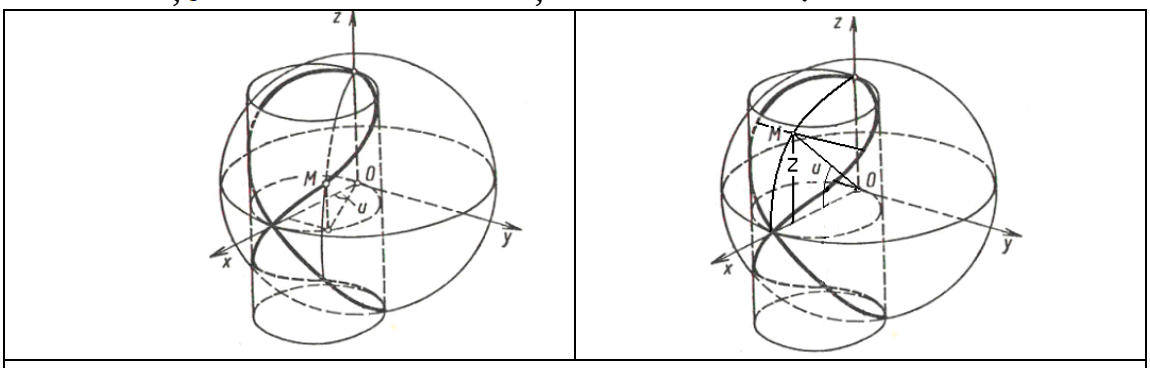


Рис.1. Схеми алгоритмів Вівіані (ліворуч) та узагальненого

Універсальний алгоритм параметричного опису вівіан поверхонь обертання складається з наступних дій: за параметром ***u*** зразу визначаємо ***z*** - координату точок вівіани, $z=R\cdot sin(u)$, яка задає положення площини горизонтального рівня, що перетинає обидві поверхні по колам $(x-r)^2+y^2=r^2$ – циліндричний отвір та $x^2+y^2=R_{Z^2}$ - поверхня обертання, де R_Z залежить від її типу; сумісне рішення цих рівнянь дає вираз $R\cdot x=R_{Z^2}$, що дозволяє визначити інші координати точки вівіани $x=\frac{R_{Z^2}}{R}$ та $y=\sqrt{R_{Z^2}-x^2}$.

ОЦІНКА СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВХІДНИХ ДАНИХ КЛАСИФІКАТОРА КООРДИНАТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Сімонова О.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На орбіту однією ракетою-носієм може бути виведено кілька космічних апаратів. Одержуваний засобами спостереження потік радіолокаційних вимірювань (РВ) необхідно класифікувати. Для збільшення точності класифікації вимірювань повинен бути визначений закон розподілу помилок вимірювань, а також склад його статистичних характеристик. Постановка задачі передбачає, що у вхідний потік поступають координати взаємно корельованих вимірювань і по кожній незалежній координаті помилки вимірювань є незміщеними. На практиці встановлено, що майже завжди помилки вимірювань узгоджуються з нормальним розподілом. Однак бувають випадки, коли помилки вимірювань значно перевищують допустимі. У таких випадках говорять про аномальні помилки. Тим самим помилки вимірювань по кожній незалежній координаті містять нормальну і аномальну складові. Тому можна говорити про закон розподілу вимірювань як ε-"забруднений" нормальний., у якого сумарна ймовірність наявності нормальної і аномальної складових розподілу дорівнює одиниці. З урахуванням того, що вимірювання є згладженим вектором, час прив'язки вимірювання також слід вважати випадковою величиною. Для визначення оцінок статистичних характеристик потоку РВ, які необхідно класифікувати, була розроблена відповідна методика, що і була використана при проведенні статистичних досліджень з визначення апріорних помилок по кожній незалежній координаті. У якості еталонної обрана орбіта КА "Січ - 1 " , оскільки для неї відомі всі сили, що її збурюють, і її параметри досить добре прогнозуються на великі часові інтервали. Апріорні значення параметрів орбіти КА "Січ-1" отримані від наземних засобів зовнішньотраєкторних вимірювань. Для визначення помилок вимірів параметри орбіти КА прогнозувалися на час вимірювання та отримані координати і швидкості порівнювалися з параметрами виміру. У статистичних дослідженнях були використані 64 групи вимірювань, що надійшли від засобів спостереження в період з вересня 1995 по січень 1997 року.

ВЛИЯНИЕ АКСИАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Ситников Б.В.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Такие недостатки способов повышения производительности расплавления электродной проволоки, как сложность направления разогретой проволоки по стыку при сварке с повышенным вылетом, снижение технологичности процесса при использовании дополнительной присадки и активированной проволоки, а также дополнительные энергетические затраты и сложность оборудования при сварке модулированным током и плазменной наплавке в ряде случаев ограничивают их применение в производстве. В этой связи представляется целесообразным разработка способов увеличения производительности расплавления электродной проволоки, не требующих сложного оборудования, основанных на использовании внешних магнитных полей.

В работе представлены результаты исследований влияния аксиального магнитного поля на производительность расплавления электродной проволоки при различных её диаметрах и значениях сварочного тока. Исследования проводили путем наплавки валиков на пластины из стали 15Г размером 400 х 200 х14мм на автомате А-1416 проволокой Св-08ГА под флюсом АН-348А. Аксиальное магнитное поле в зоне сварки создавали с помощью соленоида закреплённого на сварочной головке соосно с электродной проволокой. Индукцию аксиального магнитного поля изменяли в интервале от 0 до 40 мТл. Производительность расплавления электродной проволоки оценивали коэффициентом расплавления $\alpha_p = G_p/It$, где G_p – масса расплавленной проволоки за время t , I – сварочный ток .

Установлено, что при практически неизменной тепловой мощности дуги , увеличение индукции магнитного поля до 30 мТл приводит к монотонному росту производительности расплавления электродной проволоки. Наибольшее влияние на скорость расплавления проволоки аксиальное магнитное поле оказывает при токе прямой полярности (производительность процесса расплавления возрастает до 40%), наименьшее – при обратной (увеличение на 20-25%). Приведены экспериментальные зависимости , позволяющие определять необходимую скорость подачи электродной проволоки при использовании аксиального магнитного поля, которые могут быть рекомендованы для выбора параметров режима дуговой сварки.

СТРУКТУРА, СУБСТРУКТУРА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ TiN/ZrN, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ИСПАРЕНИЯ

Соболь О.В., Пинчук Н.В., Постельник А.А., Дума Е.А., Мелехов А.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Вакуумно-дуговой метод получения покрытий различного назначения в последние несколько десятилетий получил широкое распространение. Уникальные возможности метода обусловлены спецификой используемой в нем вакуумной дуги как основного технологического инструмента, что позволяет достичь высокой степени ионизации потока пленкообразующих частиц и хороших адгезионных свойств покрытий к подложкам. Это позволяет увеличить срок службы деталей машин и инструментов.Данная работа посвящена установлению влияния постоянного и импульсного отрицательного потенциалов смещения, подаваемых на подложку в процессе осаждения, а также влияние числа слоев на механические свойства многослойного покрытия TiN/ZrN, которое является одним из перспективных для использования в машиностроении.Покрытия были получены на вакуумно-дуговой установке «Булат - 6». Ток дуги в процессе осаждения составлял 100 А, P_N в камере при осаждении составляло около $3\cdot10^{-3}$ Торр, температура подложки была в интервале 250…350˚С. Скорость осаждения слоев ZrN составляла около 3 нм/с, а TiN– 2 нм/с. Толщина покрытий составляла 12-17 мкм. При осаждении покрытий на подложку подавался отрицательный потенциал смещения величиной U_b =-30…-200 В.Установлено, что подача отрицательного постоянного потенциала смещения в процессе осаждения покрытия во всем диапазоне величин U_b = -30…-200 В не приводит к заметному перемешиванию слоев, оставляя их планарными.Использование высоковольтных импульсов позволяет в значительной степени изменять структуру и свойства только при относительно низком постоянном потенциале смещения (U_b менее 100 В) При большем значении U_b, постоянный потенциал становится определяющим для структурной инженерии покрытия. Показано, что наибольшая твердость (45 ГПа) присуща покрытиям полученных при U_b=-140…-150В, при этом H/E достигает большой величины 0.14, что сложно получить в однослойных покрытиях.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ НА ВОЗМОЖНОСТИ СТРУКТУРНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ ZrN

Соболь О.В., Постельник А.А., Бабец Д.Н., Пинчук Н.В., Мелехов А.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Осаждение покрытий является эффективным методом повышения производительности и долговечности материалов. Благодаря высоким механическим свойствам и термической стабильности, защитный слой может поддерживать функциональность инструментов в тяжелых условиях эксплуатации в течение длительного времени. Для решения задачи по установлению связи физико-технологических параметров осаждения со структурой, субструктурой и свойствами покрытий ZrN использовалась модернизированная установка «Булат-6», снабженная дополнительно генератором высоковольтных импульсов, подаваемых на подложку в процессе осаждения. Покрытия осаждались в диапазоне давлений азотной атмосферы P_N = 0,02…0,64 Па.Установлено, что повышение давления в условиях действия отрицательного потенциала смещения -150 В приводит к образованию текстуры роста с осью [111] или появлению битекстурного состояния с осями [111] и [311]. На субструктурном уровне увеличение давления от 0,02 до 0,2 Па приводит к уменьшению размера кристаллитов и микродеформации. При большем давлении размер кристаллитов увеличивается. Дополнительная подача высоковольтного отрицательного потенциала $U_{пи}$ = (-800 … -2000)В в импульсном режиме с длительностью 10 мкс и частотой 7 кГц стимулирует появление текстуры [110]. На субструктурном уровне подача $U_{пи}$ приводит к релаксации микродеформации и росту размеров кристаллитов при повышении P_N. Наблюдаемые изменения можно связать с повышением подвижности частиц и активности нитридообразования в условиях действия $U_{пи.}$ Твердость возрастает с увеличением давления и достигает значения 43 ГПа при постоянном потенциале -70В. Подача $U_{пи}$ приводит к смещению максимальной твердости в сторону больших давлений. Определена граничная величина (-100В) постоянного потенциала, подаваемого на подложку, ниже которого подача высоковольтного импульсного потенциала (величиной -1200…-2000В, что позволяет формироваться пикам смещения) вносит определяющий вклад в формирование преимущественной ориентации кристаллитов с осью [110].

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ СПОСОБІВ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ НА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Шевченко М.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглядаються питання, які пов'язані з підвищенням якості знань, одержаних на практичних заняттях, шляхом активізації пізнавальної діяльності студентів. Практичне заняття – це найбільш гнучка форма процесу навчання. В залежності від мети навчання та інформації, яка вивчається, практичне заняття може включати елементи лекції, розв'язання задач під керівництвом викладача, самостійну роботу, контроль якості знань, самоконтроль та взаємоконтроль. Якість отриманих на практичних заняттях знань в великій мірі залежить від активності студентів.Велику роль в активізації пізнавальної діяльності студента грає виховання в нього самосвідомості, бажання вчитися, усвідомлення важливості курсів нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки при вивченні інших дисциплін та їх використанні в практичній інженерній діяльності. Процес активізації пізнавальної діяльності посилюється при використанні в деяких розділах курсу принципу проблемності та використання технічних засобів навчання.

Індивідуалізація процесу навчання з урахуванням специфіки курсів нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки є ефективним засобом активізації самостійної роботи студента та є найвищою формою активності студента. Організація самостійної роботи студентів на кафедрі ГМКГ здійснюється завдяки використанню методичних вказівок кафедри, додаткових консультацій, видачі детальних планів виконання графічних завдань та питань для самопідготовки. Широко використовується при вивченні курсів нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки принцип наочності (методичні та тематичні стенди, кінофільми, наочні моделі та деталі машин, рисунки на дошці, використання комп'ютерів).

Однією із форм активізації пізнавальної діяльності студента на кафедрі ГМКГ є широка їх участь у науковій роботі та підготовка рефератів для виступу на конференції.

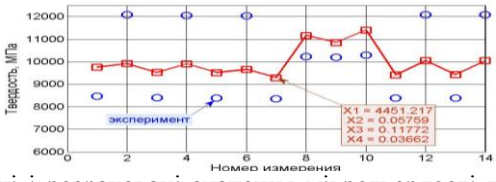
Виключно важливу роль в активізації пізнавальної діяльності студентів грає робота керівників академічних груп, яка сприяє створенню в групі загального прагнення до набуття знань, організації взаємодопомоги та підвищенню трудової дисципліни.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ СТАЛІ ПРИ АЛМАЗНО-ІСКРОВОМУ ШЛІФУВАННІ

Шевченко С.М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Температура і тиск в зоні обробки залежать від технологічних параметрів алмазно-іскрового шліфування (АІШ), які формують температурно-силові умови в зоні круг-деталь. Оскільки АІШ – багатофакторний метод обробки, виникає завдання встановити математичну залежність між параметрами режимів АІШ і мікротвердістю обробленої поверхні (Н, МПа). Для виконання поставленої задачі термічно оброблені зразки зі сталей 45, У7, У12 були прошліфовані по трьох рівням (верхній, середній, низький) основних параметрів круглого зовнішнього АІШ – це глибина шліфування t [мм]; продольна подача S [мм/хв.] і швидкість обертання деталі V [м/хв.]. Після обробки на зразках зі сталей був проведень металографічний аналіз і контроль твердості поверхні. Для експериментального отримання рівняння використовувалася система MATLAB і застосовувався метод багатофакторного планування експерименту (МПЭ).На мал. 1 представлені результати експериментальних (○) і розрахункових (□) значень мікротвердості поверхневого шару стали У7 в процесі АІШ



Малюнок 1 – Експериментальні і розраховані значення мікротвердості поверхневого шару стали У7 в процесі АІШ

За допомогою МПЭ і апаратом MATLAB виведена формула, за допомогою якої можна визначити рівень зміцнення поверхневого шару стали залежно від технологічних параметрів АІШ: $H = 4451{,}217 \times t^{0{,}05759} \times S_{iii}^{0{,}11772} \times V_{ä}^{0{,}03662}$

Дослідження впливу АІШ на параметри якості поверхневого шару сталевих зразків показали, що одним з найважливіших параметрів, що впливають на зміцнення, – це глибина шліфування t [мм], яка задає величину сили струму, отже, температуру нагріву поверхневого шару стали і визначає рівень зміцнення. Отримані результати можуть бути використані при АІШ сталей першої групи оброблюваності.

СКЛАДАННЯ АЛГОРИТМІВ ОБЧИСЛЕННЯ КУТОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ САМООПРОМІНЮВАННЯ В СИСТЕМАХ ОБ'ЄКТІВ З КАНАЛОВИМИ ГВИНТОВИМИ ПОВЕРХНЯМИ

Шоман О.В., Самарін В.О.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

У розрахунках енергообміну випромінюванням виникають задачі геометричного змісту [1]. Є задачі визначення міри самоопромінювання каналової поверхні, у якої віссю є гвинтова лінія. Вважається, що вся поверхня спіралі випромінює у навколишній простір енергію (теплову, світлову). Необхідно оцінити частку енергії, яка потрапляє на поверхню одного з витків цієї ж спіралі. Адже виток спіралі може екранувати випромінювання інших витків, що спричинить втрати енергії. Вісь цієї поверхні описується у вигляді параметричних рівнянь, і складається рівняння радіально-паралельної проекції (*RP*-проекції) просторової лінії на площині *Oxy* [2]. Але ці рівняння можна використовувати лише при створенні алгоритмів побудови "векторних" зображень *RP*-проекцій кривої. У нашому випадку необхідно одержати ще й інтегральні характеристики *RP*-проекцій, тобто одержати відношення площі *RP*-проекції до площі круга одиничного радіуса [2–4]. Вважатимемо, що це можливо здійснити лише на основі растрової версії комп'ютерної графіки.

Розглянутий алгоритм дозволяє побудувати зображення *RP*-проекції "тонкої" просторової лінії. Оскільки на практиці необхідно зважати на "товщину" геометричного об'єкта, то запропоновано каналову поверхню утворити як результат руху сфери з центром, що переміщується по зазначеній просторовій лінії [4]. Складений алгоритм пропонується взяти за основу при створенні алгоритмів обчислення локальних кутових коефіцієнтів для довільних каналових поверхонь. "Параметрами способу" будуть дискретність растру і величина, що визначає кількість сфер. Все це реалізовано при складанні програм для обчислення кутових коефіцієнтів випромінювання.

Достовірність обчислень за складеним алгоритмом перевірено за допомогою тестових прикладів.

ВПЛИВ МОРФОЛОГІЇ ТА ВЗАЄМНОЇ КІЛЬКОСТІ СКЛАДОВИХ ФАЗ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДВОФАЗНИХ ЛАТУНЕЙ

Терлецький О.С., Бурдіна М.Ю.
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Промислові сплави мають, як мінімум, двофазну структуру, а серед них одним з поширених типів є дуплексні, що містять дві або більше фаз, які схожі за розподілом, формою і розміром часток, мають чітку міжфазну границю. Дуплексні структури характерні в так званих «двофазних» сталях, в латунях із зернами α- та β'- фаз, у двофазних бронзах. На жаль, не складний, на перший погляд, тип дуплексної структури і досі не має аналітичного опису щодо напруження течії в залежності від параметрів структури, а відповідні дослідження досі тривають.

Зазначені фактори обумовили постановку задачі: встановлення закономірностей, які визначають напруження течії у двофазній ($\alpha + \beta'$) латуні ЛС59-1 в залежності від вмісту f та розміру зерен складових фаз, їх морфології. Шляхом варіювання температури нагріву в інтервалі 500 – 800 °С та швидкості охолодження з прутка (Ø 8 мм) були отримані сім дуплексних ($\alpha + \beta'$)-структур, які відрізнялись за вищевказаними параметрами. Крім двофазної латуні, були досліджені також структура та напруження течії α-фази (латунь Л63) та β'-фази (ЛС59-1) після гартування від 800 °С.Аналіз кривих розтягування проводили за наступною схемою. В загальному випадку середні напруження та деформації в сплаві ($\sigma_{\text{спл}}$, $\varepsilon_{\text{спл}}$) та зернах фаз відповідно (σ_α, ε_α, $\sigma_{\beta'}$, $\varepsilon_{\beta'}$,) підкоряються системі двох рівнянь адитивності (суміші), вирішення якої без додаткових припущень невідомо. При допущенні рівності деформацій в сплаві і складових фазах отримуємо рівняння адитивності щодо напружень: $\sigma_{спл} = \sigma_\alpha f_\alpha + \sigma_{\beta'} f_{\beta'}$ (за Фойгтом), а при рівності напружень – рівняння адитивності для деформацій (за Рейссом): $\varepsilon_{спл} = \varepsilon_\alpha f_\alpha + \varepsilon_{\beta'} f_{\beta'}$. Кожне з них вирішується, коли відомі залежності $\sigma(\varepsilon)$ для фаз. Останні були перераховані на основі отриманих кривих $\sigma(\varepsilon)$ латуней в однофазних станах, параметрів рівняння Холла-Петча щодо впливу розміру зерен на напруження течії, а також розміру зерен двофазних латуней. Відповідно за двома схемами були розраховані теоретичні криві $\sigma(\varepsilon)$ для сьомих дуплексних ($\alpha + \beta'$)-структур. Порівняння теоретичних та експериментальних кривих призвело до наступних висновків.1) Встановлено, що експериментальне напруження течії двофазної латуні ЛС59-1 залежить від розміру зерен складових фаз, їх взаємної кількості та коефіцієнту нерівновісності. 2) Показано, що від границі пружності та до 5 – 6 % пластичної деформації експериментальні криві $\sigma(\varepsilon)$ відповідають теоретичним за моделлю Рейсса (відхилення до 17 %), а на границі міцності – моделі Фойгта (відх. до 10 %). 3) Із зростанням коефіцієнта нерівновісності зерен від 1,8 до 4,7 похибка оцінки початкових напружень за Рейссом суттєво не змінюється, а для напружень на границі міцності – зменшується.

ВПЛИВ ДОВЖИНИ ТРІЩИН В ШАРУВАТОМУ КОМПОЗИТІ МІДЬ – ТАНТАЛ(1% ТА), ОТРИМАНОМУ МЕТОДОМ ДИФУЗІЙНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЧЕРЕЗ ШАР ФОЛЬГИ НІКЕЛЮ, НА КІНЕТИКУ ЙОГО РУЙНУВАННЯ.

Ященіцин Є.В., Терлецький О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Шаруваті композити(ШКМ) мідь-тантал виготовляли методом дифузійного зварювання через прошарок фольги нікелю з об'ємними долями(1; 2,8; 7; 11,1; 15,8 та 25 % Та), при температурі – 1000°С, тривалості – 1 година, тиску в пристосуванні – близько 40 МПа і ваку-уму ~$1{,}3\cdot10^{-2}$ Па. Після проведення механічних випробувань при 20 та 600°С було визначено розміри та кількість тріщин в ШКМ з 1 % Та за допомогою мікроскопа МИМ-7 при збільшеннях ×115 и ×200. Дослідження кінетики руйнування композитів на прикладі ШКМ з 1 % Та показало, що тріщини в шарах танталу неоднакові по довжині, розміщенню та кількості (рис. 1). Так, найбільш розповсюдженими є тріщини дов-жиною від 10 до 20 мкм. Кількість тріщин незначної довжини (до 5 мкм) та великих (більш 40 мкм) – не є значним. Причому великі тріщини зустрічаються в основному поблизу зони руйнування. Це дозволяє говорити про те, що руйнування відбувається по одній з перших тріщин, які формуються в початковий період механічних випробувань. Тільки тоді, коли в цій зоні зразка почне утворюватись шийка, та мідь вичерпає ресурс пластичності, станеться остаточне руйнування зразка. Слід відмітити, що після випробувань при 600°С кількість тріщин суттєво меньше, чим при 20 °С. Так, в ШКМ з 1 % Та після випробувань при кімнатній температурі було виявлено 380 тріщин різної ширини, а після випробувань при 600°С тільки 10. Ця різниця пояснюється тим, що при підвищених температурах в момент появи тріщини в шарах Та мідна матриця має підвищену несучу здатність внаслідок локалізації деформації та високою швидкісною чутливістю опору високотемпературному деформуванню. З іншого боку загальна несуча здатність міді значно зменшилась внаслідок протікання процесів повзучості.

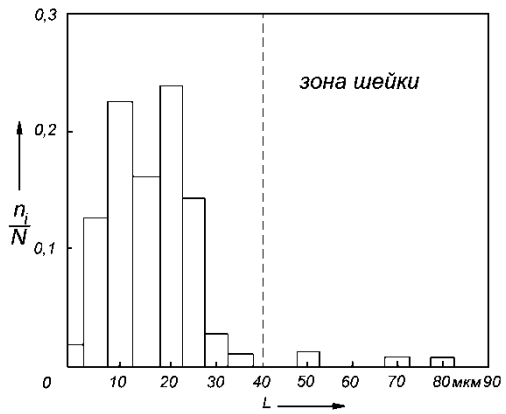


Рис.1. Гістограма розподілу довжин тріщин в ШКМ Cu-Ta (1 % Та): n – число тріщин визначеної довжини; N – загальна кількість тріщин; L – довжина тріщин

Наукове видання

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я

Тези доповідей
XXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
У чотирьох частинах
Ч. І

Укладач *проф. Лісачук Г.В.*

Відповідальний секретар *Прісухіна Т.М.*

Формат 60×86 /16. Ум. друк. арк. 16.3 Наклад 100 прим.

Надруковано у ТОВ «Планета – Принт»
61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 16
Свідоцтво № 24800170000040432 від 21.03.2001 р.