

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Академія педагогічних наук України
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)
Академія наук вищої школи України

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

Наукове видання

**Тези доповідей
XIX МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**У чотирьох частинах
Ч. I**

Харків 2011

ББК 73
І 57
УДК 002

Голова конференції: Товажнянський Л.Л. (Україна).

Співголови конференції: Патко Д. (Угорщина), Поп Е. (Румунія), Клаус Е. (Німеччина), Хамрол А. (Польща), Ілчев І. (Болгарія).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я:
Тези доповідей ХІХ міжнародної науково-практичної конференції, Ч.I
(01-03 червня 2011 р., Харків) / за ред. проф. Товажнянського Л.Л. – Харків,
НТУ «ХПІ». – 280 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»,
2011

ЗМІСТ

Секція 1. Інформаційні та управляючі системи.....	4
Секція 2. Математичне моделювання в механіці і системах управління.....	36
Секція 3. Технологія та автоматизоване проектування в машинобудуванні.....	82
Секція 4. Фундаментальні та прикладні проблеми транспортного машинобудування	134
Секція 5. Моделювання робочих процесів в теплотехнологічному, енергетичному обладнанні та проблеми енергозбереження.....	209

СЕКЦІЯ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ ТА УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ

TOWARDS THE SUPPLIERS CHOICE PROBLEM FOR AFTER-SALES SERVICE CENTER OF OFFICE EQUIPMENT

Ali Khalifeh, Olga Cherednichenko

National Technical University “Kharkiv Politechnical Institute”, Kharkiv

The repair of complex office equipment is the one of the most scientific intensive branches of service. The effectiveness of service centers work depends on following aspects. They are management structure, level and dynamics of economical indices, modern information technology usage.

The modern business is characterized by active usage of office equipment. Today we can't imagine any office without computers, printers, faxes, etc. However, complex equipment usage supposes availability of special service staff and technical support. For example,

- complex copy machines are needed for maintenance, i.e. works as to the cleaning, lubrication, regulation of the equipment;
- office equipment usage supposes regular delivery of consumables, e.g. paper and toner for a printer;
- the long-time usage of equipment is associated with scheduled repairs and replacement of recourse elements.

After-sales service of office equipment is associated with using of consumables, spare parts and recourse elements, i.e. we deal with material service. So we need to purchase, store and deliver material resources. The choice of reliable supplier is one of the most important problems of the successful after-sales service business.

We suggest applying the analytical hierarchical process as the method of supplier choice for after-sales service business. In order to implement this approach we need to build the hierarchy of criteria. The expert enters paired estimations of suppliers on each of the offered criteria. These paired estimations are measured in a 9-point scale. Paired comparisons matrices are formed.

According to the analytical hierarchical process, each matrix of paired comparisons is estimated on consistency and local priorities vectors are calculated. Values of local priorities of criteria and suppliers are used for calculation of global priorities which are considered as an estimation of supplier.

Specific character of after-sales service business requires more than one supplier of consumables, spare parts and recourse elements. So, we need to choose several eventual suppliers according to their estimations.

To increase the efficiency of the after-sales service process and to improve the management of after-sales service business we suggest an information system implementation.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПИТУ НА ПОБУТОВІ ПОСЛУГИ

Артёмов І.В.

Національний технічний інститут

“Харківський політехнічний інститут”, Харків

У теперішній час досить швидко розвивається ринок побутових послуг, зокрема ринок фото послуг. Послуга має ряд характеристик, що відрізняють її від звичайних товарів. Ця обставина дозволяє виділити ряд особливостей сфери послуг:

- виробники свій оборотний капітал зводять до мінімуму через неможливість заощадження послуги;
- на ринку послуг гостро стоїть проблема регулювання попиту та пропозиції;
- пропозиція послуг вимагає тісної взаємодії між покупцем і продавцем.

Тому що ринок послуг складно прогнозується та швидко змінюється, то єдиний спосіб уникнути невизначеності - управляти підприємством так, щоб максимально пристосовуватися до швидких змін у ринковому середовищі. Завдання маркетингу в сфері послуг складаються не в тім, щоб реалізувати послугу, а в тім, щоб знати, у яких саме послугах найбільше зацікавлений клієнт, і успішно їх реалізувати. Тому в першу чергу необхідно визначити потреби покупців та такий набір послуг, що задовольнив би їхні потреби.

Метою даної роботи є підвищення ефективності процесу дослідження ринку, зокрема дослідження попиту на прикладі підприємства, яке надає послуги у сфері фото бізнесу. У даній роботі передбачається, що розроблене програмне забезпечення може бути використане для проведення маркетингових досліджень

У системі передбачається чотири рівні доступу: адміністратор, менеджер, аналітик та споживач. Аналітик – це особа, яка вирішує завдання обробки даних та інтерпретації отриманих результатів. Споживач – будь-яка особа, яка за будь-яких обставин зацікавилась сайтом та дала згоду прийняти участь в опитуванні. Особливістю розробленого програмного забезпечення є можливість проведення опитування споживачів із використанням можливостей веб технологій. Функціональна структура розробленого програмного забезпечення включає наступні модулі: база даних, інтерфейс користувача, перегляд даних, формування анкет, перегляд результатів, опитування споживачів, обробка статистичних даних.

ADVANTAGES OF METHOD ENGINEERING APPROACH TO SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS IN CONTRAST TO TRADITIONAL APPROACHES

Bazhenov N.A., Sokolov B.N., Tomilko Y.A., Litvinchuk N.N.

National Technical University «KhPI», Kharkov

According to the majority of handbooks and sets of standards software development process combines the whole set of organizational, technical, human and technological units group. The chain of these groups forms the software life cycle, beginning from project idea and ending by disposal. Usually software lifecycle models divide into the logical executable periods – software lifecycle phases. There are two main models used for the projects from scratch. Consider these main groups.

Waterfall (cascade) model. All development activities are carried out sequentially. The end point of the phase signals about the start of the next one. The following phase start is denied until the previous one has finished. This approach causes the following disadvantages: (1) costs of each phase activity increase the costs both of the whole phase and all project and decrease the possibility flexibly to rework system; (2) problems on early phases are left for later resolving and can ignored or skipped; (3) the lack of close interaction with stakeholders during software development pipeline. (4) difficulties to add new functionality into the system, also then half of phases are already finished.

Evolutionary (Iterative) model. This model bases on iterations which includes the chain of process activities. As the iteration result the system prototype is completed with the certain functionality according to the initial requirements. This feedback prototype is reviewed by stakeholders; therefore new refined requirements are created. This approach has also its disadvantages: (1) the development process is not visible. It is needed regular milestones to measure progress of process; (2) the final system is often poorly structured. Iterative changes leads to broken software structure. Total costs and complexity are also increased.

Consequently, both main models have disadvantages, which could be avoided using some new flexible approaches are able to be tailored to the current project specific. Method engineering approach can be such flexible solution. It integrates into the software process to receive its situational conceptual model. Such software process components are considered as method chunks, which are tailored and selected by the method engineering engine.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПОТОЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Бондаренко М.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглядається питання розробки алгоритмічного та програмного забезпечення інформаційної технології діагностичного аналізу поточного стану урбанізованої території. Метою даного дослідження є впровадження новітніх технологій та методів у процес визначення діагнозу урбанізованої території.

Діагностика міста розглядається як сукупність методів і принципів розпізнавання дисфункцій міста і постановка діагнозу з метою підвищення ефективності його функціонування, підвищення його життєздатності в умовах вільної конкуренції.

Розглядається урбанізована територія, на якій проживає понад мільйон жителів і яка є складною системою, та для якої є відомими такі статистичні дані: обсяги галузевого факторного та галузевого продуктового агрегатів (ГФА та ГПА), граничні рівні потреб ГПА та запасів ГФА, система цін на ринках міста, стартові вимоги до інтеграції у зовнішньоекономічне середовище (імпорт, експорт ГПА та ГФА).

Для визначення внутрішньої ситуації використовуються таблиці ситуаційного аналізу, що містять сімейство проблемних ситуацій міської системи; для формування діагнозу стану зовнішньоекономічної діяльності функціонуючої територіальної системи використовуються алгоритми на порівняння обсягів імпорту та експорту, а далі визначені стани агрегуються для отримання повної поточної ситуації у системі.

Програмне забезпечення представляє собою додаток, що дозволяє зробити вибірку вихідних даних, реалізує запити за обраними даними до бази та виконує розрахунки допоміжних математичних величин, з яких складаються вектори, по яких за таблицями ситуаційного аналізу встановлюється діагноз та визначається поточна ситуація на урбанізованій території та до яких додаються значення зовнішньоекономічної ситуації, на основі чого формується діагноз про повну ситуацію у системі.

Розроблену інформаційну технологію було досліджено, протестовано та використано для проведення діагностичного аналізу поточного стану умовного міста (умовної урбанізованої території).

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В НЕЧІТКИХ УМОВАХ

Гамаюн І.П., Голоскокова А.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час об'єкти, якими необхідно управляти, відносяться до класу складних систем. Ці об'єкти характеризуються наступним комплексом властивостей: нелінійність, нестационарність, слабка формалізація, наявність елемента випадковості. Наведені вище властивості зумовлюють підвищені вимоги до якості управління складними системами.

В цій роботі розглядається задача розробки математичного забезпечення системи управління. Для вирішення цієї задачі необхідно побудувати адекватну математичну модель як об'єкта, так і системи управління.

В даний час для розробки математичного забезпечення систем управління використовується класичний підхід, заснований на сучасних методах теорії управління. Проте відзначимо, що вищевказані властивості складних систем обумовлюють труднощі побудови адекватної моделі.

Для рішення поставленої задачі в даній роботі пропонується використати підхід, заснований на теорії нечітких множин або м'яких обчислень.

Розглянемо суть запропонованого підходу. Необхідно побудувати систему нечіткого виводу, що включає в себе наступні модулі:

- визначення фазових координат об'єкта;
- фаззифікатор, що перетворює фіксований вектор фазових координат (X) у вектор нечітких множин $X^{\%}$, необхідних для нечіткого виведення;
- нечітка база знань, яка містить інформацію про залежність $U = f(X)$ у вигляді лінгвістичних правил <Якщо - то>;
- функції приналежності, що використовуються для представлення лінгвістичних термів у вигляді нечітких множин;
- машина нечіткого логічного висновку, яка на основі правил бази знань визначає значення вихідної змінної у вигляді нечіткої множини $U^{\%}$, відповідної нечітким значенням вхідних змінних $(X^{\%})$;
- дефаззифікатор, що визначає чітке значення керованого параметра U , який передається за допомогою виконуючого механізму на об'єкт управління.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ШТАТНИХ РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИПАЛУ КЛІНКЕРА

Глушко В.М., Голоскоков О.Є.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м.Харків

При побудові систем керування технологічними процесами дослідник вирішує низку задач, що визначають якісні характеристики системи керування. Найважливішими з таких задач є задачі параметричної та структурної ідентифікації технологічного процесу. Рішення, які приймаються під час вирішення задачі ідентифікації технологічного процесу, визначають можливості та якість функціонування системи керування процесом.

Будь-який складний технологічний процес може бути представлений сукупністю режимів його функціонування, які поділяються на 2 групи: штатні та позаштатні режими роботи. Штатні режими роботи технологічного процесу на відміну від позаштатних, як правило, супроводжуються достатньою кількістю даних та спостережень, що доступні досліднику, оскільки такі режими є основними режимами функціонування технологічного процесу.

Технологічний процес випалу клінкера характеризується наступними штатними режимами функціонування: розпал печі, робочий режим, режим зупинки, перехід на тихий хід печі та вихід з тихого ходу. Інформація по штатним режимам технологічного процесу випалу клінкера, у відсутності будь-яких систем автоматичної реєстрації інформації з датчиків, присутня у вигляді обов'язкових записів до журналу машиніста-оператора процесу.

Аналіз штатних режимів роботи процесу випалу клінкера показує, що їх ідентифікація може бути виконана за допомогою математичного апарату нейронних мереж. Автори пропонують використовувати паралельну схему застосування нейронної мережі з $q+p$ лініями затримки, де q – кількість вихідних параметрів технологічного процесу, а p – кількість управляючих параметрів технологічного процесу.

Експерименти по ідентифікації штатних режимів технологічного процесу випалу клінкера, показали, що нейронна мережа може бути успішно ідентифікувати будь-який штатний режим роботи процесу випалу. Так робочий режим може бути ідентифікований за допомогою багатосарової пресептронної нейронної мережі наступної архітектури: вхідний шар – 31 нейрон, I прихований шар – 160 нейронів з функцією активації «гіперболічний тангенс», II прихований шар – 140 нейронів з логістичною функцією активації, вихідний шар – 5 нейронів також з логістичною функцією активації.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Голоскоков А. Е., Бродский М. А.

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

Ожидаемое увеличение плотности воздушного движения, изменение динамики относительного движения самолетов, уменьшение норм эшелонирования и ограниченность ресурса воздушного пространства увеличивает вероятность опасного сближения самолетов. В этих условиях возрастает интерес задачи оценки риска вероятности опасного сближения воздушных судов. Объектом исследования в данной работе является пара динамических объектов – воздушные суда (ВС). ВС, как динамический объект, характеризуется вектором параметров. Рассматриваемый динамический объект находится в режиме полета. Вектор состояний для каждого воздушного судна D_j ($j=1,2$) характеризует перемещение объекта во времени и пространстве. Моделирование движения ВС под воздействием случайных внешних воздействий и оценка вероятности опасного сближения описывается с помощью многомерных линейных стохастических дифференциальных уравнений Ито (СДУ).

В основе любого стохастического метода обнаружения и оценки вероятности конфликта в воздушном движении лежит математическая модель динамических процессов движения наблюдаемых и управляемых объектов. В данном методе оценки вероятности конфликта принималось, что в общем случае отклонение от заданной скорости полета по каждой координате трехмерной системы координат описывается случайным процессом Орнштейна-Уленбека. Выбор этого процесса обосновывается сочетанием ряда его свойств. Стационарный процесс Орнштейна-Уленбека является марковским, гауссовским и имеет непрерывные траектории. Эти свойства наиболее адекватны реальному управляемому движению самолета в режиме стабилизации заданных параметров траектории полета при воздействии случайных возмущающих факторов. Для решения поставленной задачи рассматриваются две стохастические модели прогнозирования конфликтной ситуации. Каждая из моделей отличается размерностью и характеризуется разными векторами фазовых переменных. Модель №1 не учитывает фактор управляемости в боковом движении и случайным процессом описывался процесс отклонения от заданной скорости полета как в продольном, так и боковом движении. В модели №2 учитывается фактор управляемости в боковом продольном, вертикальном движении и случайным процессом описывается процесс отклонения от заданной скорости полета как в продольном, вертикальном так и боковом движении.

МОДЕЛИ ИНТЕГРАЦИИ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Горбач Т.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Наиболее часто встречающейся проблемой, которая стоит перед авторами информационных ресурсов при компьютерном (дистанционном) обучении, является интеграция разнородных учебно-методических материалов в единый курс обучения. Актуальной является задача создания инструментальных систем поддержки интеграции учебно-методических материалов, к которым предъявляются жесткие требования, так как эффективность обучения существенно зависит от формы и качества предоставления учебных материалов. В основу подобных систем закладывается распределенная модель хранения информации.

Учебный курс представляется в виде направленного графа, в котором узлами служат документы специального вида – слайды, а ребрами – переходы между ними. Из каждого узла обучаемый может попасть в один из нескольких других узлов, непосредственно связанных с ним ребрами. Какой переход будет выбран, решает система на основе данных об обучаемом и текущего состояния учебного процесса. В первую очередь при решении используются протокол работы и модель обучаемого. Протокол представляет собой файл, в который автоматически заносится информация о всех действиях, которые обучаемый выполнял за терминалом компьютера. На основе анализа протокола, при необходимости, можно скорректировать модель обучаемого. Модель обучаемого должна содержать ответы на вопросы не только о том, что знает и умеет делать конкретный обучаемый, но и о том, к какому психологическому типу он относится и чего достиг за время обучения.

Некоторые узлы курса могут быть помечены как обязательные для посещения. Стартовый узел выбирается на основе уровня подготовки обучаемого, выявленного с помощью блока вступительного тестирования. Выбор конкретного перехода (направления дальнейшего развития учебного процесса) осуществляется на основе правил, связанных с каждым из ребер перехода.

Применение предлагаемых технологий позволяет преподавателю повысить качество изложения материала. Использование современных визуальных средств разработки позволяет в сжатые сроки создать курс интерактивных мультимедийных лекций для дистанционного обучения.

ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

Грачова І.А., Стратієнко Н.К.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Щоденна конкурентна боротьба підприємств, метою якої є збереження та розширення своїх ринків і клієнтської бази, не дозволяє розвиватися бізнесу без адекватного планування його діяльності. Саме розрахунки, обґрунтування та передбачення різного роду змін надають можливість вижити в умовах жорсткої ринкової економіки. Питання актуальності та суті планування на підприємстві розглянуті в роботах Ільїна О.І., Турченюка М.О., Зінь Е. А. [1-2]. Підприємство, перед тим, як приступити до випуску важко-технічних виробів з тривалістю виробничого циклу, що вимірюється роками, обов'язково укладе договір поставки. Перспективні замовлення для нього відіграють суттєву роль. На їх основі здійснюється оперативне планування, що охоплює всі етапи та види робіт. Дуже важливо, щоб планування діяльності завжди було здійснено швидко та своєчасно. Тому постає актуальна задача оснастки підприємства автоматизованими засобами обробки інформації з метою успішного прийняття управлінських рішень для ефективного функціонування підприємства. В даній роботі здійснено постановку і вирішення задачі планування діяльності виробничого підприємства в умовах ринку за допомогою автоматизованих засобів. При цьому були розглянуті економіко-математичні методи та побудовані алгоритми вирішення поставленої задачі, а саме: алгоритм стратегічного планування; моделі та методи загальної теорії систем, класичної теорії управління, систем системного аналізу; експертні процедури; методи теорії прийняття рішень, маркетингові моделі аналізу поточного становища. Розробку моделі даних було виконано за допомогою CASE-засобу ERWin та з урахуванням того, що дана база даних повинна легко інтегрувати з Microsoft Visio – була обрана СУБД MS SQL Server 2005. База даних містить 47 таблиць та 63 запити, що дозволяють отримати необхідну і якісну інформацію. Окрім того, даний програмний продукт зручний та простий у використанні, не потребує дуже високих системних вимог. Обробка результатів роботи програмного забезпечення дозволила сформулювати та оцінити перспективи розвитку підприємства. Збережено позитивні тенденції, проте є й уразливі місця.

Література: 1 Зінь Е.А., Турченюк М.О. Планування діяльності підприємства: підручник - Професіонал ВД, 2004, 320 с.. 2 Ильин А.И. Планирование на предприятии: Учебник / А.И. Ильин. — Мн.: Новое знание, 2001. — 2-е изд., 625 с.

ПЛАНУВАННЯ ЗАКУПІВЕЛЬ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАМОВЛЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Ескрібано О.Д., Стратієнко Н.К.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Виробничі підприємства, які працюють на ринку, намагається якомога точніше планувати та робити закупівлі товарів та матеріалів, які вони використовують у своєму виробництві [1]. Визначення цілей закупівель полягає в тому, що компанія повинна одержувати необхідну по якості й кількості сировину у потрібний час та у потрібному місці. Для ефективного здійснення закупівель підприємству необхідно мати інформацію про те, які саме матеріальні ресурси необхідні для виробництва продукції. Окрім того, дуже важливою проблемою є знаходження оптимальних постачальників. Вибір постачальника вимагає глибокого аналізу ринку продукції, що цікавить підприємство, існуючих і потенційних постачальників, і переваг найбільш перспективних з них [2]. В даній роботі здійснено постановку і вирішення задачі планування закупівель та формування замовлень на підприємстві, а також вирішена проблема автоматизації цього питання для поліпшення процесу роботи підприємства, яке виробляє п.е.т. – преформи. Оскільки підприємство має дуже закриту сферу діяльності, воно працює більшою мірою зі своєю базою клієнтів. Для продуктивної праці дуже потрібно планувати закупівлі та формувати замовлення у необхідні строки, з великою точністю; мати постачальників, які будуть задовольняти підприємство [3]. Отже для вирішення питання автоматизації потрібно також вести архів ведення процесів закупівель за попередні періоди. У процесі розробки програмного забезпечення були розглянуті методи: балансовий метод, метод згладжування коливань попиту, метод рейтингових оцінок, детермінований метод планування, стохастичний метод планування. База даних була розроблена у СУБД MS SQL Server. Вона містить у собі таку інформацію, як об'єми закупівель, об'єми продаж та інше. Вона містить 48 таблиць та 59 запитів, які дозволяють швидко та детально отримувати необхідну інформацію. Актуальністю розробки програмного забезпечення є значне збільшення ефективності планування закупівель, формування замовлень та значне спрощення ведення списку необхідних ресурсів, продукції та постачальників.

Література: 1 Еремеев И.К. Автоматизация управления закупками как ключевой фактор эффективной хозяйственной деятельности. – СПб.: Питер, 2000. 2 Крикавський Є.М. Логістика підприємства. – Львів: ДУ «Львівполітехніка», 1996. 3 Гаджинский А.М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2001.

ПРО ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТЕСТІВ

Єршова С.І., Запорожець Т.М.,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день у процес реформування системи освіти і пристосовування її до європейських стандартів залучені всі вищі учбові заклади України.

Роль тестування, як основного методу оцінювання знань і навчання, стрімко росте. Перш за все, тому що тестування значно економить час викладачу, який за відсутності зворотного зв'язку вимушений повторювати положення, які студентами давно засвоєні. В другу чергу, систематичний тестовий контроль рівня знань студентів стимулює підвищення якості навчання за рахунок посилення акценту на важкі для засвоєння моменти. По-третє, скорочується час перевірки знань, які отримані в результаті самостійної роботи студентами.

Зрозуміло, що тести, які використовуються в учбовому процесі, повинні оцінювати знання з високою надійністю.

На рисунку, який наведено нижче, дається розроблена авторами класифікація підходів до оцінки надійності тестів.

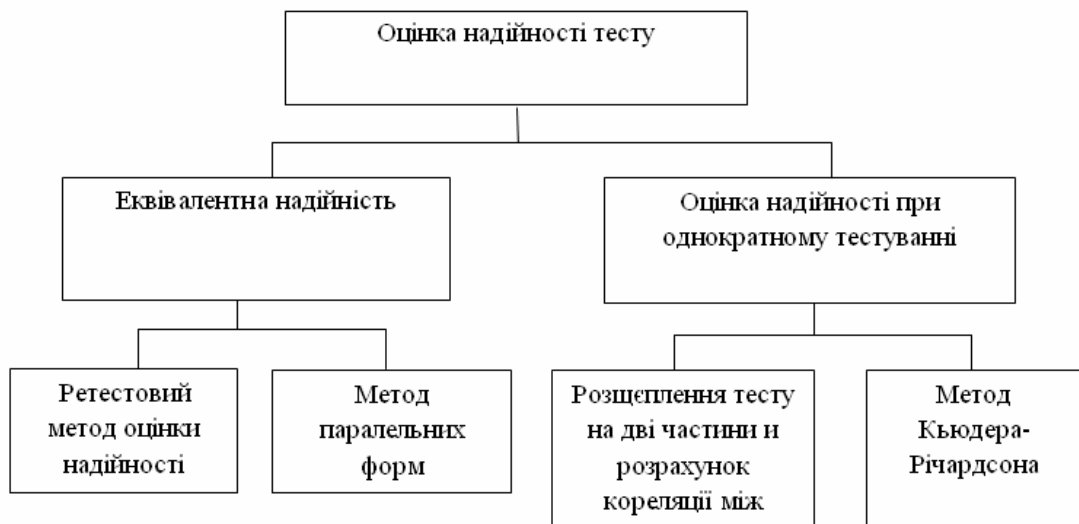


Рисунок - Оцінка надійності тесту

Авторами пропонується вважати надійними тільки ті тести, які мають стійку кореляцію. Оцінку стійкості пропонується проводити за допомогою t-тесту.

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ІТ НА ОСНОВІ ПРОФЕСІЙНИХ ТА ОСВІТНІХ СТАНДАРТІВ

Кононова Г.О.

*Національний Технічний Університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В даний час у психолого-педагогічних дослідженнях проблема формування професійних стандартів та їх поєднання з освітніми стандартами набуває особливої актуальності. Цей аспект досліджень в галузі психолого-педагогічної професійної освіти набуває значущості у зв'язку з переглядом норм багатьох видів діяльності, зміною світу професій: появою нових професій поряд з диференціацією та інтеграцією одних і «відмиранням» інших. Світ професій характеризується нестабільністю в силу змін їх змісту, засобів і умов праці. Відбувається зміна характеру зв'язку професійної праці та професійної освіти, суб'єктами яких є професіонал.

Проблема створення професійних стандартів у галузі інформаційних технологій пов'язана з тим, що відбуваються постійні зміни при частих появах нових технологічних напрямків, які породжують потребу в нових фахівцях. Західні аналітики останнім часом відзначають, що поширення нового підходу може призвести, з одного боку, до повного зникнення деяких традиційних інформаційно-технологічних професій, а з іншого боку, появи принципово нових професій. Розробники професійних стандартів усвідомлюють динаміку галузі і тому закладають у проект можливість реагувати на зміни вимог ринку. Зараз опрацьовується питання про створення спеціальної структури, яка буде відповідати за періодичну актуалізацію переліку професій і взаємодію їх із системою освіти, що дозволить в тому ж ритмі оновлювати існуючі навчальні програми і створювати нові. Складається зовсім новий вид діяльності - підтримка та розвиток професійних стандартів у різних галузях і організація їх зв'язку з відповідними освітніми програмами.

Таким чином, якість професійної підготовки фахівців обумовлено якістю практичної підготовки студентів; якістю застосовуваних технологій навчання і виховання, їх індивідуально-орієнтованої спрямованості на формування творчих здібностей фахівця; випереджаючим характером професійної освіти.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Лютенко И.В., Фади Тажер

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

Недостаток бюджетного финансирования и низкий уровень привлечения внебюджетных источников инвестиций в сочетании с рыночными элементами хозяйствования значительно затрудняют формирование экономических условий для эффективного развития сферы высшего образования. Все это не позволяет в полной мере обеспечить необходимое качество подготовки специалистов, а механизмы для привлечения дополнительных инвестиций находятся на стадии формирования.

Рациональное использование инвестиционных ресурсов, особенно в условиях недостаточного бюджетного финансирования, предполагает конкурсную основу распределения инвестиций между отдельными учреждениями в сфере высшего профессионального образования. Поэтому каждый ВУЗ неизбежно сталкивается с проблемой подготовки инвестиционных проектов и их тщательного обоснования, в том числе обоснование потребности в привлечении инвестиционных ресурсов.

На основе рассмотренных проблем финансирования и необходимости дополнительных инвестиций в высшее образование, была сформулирована необходимость оценки инвестиционных проектов, также определено математическое обеспечение для решения поставленной задачи.

В работе представлены разработанное алгоритмическое и программное обеспечение для решения задачи распределения инвестиций в системе высшего образования. Данное программное обеспечение помогает осуществить отображения и хранения информации об экспертных оценках, дает возможность сделать необходимые расчеты для последующего анализа и выбора лучших проектов для последующего финансирования инвестиционным фондом. Оно является Web-ориентированным, т.е. для работы с этим программным продуктом необходимо лишь наличие операционной системе с встроенным Web-браузером Microsoft Internet Explorer.

Достоинством данного продукта является то, что он может быть использован также для оценки других инвестиционных проектов в непроизводственной сфере.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФІЛАКТИКИ ЗДОРОВ'Я НА ОСНОВІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Мельник К.В., Голоскоков О.Є.

Національний Технічний Університет

«Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Розвиток системи охорони здоров'я і вихід України на європейський рівень в медицині відбувається досить повільно, чому сприяє цілий ряд проблем. Основна проблема – це брак фінансування, що відбивається на рівні медичної техніки та лабораторного обладнання, використовуваних технологій і методів діагностики. Актуальною проблемою охорони здоров'я є тенденція до збільшення ризику різних захворювань, до підвищення рівня смертності, що пов'язано з погіршенням екології, низьким рівнем життя, несвоєчасною діагностикою, а також недостатньою профілактикою різних порушень здоров'я.

Використання в медичних установах сучасних інформаційних комп'ютерних технологій дозволяє не тільки підвищити ефективність процесів обробки медичної інформації, але і відкриває великі перспективи у вирішенні багатьох проблем сучасної медицини. Створення і використання медичних СППР виділилося в окремий напрямок наукових досліджень, який об'єднує результати, отримані для інтелектуальних систем, зокрема експертних систем, підходи Data Mining, а також сучасні концепції інформаційних технологій.

Одна з основних задач, вирішенню якої присвячена велика кількість публікацій, пов'язана зі створенням систем для медичної діагностики.

Задача медичної діагностики являє собою досить складну задачу з огляду на те, що дані про пацієнта є слабо структурованими і мають різний характер. Частина необхідної інформації, що стосується пацієнта, зазвичай не існує, що вносить додаткові труднощі при обробці медичних даних; частина інформації носить якісний характер, тому що її визначає лікар, тобто присутня частка суб'єктивізму; частина інформації відображає результати аналізів, а значить, необхідно враховувати фактор випадковості з-за помилок вимірів.

Задача медичної діагностики – складна і багатогранна задача, вирішенням якої займаються не одне покоління науковців. Проте основна увага приділялась питанню постановки діагнозу для окремого пацієнта, а таке важливе питання, як обробка даних, які зберігаються у медичних картках пацієнтів, залишається недостатньо освітленим. Визначення окремих груп пацієнтів із різним ступенем схильності до конкретного захворювання – є важливою складовою процесу організації профілактичних заходів.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ РИНКУ НАФТИ УКРАЇНИ

Орехов С.В., Лемеха Р.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Результати дослідження світового ринку нафти за останні роки підтверджують думку про те, що «модель його організації, коли ціна нафти визначається згідно біржових котирувань як баланс попиту та пропозиції, збудована не на реальній економіці, а на очікуваннях великої групи гравців, багато з яких до нафти не мають ніякого відношення, а їх інтереси лежать за межами нафтової сфери» [1].

В роботі розглянута актуальна задача щодо побудови моделі ринку нафти України, яка базується на принципі комбінації результатів обробки а) гіпертекстів (новини та думки щодо ринку нафти) та б) статистики по ринку в короткостроковий період часу, наприклад, тиждень, місяць або квартал [2].

Базуючись на моделі в роботі запропоновано побудувати вітрину даних. Це програмне забезпечення, що створене як ВЕБ-інтерфейс до сховища даних. Розроблене програмне забезпечення є часткою результатів, що отримані під час виконання бюджетної науково-дослідної роботи № М8017 співробітниками та студентами кафедри АСУ НТУ „ХПІ” по напрямку „Маркетингові інформаційні системи” в 2008-2010 роках. У вітрині працює два типи користувачів: адміністратор – той, що редагує структуру сховища даних та завантажує дані про ринок, і оператор (аналітик) – той, хто аналізує результати моделювання за допомогою крос-таблиц та графіків в наступному періоді, наприклад, тиждень, місяць та квартал.

Таким чином, отримані в роботі результати мають практичну цінність для аналітичного підрозділу консалтингової фірми, що працює на ринку України, а також для трейдерів і переробників нафтопродуктів.

Література: 1 Конопляник А.А.. Газпром на европейском рынке // <http://www.konoplyanik.ru/ru/interviews.html>; 2 Орехов С.В., Черенков И.А. Обоснование прогнозирования цен полимеров посредством новостного потока. // Восточно-еропейский журнал передовых технологий – 2010. - № 5/7(47). – С. 18-20.

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИДОБУТКУ ДАНИХ З ІНТЕРНЕТ ПОТОКУ НОВИН ДЛЯ РИНКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

Орехов С.В., Черенков І.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Якість ринкового прогнозу залежить від точності визначення поточної ситуації на ринку, яку задає черга подій на цільовому та суміжних з ним ринках. Потік новин є відображенням цих подій і використовується в якості вихідних даних для аналізу [1].

Специфіка обробки цього потоку полягає в аналізі новини як відособленого носія інформації про подію, так і в сукупності з іншими новинами. Таким чином, проблематика аналізу потоку новин розділяється на проблему предметного аналізу вмісту новини, що вимагає створення спрощеної моделі ринку для класифікації подій, а також на проблему однозначної ідентифікації події в потоку всіх новин.

Методи машинного навчання дозволяють реалізувати алгоритми автоматичної ідентифікації подій у потоку новин, зокрема, методи класифікації дозволяють одержати алгоритми автоматичної категоризації новини і відображеної події. Методи кластеризації дозволяють порівнювати події в новинах на унікальність і виключити дублювання. Методи машинного навчання як *apriori*, *spearde* дозволяють визначити поточну ситуацію на ринку на основі ретроспективних даних, формуючи при цьому короткостроковий прогноз на майбутнє. Використання таких алгоритмів не вимагає створення якої-небудь моделі функціонування ринку, а тільки наявності достатнього числа статистичних даних.

Таким чином, використовуючи методи машинного навчання можна створити засобу автоматичного видобутку даних з мінімальною експертною участю, який необхідно тільки при створенні класифікатора подій ринку.

Література: 1 Орехов С.В., Черенков И.А. Обоснование прогнозирования цен полимеров посредством новостного потока. // Восточно-еропейский журнал передовых технологий – 2010. - № 5/7(47). – С. 18-20.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ «ЛЬВІВ»

Подгаєцький О. О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Істотний внесок зроблено в удосконаленні автоматизованої системи керування (АСК) народним господарством Радянського Союзу вченими АН УРСР. До числа таких розробок відноситься перша в державі автоматизована система керування підприємством (АСКП), яка була виконана в Інституті кібернетики АН УРСР спільно з співробітниками Львівського телевізійного заводу (ЛТЗ).

У 1962 р. під керівництвом В. М. Глушкова розпочато роботу над проектом «Загальнодержавної автоматизованої системи» (ЗДАС), масштаби якого в галузі інформаційних технологій не мали на той час аналогів у світі. Це була спроба створити науково-технічну базу керування економікою й організацію інформаційної індустрії країни. В. М. Глушков запропонував створити проект АСКП на ЛТЗ співробітнику Інституту кібернетики В. В. Шкурбі та своєму аспіранту В. К. Кузнецову. У 1963 р. дослідницькою групою був розроблений ескізний проект системи «Львів», яка призначалася для керування підприємством масового виробництва.

Основною метою розробки була побудова і реалізація нових раціональних принципів комплексного автоматизованого керування підприємства на основі застосування нових математичних методів оптимального планування та оперативного керування виробництвом, створення інтегрованої системи обробки. У 1967 р. успішно пройшла випробування перша черга системи, а на початку 1969 р. була здана друга черга. Ядром системи став інформаційно-обчислювальний центр з двома модифікованими універсальними ЕОМ «Минск-22».

У грудні 1967 р. В. К. Кузнецову і В. В. Шкурбі «За розробку і впровадження системи керування підприємством» була присуджена премія Ленінського комсомолу. У 1970 р. В. М. Глушкову з колективом авторів системи «Львів» була присуджена Державна премія УРСР у галузі науки і техніки.

Ідеологія АСКП стає в 1970-х рр. загальноприйнятою у СРСР на підприємствах, що принесло значний економічний ефект. Але в масштабах всієї держави ЗДАС так і не була реалізована, не знайшовши підтримки у вищого керівництва, яке жахало перспектива кардинальної перебудови усталених методів господарювання.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФІНАНСОВО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

Різник Є.О., Стратієнко Н.К.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах ринкової економіки метою будь-якого виробництва є отримання максимально можливого прибутку. У цих умовах можуть здійснювати свою виробничо-фінансову діяльність тільки ті підприємства, які отримують від неї найвищий економічний результат. Аналіз фінансово-господарської діяльності потрібний на будь-якому підприємстві. Предметом аналізу є безпосередньо усі сторони фінансово-господарської діяльності підприємства, відбиті в системі показників внутрішньогосподарського планування, обліку, звітності і інших джерелах інформації. Актуальність даного питання зумовила розвиток методик комплексної оцінки фінансового стану підприємства, підготовку інформації для прийняття управлінських рішень, розробку стратегій управління фінансовим станом. Ці питання розглядаються в роботах [1-2]. Основна мета роботи – створення програмного продукту, що дозволив би швидко, надійно та з мінімальними витратами вирішити задачу комплексної оцінки фінансово-господарської діяльності підприємства та оцінити перспективи його розвитку, а також спростити цей процес. Для вирішення даної проблеми перш за все розробляється схема вирішення задачі, що складається з ряду етапів. На першому етапі необхідно визначити метод оцінки і показники, що необхідно розрахувати. Показники для оцінки фінансового стану обираються за загальноприйнятими групами та включають в себе показники ліквідності та платоспроможності, фінансової стійкості, ділової активності та рентабельності. Для кожного показника визначаються нормативні значення. Наступним етапом є визначення вхідних факторів, в якості яких є фінансова звітність підприємств. Після цього проводиться перевірка отриманих значень та робиться висновок щодо фінансового стану підприємства. В якості прикладу було розглянуто діяльність підприємства, яке займається виробництвом технологічного обладнання для харчової промисловості. За допомогою розробленого програмного забезпечення можна буде зробити комплексну оцінку фінансово-господарської діяльності та дослідити перспективи підприємства.

Література: 1 Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебник – М.: Проспект 2002. 2 Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория анализа хозяйственной деятельности. - М.: Финансы и статистика, 1998.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У РЕГІОНІ

Рябко О. В.

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

Майбутнє сучасного стратегічного менеджменту неможливо без системи цільового управління витратами. Система цільового управління витратами ґрунтується на дуже простій ідеї: якщо для успішного бізнесу виріб треба продавати за ціною, що не перевищує ринкову, то визначення собівартості майбутньої продукції починається саме з встановлення ціни на неї. Спочатку визначається ринкова ціна на даний вид продукції, потім встановлюється бажаний розмір прибутку, а потім розраховується максимально допустимий розмір собівартості.

При рівні власних витрат підприємство може починати випуск нової продукції, в іншому випадку вживаються заходи щодо зниження рівня собівартості до допустимого значення.

Дана робота присвячена питанням випуску нової продукції виробників будівельних матеріалів на основі системи цільового управління витратами. Основна увага приділяється досягненню бажаної собівартості, а саме аналізу факторів, що впливають на її зміну. Для підвищення ефективності процесу дослідження автоматизуються збір, зберігання і обробка даних.

Аналіз собівартості продукції проводиться за допомогою таких методів, як: метод ланцюгових підстановок, інтегральний метод, метод логарифмічною та індексного методу. Вибір саме цих методів економічного аналізу обумовлений тим, що вони використовуються для адитивних і мультиплікативних моделей. Собівартість і впливають на неї фактори представляються саме в таких моделях.

Враховуючи всі вимоги, які пред'являються до інформаційної системи, пропонується використання 3-рівневої web орієнтованої архітектури, яка дозволяє організувати інтерфейс користувача на стороні клієнта, використовуючи можливості стандартного web браузера.

Таким чином, в даній роботі пропонується методика аналізу собівартості продукції, яка передбачає автоматизацію обробки даних. Розроблене інформаційне забезпечення передбачає зберігання вихідних даних і даних, отриманих в результаті аналізу собівартості продукції. Автоматизація дозволить скоротити процес прийняття рішення.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ТОВАРІВ ТА РЕСУРСІВ НА ТОРГОВО- ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Северіна Н.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційні технології з кожним роком все більше інтегруються у процес управління підприємствами. На даному етапі розвитку сучасних технологій управління запасами підприємства успішно розробляються і впроваджуються системи типу ERP, але їх висока вартість та складності, що пов'язані з навчанням персоналу, є значною перешкодою на шляху їх розвитку. В зв'язку з цим на більшості українських підприємств виникає потреба у розробці систем, подібних до ERP, але дешевших і більш простих, які мали б меншу вартість впровадження і супроводу.

Подібна проблема виникла на підприємстві ЧП «Резерв-1», яке займається розробкою та продажем адресних систем пожежної безпеки (АСПБ).

Кожна з АСПБ складається з певного набору приладів. Комплектація системи залежить від особливостей об'єкту, на якому її планується встановити. Кожен з приладів має свою комплектацію, при цьому окрема комплектуюча може бути складовою декількох приладів. Терміни і умови постачання комплектуючих залежать від постачальника і суттєво різняться, що значно ускладнює закупівельний процес. Проблемою також стає те, що згідно з бізнес-умовами підприємство вимушено замовляти комплектуючі заздалегідь. Оскільки можливість зберігати значну кількість комплектуючих відсутня, виникає постійна потреба в визначенні обсягу замовлення, максимально наближеного до реальних потреб підприємства на наступний період.

Для вирішення даної проблеми була розроблена база даних (БД), яка містить дані про комплектацію приладів, а також зберігає інформацію щодо замовлення систем, продажу приладів та закупівлі, витрат і залишків комплектуючих. На основі даної БД створена інформаційна система, що дозволяє обробити накопичену інформацію, та побудувати прогноз замовлення комплектуючих на наступний період.

Використання такої системи дозволяє постійно контролювати залишки комплектуючих, прогнозувати потребу в них на майбутній період із врахуванням сезонних коливань попиту, а також визначати обсяг замовлення з врахуванням термінів постачання та мінімально необхідного гарантійного запасу.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУВАННЯ ЗНАНЬ З ДОКУМЕНТАЦІЙНИХ ПОТОКІВ КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Тарловський В.О.

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Більшість корпоративних інформаційних систем, працюють з неструктурованою інформацією у формі документів та з даними. За останні роки в організаціях накопичилися величезні обсяги неструктурованого контенту, що включає документи, повідомлення електронної пошти, відеоролики, миттєві повідомлення, веб-сторінки і т. д. Накопичені масиви електронної інформації є найціннішим інтелектуальним активом організації, її корпоративної пам'яттю. При цьому, інформацію необхідно не тільки зберегти, але і зробити легко доступною в процесі прийняття управлінських рішень.

У роботі розглянута інформаційна технологія, що базується на інтелектуальному аналізі даних, яка дозволяє видобувати знання з потоків неструктурованих текстових документів корпоративних інформаційних систем. Враховуючи, що електронні документи, які надходять до організації (електронна пошта, HTML-документи, XML-документи і ін.) мають різноформатне представлення, запропонована технологія перекладу електронної інформації до інтелектуального активу компанії, яка є основою бази знань компанії, включає сім підсистем: передлінгвістична обробка, графемна обробка, морфологічна обробка, контекстний аналіз, статистична обробка, логіко-алгебрична обробка навчальної виборки, динамічна класифікація.

На етапі формування класів еквівалентності термінологічних понять, які представляють структуровані динамічно наповнювані інтелектуальні активи компанії, використовуються алгебро-логічні моделі, побудовані на основі застосування метода компараторної ідентифікації інформаційних об'єктів.

У розділі наведено формальну модель оцінювання ефективності підсистеми управління знаннями інтелектуальної корпоративної системи. Проведена оцінка ефективності запропонованих моделей та методів обробки текстової інформації. Для кількісної оцінки ефективності створеної моделі формування бази знань інтелектуальної корпоративної системи, використано показники ефективності, які затверджено міждержавним стандартом з інформації, бібліотечної й видавничої справи: коефіцієнт точності (*precision*), повноти (*recall*), акуратності (*accuracy*), а також міра Ван Ризбергена, яка визначає середнє гармонійне точності та повноти.

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ НЕВІДОМИХ КІНЕТИЧНОГО
РІВНЯННЯ КОНВЕРСІЇ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ (II)**

Терехов О.В., Пилипчук О.І., Гужва В.О., Слабун І.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення орних земель України азотними добривами їй необхідно виробляти щонайменше 6,0 млн.т. аміаку (NH_3) на рік. На даний момент потужність працюючих агрегатів аміаку дозволяє виробляти необхідну кількість добрив, але існує проблема енерговитрат. Сировиною для виробництва аміаку у агрегатах є природний газ.

Теоретична витрата метану (у перерахунку на стандартні умови) при його 100% - му перетворенні у кінцевий продукт (аміак) складає 658,8 м³ на 1 т. NH_3 . З урахуванням теплотворної здатності природного газу це відповідає енергоспоживанню на 1 т. NH_3 близько 5,3 Гкал. Основні витрати енергії припадають на стадії парових конверсій метану та оксиду вуглецю. Для технологічного розрахунку та оптимізації стадії конверсії оксиду вуглецю (II) у нашому університеті була розроблена структура кінетичного рівняння другого ступеня конверсії CO на мідь-цинк-алюмінієвому каталізаторі марки К-СО. Мета роботи – розробка інформаційного та програмного забезпечення визначення констант кінетичного рівняння за даною його структурою, що має сім невідомих з певними обмеженнями. Для формалізації та зберігання початкових експериментальних даних і результатів розрахунків була створена база даних (БД). Моделювання даних відбувалося за методологією IDEF1X, основою якої є створення і опис сутностей та зв'язків між ними. Для розробки структури БД використано ERwin, який поєднує графічний інтерфейс Windows, інструменти для побудови ER-діаграм, редактори для створення логічного та фізичного опису моделі даних і прозору підтримку провідних реляційних систем керування БД (СКБД). В нашій роботі у якості СКБД було обрано Microsoft Access. У ній передбачені усі необхідні засоби для визначення та обробки даних.

Програмне забезпечення (призначене для зберігання, перегляду, редагування даних та розрахунку невідомих кінетичного рівняння) розроблене у високопродуктивному середовищі Microsoft Visual Studio .NET Professional 2003. Проектування програмного забезпечення (ПЗ) відбувалося засобами уніфікованої мови моделювання UML у вигляді діаграми варіантів використання та діаграми класів. Діаграма варіантів використання необхідна для оцінки функціональності ПЗ, а діаграма класів описує структуру ПЗ. За співпрацею з вченими-хіміками була створена детальна інструкція користувальницького інтерфейсу.

TOWARDS A QUALITY ASSESSMENT PROCEDURE: QUALIMETRY BASED APPROACH

Timchenko M., Cherednichenko O.

National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”, Kharkov

Quality of goods and services is the determining direction of the company management, which allows providing a high level of satisfaction of consumer needs and increasing profits enterprise through a careful and prudent management of production and service.

The aim of this work - to improve the quality of the production process through the development of integrated methods of coherence qualimetric assessment of the production objects and use them in the management.

After analyzing main principles of qualimetry in the given work it's proposed to develop methodology for finding the quality assessment of resource supply objects basing on the generalized method of qualimetry. Given method suggests two stages in the process of obtaining the quality estimates: development and realization the estimation methodology, and each of them needs automatization. On the first stage it is necessary to provide collection, processing and storing data of the assessment situation, property tree, defined indices and estimation scale, and chosen rejection and reference values. After this the system must provide on-line survey, followed by data storage and processing of expert estimates. Basing on the expert interviews and using the method of pairwise comparisons it is needed to provide calculation and storage of the data about: estimation of vector of local

priority by formula $\delta_i^k = \frac{\sigma_i^k}{\sum_{i=1}^m \sigma_i^k}, \forall i = (\overline{1, m})$, checking the consistency of

matrices of paired comparisons $\lambda_{\max}^k = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^m c_{ij}^k) \cdot \delta_i^k$ and consistency attitude

$OS^k = \frac{IS^k}{SS_m}, IS^k = \frac{\lambda_{\max}^k - m}{m - 1}$, calculation of vector of global priority

$\omega_k = \omega_p \cdot \delta_i^k, k = (\overline{1, n - 1})$ Also system must provide the calculation and storage of coherence index. At the stage of assessment methodologies realization is essential to provide on-line identification and storage of data on the absolute values of the properties and to calculate and store data about the relative importance by

formula $q_i = \frac{|p_i - v_i^{rej}|}{|v_i^{ref} - v_i^{rej}|}, i \in I$.

АНАЛІЗ ВИМОГ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Ткачук М.В., Векшин О.В., Косенко В.В.

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

Розподілені Web-базовані мобільні інформаційні системи (МІС) набувають все більшої популярності, тому що вони надають користувачам доступ до інформації з будь-якого місця та у будь-який час. Прикладами таких систем слугують відомі соціальні мережі (Facebook, vkontakte, twitter), системи управління планування робочого часу (Bugbox, Shuffle, Due Today) та деякі інші.

Найбільш поширеними мобільними платформами (МП) наразі є такі як: iOS, Android, Blackberry та Windows Phone 7. Вони підтримують багатозадачність, сучасні комунікаційні протоколи, дозволяють встановлювати зовнішнє ПЗ на мобільних пристроях користувачів МІС. Слід зазначити, що для таких МП існує значна кількість мобільних пристроїв, кожен з яких має власні особливості та характеристики, що додатково ускладнює розробку та супровід ПЗ МІС. Подальший аналіз показує, що МІС взагалі мають деякі особливості, що принципово відрізняють їх від стаціонарних desktop- та Web-орієнтованих програмних систем. Такими особливостями є наступні: відносно невелика обчислювальна потужність мобільних пристроїв, вельми малий розмір дисплеїв мобільних терміналів, обмежений час роботи від акумулятору. Тому для підвищення ефективності використання МІС необхідно розробляти ПЗ із вбудованим механізмом адаптації, який буде, в залежності від стану зовнішнього середовища, змінювати певні параметри функціонування компонентів МІС з метою підтримки їх у працездатному стані. Ресурсами адаптації цих компонентів можуть бути такі їх параметри як: 1) розмір та різні схеми організації кеш-пам'яті на стороні мобільного клієнта, для зменшення загального навантаження на каналі передачі даних у МІС, що в свою чергу, має привести до збільшення загального часу автономної роботи відповідного мобільного пристрою; 2) розмір та схеми побудови кеш-пам'яті на стороні сервера МІС, що дозволить зменшити час відгуку сервера на запити клієнтів; 3) алгоритми роботи балансувальника навантаження на сервера МІС.

Таким чином, для вирішення задач розробки ефективного ПЗ для МІС необхідно комплексно застосовувати методи як структурно-параметричної так і алгоритмічної адаптації систем, а також, зважаючи на складність формалізації функціонування програмних компонентів МІС, знання-орієнтовані методи адаптивного управління (аналіз прецедентів, генетичні алгоритми, нейромережові підходи та ін.)

КОНЦЕПЦІЯ ТА АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВИМОГАМИ ТА ЗАСОБІВ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ткачук М.В., Гамзаєв Р.О., Большуткін В.О.

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

Управління вимогами до програмного забезпечення (ПЗ) є однією з найбільш складних дисциплін програмної інженерії, тому що самі вимоги як інформаційний ресурс проектування ПЗ є такими, що не можуть бути формалізованими та постійно змінюються у часі. Саме для подолання цих двох проблем спочатку з'явилися ітеративні, а згодом і так звані гнучкі (agile) методології, такі як XP, Scrum та деякі ін.

Основним завданням цих підходів є зниження ресурсних, насамперед, часових витрат на реалізацію проекту. Гнучкі методології відмовляються від повного документування проекту, але замість цього передбачають постійну та тісну співпрацю замовників, аналітиків і програмістів на всіх етапах розробки ПЗ, що дозволяє зменшити час на адаптацію проектних рішень до змін у вимогах і більш ефективно використовувати попередній досвід та знання розробників проекту.

Для автоматизованої підтримки такої взаємодії пропонується інтеграція функцій інструментальних засобів: таких як системи управління вимогами (requirements management system – RMS), інтегровані середовища розробки ПЗ (integrated development environment – IDE) та інші засоби підтримки процесу розробки ПЗ.

На концептуальному рівні для цього пропонується використати модель простежуваності вимог (requirements traceability model) та автоматизувати процес встановлення причинно-наслідкових зв'язків між змінами в специфікаціях вимог та відповідними проектними артефактами: від файлів програмного коду до схем проектних рішень (патернів). Це також дозволить оцінити вплив прийняття тих чи інших проектних варіантів на кінцеву якість програмного продукту.

Архітектурні рішення для інтеграції функцій RMS і IDE мають бути гнучкими та масштабованими. Для цього доцільно використовувати розподілену компонентну архітектуру з обміном повідомленнями та використанням відповідних шаблонів інтеграції застосувань. Для реалізації можуть бути використані мова Java, інтеграційний фреймворк Apache Camel та XML-базовані повідомлення.

Описаний підхід дозволяє підвищити рівень взаємодії учасників проекту, збільшити їх знання про проект, мати ретроспективну інформацію про хід проекту, а також своєчасно виявляти конфлікти між існуючими проектними рішеннями і новими вимогами.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ CASE-ЗАСОБУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСТ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ткачук М.В., Нагорний К.А., Ананьєв В.О.

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

В роботі [1] запропоновано багатовимірний підхід для дослідження властивостей пост об'єктно-орієнтованих технологій (ПООТ), використання яких дозволяє підвищити ефективність супроводу успадкованих програмних систем (ПС). Він представляє собою набір експертних процедур і методів для оцінки наступних показників: (1) початкова структурна складність ПС; (2) пріоритет і складність функціональних вимог до ПС у процесі її супроводу; (3) складність базових архітектурних конструкцій окремих ПООТ; (4) комплексний показник ефективності використання ПООТ для супроводу ПС. Для автоматизації роботи експертів запропоновано CASE-засіб, компонентна UML-діаграма якого приведена на рис. 1.

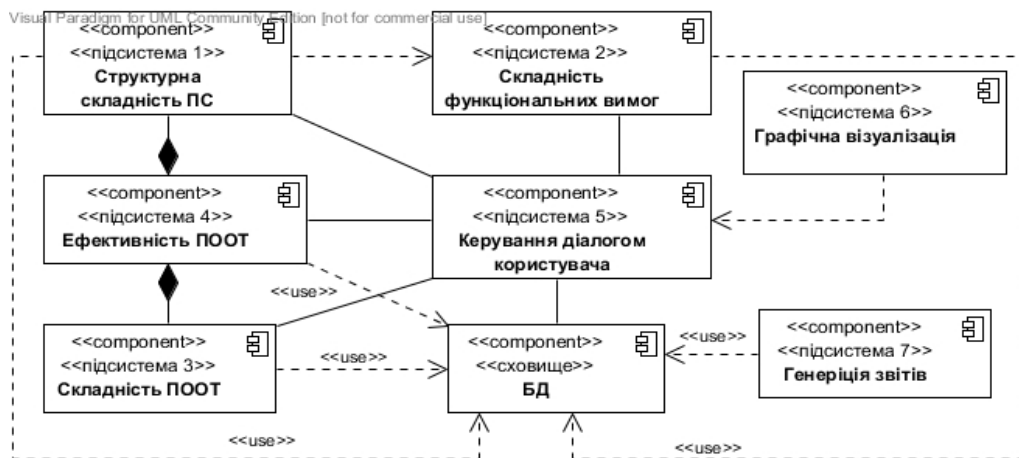


Рисунок 1 – Архітектура інтегрованого CASE-засобу

Окрім компонентів, які реалізують задачі (1)-(4), до неї входять: (5) блок керування діалогом, (6) підсистема візуалізації даних (у табличній формі та в 2D- і 3D- форматі), (7) генератор звітів та централізована база даних (БД). Тестова реалізація цієї архітектури вже проведена на платформі JEE із використанням СКБД Oracle і підтвердила її працездатність.

Література: 1 Ткачук Н.В., Нагорний К.А. Об одном подходе к оценке эффективности применения пост объектно-ориентированных технологий при сопровождении программных систем // Проблемы программирования. – К.: НАН України. - 2010. - № 2-3 (спец. выпуск). - С.252 – 260.

РАЦІОНАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛАНУ ЗАЛУЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Успаленко В.І., Лєсковська Н.С.

*Харківський державний технічний університет будівництва та
архітектури, м. Харків*

Для підвищення ефективності управління та реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах обмеженого фінансування та скорочення термінів його завершення необхідним є математичне моделювання процесів розподілу ресурсів проекту. У ході планування проекту виникає необхідність обґрунтованого раціонального використання будівельної техніки при виконанні робіт на кожному окремому етапі будівництва. В роботі розроблено оптимізаційну математичну модель, використання даної моделі та методів дискретної оптимізації дозволить визначити оптимальний план залучення будівельної техніки на кожному етапі проекту, що, у свою чергу, скоротить тривалість і вартість інвестиційно-будівельного проекту в цілому. Тому в даній роботі будуть розглянуті загальні особливості математичної моделі та розроблено аналіз поставленої задачі.

Особливостями математичної моделі задачі оптимізації плану залучення будівельної техніки є:

- багатовимірність та багатокритеріальної оптимізаційної задачі;
- часткові критерії якості задачі є, в загальному випадку, нелінійними;
- область допустимих рішень задачі є дискретною множиною та визначається системою лінійних та нелінійних нерівностей.

На підставі особливостей, можна зробити наступні висновки: задача оптимізації плану залучення будівельної техніки є багатокритеріальною та NP-важкою; в загальному випадку, багатокритеріальна форма функціонала якості завдання визначає необхідність застосування методів зведення багатокритеріальної задачі до однієї / набору однокритеріальних задач; оскільки кількість локальних екстремумів для задач практичної розмірності досить велика, то може бути знайдено лише наближення до глобального екстремуму.

Таким чином, управління обмеженими ресурсами проекту такими, як будівельна техніка, з використанням математичної моделі і методів оптимізації є невід'ємною частиною підвищення якості функціонування всього проекту, особливості математичної моделі та її аналіз дозволяють зробити висновок про те, що задача є складною та багатокритеріальною, а для її вирішення є необхідним подальший розвиток методів дискретної оптимізації.

МНОГОЦЕЛЕВОЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРОВОЙ ТУРБИНОЙ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС

Федянина К. Б., Северин В. П.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В последнее время на волне интереса к технологиям искусственного интеллекта в системах автоматического управления (САУ) все чаще стали находить применение интеллектуальные алгоритмы управления, основанные на нечеткой логике и искусственных нейронных сетях. Регуляторы, построенные на базе этой концепции, в ряде случаев способны обеспечить более высокие показатели качества переходных процессов по сравнению с классическими регуляторами. Кроме того, используя технологию синтеза интеллектуальных алгоритмов управления, возможно провести оптимизацию сложных контуров САУ.

САУ частотой паровой турбины (САУЧ ПТ) предназначена для стабилизации частоты вращения ротора паровой турбины и включает паровую турбину (ПТ), следящий привод и регулятор частоты (РЧ). Самым тяжелым испытанием САУЧ является сброс номинальной нагрузки ПТ и переход к режиму холостого хода. Построены модели САУЧ ПТ для сброса нагрузки с линейными ПИ и ПИД регуляторами частоты и нечетким ПИ регулятором.

Выполнен синтез параметров регуляторов САУЧ ПТ путем оптимизации прямых показателей качества векторным комбинированным бинарным генетическим алгоритмом с методом Нелдера-Мида. Результаты синтеза представлены в таб. 1, где для линейных регуляторов ПИ (PI), ПИД (PID) и нечеткого ПИ регулятора (FPI) даны оптимальные значения параметров регуляторов K_p^* , I_I^* , I_D^* , K_u^* , x_p^* , h_p^* , а также соответствующие им значения максимального отклонения s^* , размаха колебаний z^* и времени регулирования t_c^* .

Таб. 1. Результаты оптимизации прямых показателей САУЧ ПТ

РЧ	K_p^*	λ_I^*, c^{-1}	λ_D^*, c^{-1}	K_u^*	ξ_p^*	η_p^*	σ^*	ζ^*	t_c^*, c
PI	100,00	26,452	—	—	—	—	3,475	1,000	5,1956
PID	98,131	33,537	1,6952	—	—	—	3,360	0,9037	4,2000
FPI	7,0840	47,685	—	8,0125	0,8703	0,05749	1,711	0,2244	2,2081

По результатам синтеза самым эффективным типом РЧ из рассмотренных регуляторов является нечеткий ПИ регулятор с оптимальными значениями параметров, обеспечивающий наиболее быстрый переходный процесс с наименьшим отклонением частоты.

SoC ИНФРАСТРУКТУРА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Филиппенко И.В., Хаханова И.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

В настоящее время наиболее перспективной технологией автоматической идентификации является радиочастотная идентификация (RFID). Современная инфраструктура систем RFID включает в себя ридеры и метки, также различные протоколы, позволяющие объединять систему в глобальные информационные сети и различные приложения в масштабах предприятий и корпоративных серверов. Кроме того, в инфраструктуру также могут входить другие устройства, такие как считыватели штриховых кодов, различные устройства ввода/вывода, например, принтеры этикеток, детектор движения, фотодатчик и др.

Беспроводной канал передачи данных является самым уязвимым звеном данной системы, так как данные, передаваемые по радиоканалу, могут быть перехвачены, также актуальной является проблема электромагнитной совместимости различных беспроводных устройств. В работе предлагаются способы преодоления данной проблемы за счет создания моделей систем на кристаллах метки и ридера с использованием технологии прямого расширения спектра. Использование технологии CDMA дает возможность одновременного опроса неограниченного количества меток сразу с разрешением ситуации коллизии и решить вопросы помехозащищенности системы и электромагнитной совместимости с другими устройствами.

Для реализации данной системы были разработаны SoC (система на кристалле) инфраструктура радиочастотной идентификации, протокол взаимодействия ридера и меток, позволяющий свести к минимуму время идентификации метки, с последующим чтением информации от множества меток в параллельном режиме.

Также были разработаны структурные модели метки и ридера, которые в свою очередь могут быть реализованы как SoC.

Функциональное моделирование и верификация предложенных в работе моделей метки и ридера подтвердили правильность логического функционирования разработанной системы.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОПРАЦЮВАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ СТРУКТУРИ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Ямшанов І.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Харків*

Ефективність функціонування систем та підсистем інтегрованого виробничого комплексу за видами виробництва має нерівномірний характер, який проявляється перш за все у відставанні автоматизації складального виробництва від інших видів виробництва. В той же час за думкою багатьох фахівців автоматизація складального виробництва та особливо її технологічна підготовка мають значний потенціал для реалізації принципів системності та адаптивності, який дотепер у повній мірі не використовувався.

Одним із напрямків вирішення зазначеної проблеми є розробка інформаційних ресурсів та інструментальних засобів, що мають забезпечувати ефективність функціонування підсистеми автоматизованого аналізу конструкцій та відпрацювання їх на технологічність структури (ААКВТС) у межах автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АСТПП). Як приклад реалізації інформаційної технології, що має зазначені ресурси та засоби, а також забезпечують універсальність та ефективність можна навести експертну систему DFMA (Design for Manufacture and Assembly – проектування виробництва та складання), що була розроблена фірмою Boothroyd Dewhurst Inc.(США).

Автором пропонується інформаційна технологія, у якій підвищення ефективності функціонування підсистеми ААКВТС реалізується за рахунок використання структурних властивостей конструкції об'єкту складального виробництва.

При розробці інформаційної технології опрацювання на технологічність структури об'єктів складального процесу було проведено:

- дослідження структурної оптимізації як бізнес-процесу з метою виявлення її основних етапів та взаємодії між ними (нотація IDEF0);
- виявлення функціональних вимог, яким має відповідати інформаційна система, що розробляється, у вигляді діаграми варіантів використання (нотація UML);
- розробка моделі даних, які буде використовувати інформаційна система, що розробляється (нотація IDEF1x).

ISSUES OF AFTER-SALES SERVICE QUALITY ASSESSMENT

Fadel Jomaa, Olga Cherednichenko

National technical university “Kharkiv Politechnical Institute”, Kharkiv

The formation and development of the after-sales service market of office equipment began about 15 years ago. A lot of equipment of outside manufacturers appeared at the Ukrainian market. Different situations occurred in the process of office equipment running. It led to maintenance necessity. We can underline the following causes:

- Equipment disrepair.
- Ageing of equipment, its units and elements.
- Routine replacement of resource elements.
- Delivery of consumables.
- Operation rules violation.
- Need for maintenance, etc.

To solve these problems service centers for repair and service of office equipment have been created. We can present the service process as follows. The equipment arrives to serve, and then pre-troubleshooting is made. After that, if it's necessary, spare parts delivery is implemented and service engineers work. The service center provides warranty and post-warranty equipment service, repair of office equipment, customer consultative support, etc. So, we deal with service. The fundamental of success in the service business is the service quality assurance. Therefore service quality assessment is an important practical task.

After analyzing multiple information sources in the given work it's proposed to perform the process of quality estimation based on the generalized method of qualimetry. Given method suggests two stages in the process of obtaining the quality estimates: development and realization the estimation methodology. In the first stage the properties tree is developed, the indices and estimation scale are defined. Basing on the expert interviews and using the method of paired comparisons the weighted coefficients of indices are formed. In the second stage the absolute values of indices are defined by experts. After transformation the absolute values in the relative ones the comprehensive quality indicator is calculated.

To realize this approach it's necessary to provide the possibility of expert estimates and indices values storage. In the common case in the process of quality estimation experts of different specialization are involved. Experts can not always be personally present at the place of expertise holding (illness, business trip, accommodation in another town etc.). Information system should also provide the calculation of comprehensive quality indicator, which is used for taking the decisions.

SIMULATION MODEL OF AFTER-SALES SERVICE PROCESS OF OFFICE EQUIPMENT

Gamil Ramadan, Olga Cherednichenko

National technical university “Kharkiv Politechnical Institute”, Kharkiv

Today companies invest into computers, networking equipment, hardware and software as well as services of respective specialists. It is possible to distinguish large enough group of goods, the life cycle of which starts from the moment of sale. They include: manufacturing equipment, automobiles, consumer electronics, office equipment, etc. The distinctive features of these goods are the necessity of regular service, scheduled repairing, parts and units replacement, consumed materials availability, etc. The office equipment is an illustrative example of service problems.

The office equipment service is a set of means directed to the maintenance of the smooth functioning of the clients' equipment. It includes:

- 1 Warranty and post-warranty equipment service.
- 2 Customer consultative support.
- 3 Organization, maintenance and modernization of computer networks.
- 4 Equipment delivery and modernization, etc.

The success of business in the after-sales service area is defined by high-quality level of consumers. The key criterion is the service time.

We consider the process of office equipment after-sales service in 2 steps. They are: 1) processing of an application; 2) the performance of service works. The application processing is reflected in the communication between an operator and a client. If the client's problem can be solved, it will be solved by engineer on the stage of the performance of service works.

There are the main tasks of the service center that should be resolved to improve the service quality of consumers. They include: research of key business processes; estimation of average service time; correction of key business process; experiment with different parameters; estimation of alternatives; implementation of the best practice. To solve these tasks we may need to use the simulation model of after-sales service.

In the given work we assume that: 1) after-sales process is presented as queue system; 2) applications arrive with the Poisson arrival distribution, and 3) we have two types of servers (operator and engineer) with exponential service time distribution.

The applications get into queue, after they are processed by one of the operators and handed to engineers. The total service time is influenced by queue discipline, the type and the priority of application. The algorithm of simulation model is developed.

СЕКЦІЯ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МЕХАНІЦІ І СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНЬО-ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Автономова Л.В., Бондар С.В., Марусенко С.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Представляє значний інтерес дослідження напружено-деформованого стану тонкостінних елементів конструкцій при пружньо-пластичній деформації під дією високошвидкісного навантаження.

У літературі добре описані різні моделі подовжнього удару пружного тіла об тонкі пластини і оболонки, які можуть бути використані для визначення ударної сили і розрахунку цих об'єктів на міцність. Так для вирішення такої задачі використання моделі удару абсолютно твердих тіл взагалі неприйнятно, оскільки теоретичні припущення про миттєвий удар приводять до необхідності вважати, що при зіткненні виникає нескінченно велика сила.

У моделі Герца передбачається, що при взаємодії тіл істотними є місцеві деформації в зоні контакту, і залежність контактної сили від контактної деформації при ударі залишається такою же, як і при статичному стисканні тіл. Така модель подовжнього удару двох тіл може бути представлена моделлю удару абсолютно твердих тіл, що взаємодіють між собою в загальному випадку через нелінійний пружний елемент.

У моделі удару Релея для розрахунків ударної сили та оцінки тривалості удару необхідно вводити закон розподілу пружньо-пластичних деформацій у взаємодіючих тілах.

Чисельне рішення даної задачі може бути отримане на базі МСЕ з використанням обчислювального комплексу LS-DYNA. Розглядається задача взаємодії рухомого сталюого циліндрового тіла з тонкою алюмінієвою круглою пластинною. Будується сітка з використанням гексагональних елементів із згущуванням до центру. Контактні граничні умови моделюються за допомогою поверхневого алгоритма контакт-удар SOFT=2. Для сталюого циліндра прийнята модель пластично-кінематичного зміцнення, яка побудована на базі моделі Коупера-Саймона, а для алюмінієвої пластини вибрані рівняння стану Джонсона - Кука. Такі моделі поведінки матеріалів вибрані з урахуванням стійкості, точності і ефективності аналізу удару і дають задовільний збіг з експериментальними результатами.

У роботі були отримані поля розподілу напружень та деформацій в залежності від величини швидкості.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЗМІННИХ БІОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Адашевський В. М

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Для поліпшення технічної підготовки спортсменів і попередження травматизму, наприклад, в силових видах єдиноборств найбільш об'єктивний і інформативний біомеханічний синтез і аналіз дій. Особливо це актуально на сучасному етапі розвитку спорту, де високі вимоги до технічної майстерності і результатів, при мінімальному травматизмі змушують використовувати сучасні засоби досліджень.

У різних видах силових єдиноборств основним завданням є прийняття і реалізація ефективних рішень для підвищення результативності.

Під час сутички з боку суперника можуть здійснюватися силові статичні, тривалі динамічні і короткочасні ударні дії.

Значення сил при цьому можуть досягати від 3кН до 15кН. Зрозуміло, що такі високі значення сил можуть призводити до травматизму м'язових груп, суглобових з'єднань, кісток і інших частин тіла спортсмена.

Тому мета роботи полягала у визначенні характеристик навантажень елементів тіл спортсменів, що найбільш травмувалися, при різних величинах і напрямках силових дій з боку суперника і складанні рекомендацій по коригуванню поз для підвищення ефективності дій у відповідь і уникнення критичних навантажень.

Для реалізації поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- складені розрахункові схеми силових взаємодій досліджуваної біомеханічної системи,

- складені математичні моделі, для визначення силових характеристик,

- проведені розрахунки, отримані графічні залежності навантажень від напряму, місць застосування, величин сил діючих в найчастіше схильних до травматизму ланках тіла спортсменів.

На основі аналізу графічних характеристик дані рекомендації для раціональних ефективних дій, поз спортсменів і запобіганню травматизму.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ПРИ СВОБОДНОМ ВЫБЕГЕ АВТОМОБИЛЯ

¹Арефин Ю.Л., ²Ларин А.А., ¹Субочев А.И.

¹ *Автомобильно – дорожный институт Донецкого национального
технического университета, Горловка, Донецк*

² *Национальный технический университет „ХПИ”, Харьков*

Одним из важнейших параметров пневматических шин является их сопротивление качению, которая определяет влияние шины на топливную экономичность автомобиля. В легковых автомобилях потери в шинах при движении в среднем достигают 7%, а для грузовых автомобилей этот показатель еще существеннее. Сопротивление качению шин – это комплексная характеристика, в которую входят потери в результате трения шин о дорогу, преодоление сопротивления воздуха, гистерезисные потери в материалах при деформировании шины, а также возникновение момента сил препятствующего.

В данной работе рассмотрены вопросы формирования механического момента сил сопротивления качению, который формируется в результате потери симметрии пятна контакта в процессе качения колеса. В работе вводится гипотеза, о том, что данная асимметрия вызвана продольным деформированием структурных элементов шины (боковина, брекер, каркас и протектор), которое является следствием воздействия на шину инерционных сил связанных с линейным движением оси шины.

Таким образом, момент сил сопротивления качению может быть найден при решении задачи стационарного качения шина с учетом следующего комплекса нагрузок: внутреннее давление, вертикальная нагрузка от веса автомобиля, силы взаимодействия шины с дорожным покрытием, центробежные силы и силы инерции поступательного движения. При этом четко заданными являются внутреннее давление и вертикальная нагрузка. Распределение же инерционных сил и сил взаимодействия шины с дорогой сильно зависят от скорости движения автомобиля, конструкции и механических свойств самой шины, а поэтому могут быть определены только в результате решения задачи ее контакта с дорогой.

Решения данной задачи в работе проводилось в рамках конечно элементного подхода на основе трехмерной модели пневматической шины легкового автомобиля, которая учитывает основные конструкционные элемент, особенности их геометрии и ортотропию механических свойств.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТА В РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ЛОПАТОК ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ БАНДАЖА

¹Артёмов С.Л., ²Степченко О.С.

¹ВАТ «Турбоатом»,

²Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Одной из главных проблем при создании новых типов паровых турбин является проблема проектирования лопаток сверхбольшой длины для последних ступеней цилиндра низкого давления. С целью увеличения жесткости лопаточного аппарата соответствующих ступеней применяются разъемные межлопаточные связи. Одной из главных проблем при проектировании данного типа связи является выбор оптимального положения формы разъемного соединения контактного типа. Поэтому исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) лопаток с учетом контакта в разъемном бандаже необходимо для анализа плотности замыкания в бандажных соединениях.

Для исследования влияние формы промежуточного бандаж на НДС лопаток были разработаны конечно-элементные модели лопаток, которые приведены на рис. 1.

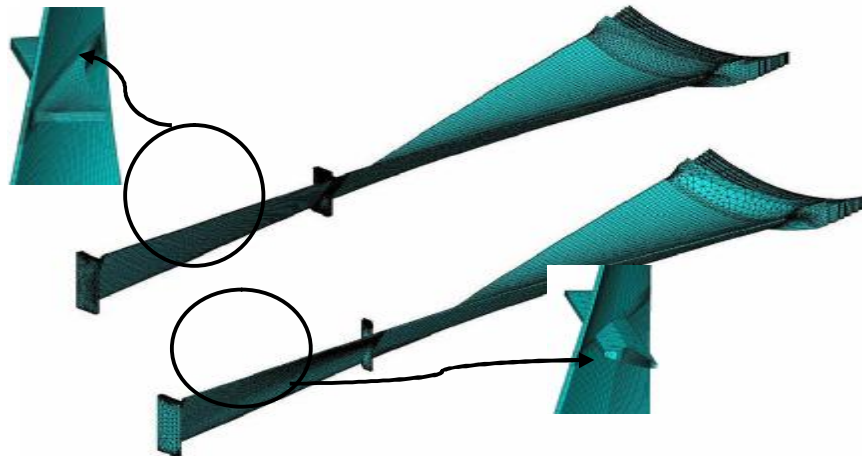


Рисунок 1. Конечно-элементные модели лопаток

На данных моделях были проведены численные исследования НДС с учетом контактного взаимодействия в разъемных соединениях. Были выявлены закономерности влияния на НДС лопатки формы промежуточной бандажной полки. Форма контактной поверхности в разъемном соединении значительно влияет на концентрацию напряжений и характер распределения контактных давлений.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ МУЛЬТИПЛІКАТОРІВ РІВНЯННЯ У ВАРІАЦІЯХ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ

Бєломитцев А.С., Дружинін Є.І.

Національний технічний університет "ХПІ", Харків

Розглядається система з n степенями вільності, рух якої описується неавтономним векторним диференціальним рівнянням

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

де y - $2n$ -мірний вектор стану, φ - $2n$ -мірна вектор-функція,

T_1 -періодична по явно вхідному часу t : $\varphi(t, y) = \varphi(t + T_1, y)$.

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

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

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

Для розв'язання рівняння (2) використовується ітераційний процес методу Ньютона, для оцінки стійкості і аналізу біфуркацій періодичних коливань обчислюються мультиплікатори λ_i рівняння у варіаціях. При побудові АЧХ системи зміна частоти збурюючого діяння призводить до зміни мультиплікаторів рівняння у варіаціях, внаслідок чого мультиплікатори рухаються уздовж певних траєкторій. Аналіз цих траєкторій дозволяє зробити висновки відносно стійкості періодичних коливань та їх можливих біфуркацій у точках втрати стійкості.

Втрата стійкості 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: у точці втрати стійкості T -періодичного розв'язку народжуються 2 гілки $2T$ -періодичних стійких розв'язків. Друга біфуркація характерна для так званої точки повороту, в якій крива залежності періодичного розв'язку від параметра "повертає" в протилежну сторону, стаючи багатозначною. Для розрахунку періодичних коливань в околі такої точки зручно використовувати алгоритм інвертування краєвого завдання. Третя біфуркація призводить до народження майже періодичних коливань. Розглянуті біфуркації були виявлені при розрахунку вимушених коливань в двохмасовій моделі приводу розподільного валу паливних насосів дизеля з антивібратором.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМУВАННЯ ТОНКИХ ПЛАСТИН ПРИ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОМУ ВПЛИВІ

Бондарь С.В.

Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Магнітно-імпульсна обробка металів (МІОМ) надає нові можливості у галузі обробних та збиральних технологій. Її переваги над вже існуючими технологіями полягають у маловідходності, екологічності та енергозбереженні. Завдяки відсутності пуансона (безконтактний вплив на заготовку) МІОМ можна використовувати у тих випадках, коли мікропошкодження (наприклад забруднення іншими матеріалами) поверхонь неприпустимі. Ця властивість МІОМ дозволяє використовувати її для рихтування пошкоджених металевих поверхонь із нанесеним готовим покриттям. До цього класу можна віднести операцію рихтування вм'ятин на лицьових поверхнях автомобілів, літаків тощо. При створенні нової операції МІОМ однаково важливо проектувати нові індукторні схеми та проводити аналіз напружено-деформованого стану (НДС) з метою виявлення якісних та кількісних характеристик зовнішнього впливу. У попередніх роботах досліджувалися характер розподілу та величина магнітного тиску, при яких у тонкій пластині виникають пластичні деформації. Нові дослідження проводилися з метою моделювання процесу рихтування пластини, на яку попередньо був вплив, що призвів до появи зон пластичних деформацій. Розглядалась модель пластини із „вм'ятиною”, форма якої подібна до куполу. Задача розв'язувалась чисельно за допомогою методу скінчених елементів (МСЕ). Базовим був обраний 4-вузловий вісесиметричний ізопараметричний скінчений елемент із білінійною апроксимацією преміщень. Внаслідок того, що у сучасній автомобільній промисловості для лицьових поверхонь використовують сталі із яскраво вираженими пластичними властивостями, цей факт треба було враховувати у створеній розрахунковій моделі. Тому закон стану матеріалу був обраний таким, що відповідає асоційованій теорії течії Прандтля-Рейсса. У даній роботі розглядалась задача деформування тонкої круглої пластини жорстко закріпленої по контуру. Проводились розрахунки для форм просторового розподілу тиску: постійний по радіусу, трикутний (із максимумом) у центрі пластини та складної параболічної форми. Виявилось, що найкраще відповідає встановленим умовам саме останній. При цьому тиск повинен практично загасати на відстані однієї третини радіуса від зовнішнього контуру, інакше найбільші рівні напружень виникають у закріпленні, що призводить до виникнення „пластичних шарнірів” у цих зонах та можливого подальшого руйнування матеріалу.

СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИЙ РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛУ ТИСКУ В ПІДШИПНИКАХ КОВЗАННЯ

Борисюк О.В., Аврамов К.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Підшипники ковзання широко застосовуються в якості опор роторів стаціонарних газотурбінних установок. Під час роботи з боку масляного шару підшипника виникають зусилля, що можуть спричинити виникнення автоколивань.

В роботі запропонована скінченно-елементна процедура розрахунку розподілу тиску з боку масляного шару підшипника ковзання на цапфу ротора. Течія мастила між поверхнями підшипника ковзання описується рівняннями Нав'є-Стокса та рівнянням нерозривності, що перетворюються на рівняння Рейнольдса. Для розв'язання рівняння Рейнольдса використовується метод скінченних елементів. В якості базового елемента використовується чотирикутник з чотирма елементами у верхівках. В результаті використання методу скінченних елементів отримуємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів апроксимації рішення. Розв'язок системи алгебраїчних рівнянь знаходиться у вигляді степеневого ряду відносно узагальнених переміщень та швидкостей цапфи.

Була отримана процедура обчислення розподілу тиску з боку масляного шару у підшипнику ковзання. Рішення, що отримані за допомогою методу скінченних елементів, порівнюються з відомими аналітичними виразами. Отримані рішення добре збігаються з аналітичними результатами. Досліджена залежність точності рішення від розмірів сітки. Отримані графіки відносної похибки рішення для різних розмірів сітки. Рішення, що отримані методом скінченних елементів, мають вигляд степеневого ряду відносно узагальнених переміщень та швидкостей цапфи. Була досліджена залежність точності рішення від кількості елементів ряду та збіжність отриманого рішення. Було виявлено, що на точність рішення в більшій мірі впливає кількість ступенів ряду рішення ніж кількість елементів. Перевагою запропонованої скінченно-елементної процедури є те, що рішення обчислюються один раз, а далі можуть бути використані в динамічному аналізі коливань роторів на підшипниках ковзання.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ БАГАТОШАРОВИХ ПЛАСТИН ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ R-ФУНКЦІЙ

Будніков М.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

У даній роботі розглядаються задачі про нелінійні вимушені коливання багатошарових пластин складної форми в рамках класичної геометрично нелінійної теорії [1].

Завдяки застосуванню теорії R-функцій [2], запропонований метод дослідження дозволяє враховувати складну геометрію пластини та різні способи закріплення. Алгоритм розв'язання задачі виконано за умови багатомодової апроксимації невідомих функцій, в результаті чого система рівнянь руху пластини зводиться до нелінійної системи звичайних диференціальних рівнянь. Знайдені вирази для коефіцієнтів отриманої системи у вигляді подвійних інтегралів від відомих функцій. У якості базисних функцій були вибрані власні функції лінійних коливань пластини [3].

Виконана програмна реалізація запропонованого алгоритма для системи POLE-RL у випадку трьохмодової апроксимації. Тестування програми було виконано для першої моди. Для порівняння отриманих результатів з відомими в літературі було розглянуто багатошарову пластину з прямокутним планом [4]. Побудовані резонансні криві для вимушених коливань п'ятишарових ортогонально та перехресно армованих пластин з прямокутними та круговими вирізами, а також різними способами закріплення.

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек – М.: Наука, 1974. – 448с.
2. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. – Киев: Наук. думка, 1982. – 552 с.
3. Курна Л.В. Метод R-функций для решения линейных задач изгиба и колебаний пластин и пологих оболочек. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 408 с.
4. Singha M.K., Daripa R. Nonlinear vibration and dynamic stability analysis of composite plates // Journal of Sound and Vibration. – 2009. – Vol. 328. – P. 541-554.

МОДЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ПОРИСТЫХ СРЕД

Ведь Е.В., Толчинский Ю.А.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт», Харьков*

В работе представлена трехуровневая модель каталитической реакции на твердом катализаторе. Первый уровень описывает химическую кинетику поверхностной каталитической реакции. Второй уровень описания связан с моделированием погранслоного течения для смеси в условиях многокомпонентной диффузии, влияющей на транспортные коэффициенты смеси. На третьем уровне разработана модель внутреннего пространства каталитической среды, которая позволяет на мезоскопическом масштабе решить гидравлическую и тепловую задачу. Решение последних двух задач позволяет определить мезомасштабные скорость и температуру смеси.

В работе построены модели гидравлического сопротивления и коэффициента теплопроводности для внутренних пространств различных каталитических сред. Предложена, модель гидравлики среды, представляющей собой неконсолидированное гранулированное тело. Получена формула для гидравлического сопротивления среды, включающая, зависимость от микро- и мезомасштабного числа Рейнольдса, координационного числа упаковки частиц. Рассмотрена модель каталитического пространства, образованного неупорядоченной системой цилиндров, получены выражения для гидравлического сопротивления и коэффициента теплопроводности как функции числа Рейнольдса и геометрических параметров упаковки цилиндров. Рассмотрена также капиллярная модель внутреннего пространства каталитической среды, организованная по коллекторному типу.

Анализ перечисленных моделей показал, что если внутреннее пространство каталитической среды состоит из элементов (пор и каналов) близких масштабов, то коэффициент теплопроводности каталитической среды правомерно можно описывать как зависящий от коэффициента теплопроводности частиц и теплопроводности за счет конверсии во внутреннем пространстве с масштабом конверсии равным размеру каталитической среды. Если же внутреннее пространство состоит из элементов разного масштаба, то коэффициент теплопроводности становится функцией градиента температуры среды, то есть приобретает зависимость от координат.

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ
РАБОЧЕГО КОЛЕСА ГИДРОТУРБИНЫ**

Водка А.А., Степченко А.С., Трубаев А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», Харьков

В последние время, при эксплуатации гидротурбин, используемых на гидроэлектростанциях Украины и стран СНГ, имели место внеплановые остановки, связанные с разрушением болтовых и шпилечных соединений [1]. В связи с этим является актуальным проведение экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния (НДС) болтового соединения рабочего колеса гидротурбины [2].

В эксперименте исследовались НДС в следующих местах болта: галтели под головкой болта и на верхнем витке резьбы, в теле и на головке болта. С целью повышения точности определения деформаций датчики наклеивались вдоль двух линий. Эти линии располагались вдоль продольной оси болта с поворотом относительно нее на 120° . Такой угол поворота обусловлен шестигранной формой головки болта: именно при таком расположении линий деформации болта вдоль этих линий будут одинаковыми. Такая схема наклейки датчиков обеспечивает дублированный съем информации в каждой позиции. Для определения деформаций на галтелях использовались фольговые датчики с малой базой, что позволило минимизировать погрешность при проведении измерений.

На основе тензометрирования получены значения экспериментальных коэффициентов концентрации напряжений.

Полученные результаты позволяют уточнить коэффициенты концентрации напряжений для болтов большого размера с нестандартной головкой.

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 НДС болтовых соединений гидротурбины на основе расчетно-экспериментального подхода.// Міцність матеріалів та елементів конструкції. Тези допов. МНТК (28-30 вересня) – Київ: ІПМ ім. Г.С. Писаренка НАН України. – 2010. т. 2 – С. 145-146.

НЕЯВНА ІТЕРАЦІЙНА СХЕМА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ ГАЗОВОЇ ДИНАМІКИ

Гризун М.М.¹, Єршов С.В.², Дерев'янка А.І.²

¹*Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут»,

²*Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Підгорного НАНУ, Харків*

Сьогодні розробка нових більш точних різницевих методів, що характеризуються підвищеною стійкістю та швидкою збіжністю, для розв'язання рівнянь газової динаміки залишається актуальною. Це пов'язано із недостатньою обчислювальною ефективністю вже існуючих чисельних методів.

Останнім часом при побудові ітераційних неявних схем для стаціонарних і нестаціонарних задач використовується метод Ньютона. Основними недоліками такого підходу є складність точного обернення матриці, тому часто використовуються методи наближеного представлення неявного оператора.

Побудова схеми виконувалась для системи рівнянь газодинаміки у формі Ейлера для нев'язкого нетеплопровідного газу.

В даній роботі розглядаються питання побудови неявної ітераційної схеми за допомогою модифікованого метода Ньютона. У запропонованій схемі рівняння апроксимуються повністю неявно без використання наближених методів лінеаризації, факторизації тощо. В той же час подана схема може бути реалізована як проста модифікація відомих алгоритмів метода змінних напрямків, в яких використані всі ці спрощення. Формування начального наближення ітераційного процесу виконується за допомогою відомих TVD та ENO схем. Для зменшення нефізичних осциляцій розв'язку було використано змінний шаблон апроксимації похідної по часу при збереженні другого порядку схеми в цілому.

Виконано дослідження порядку апроксимації та стійкості побудованої неявної ітераційної схеми. Показано, що при апроксимації просторових похідних із другим порядком за простором і часом. Чисельне дослідження показало переваги по точності та граничним числам CFL даної схеми над відомою неявною схемою, що використовує лінеаризацію та діагоналізацію неявного оператора.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБОПРОВОДОВ 2-ГО КОНТУРА АЭС

Демидов П.Н, Козлов С.А., Трубаев А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», Харьков

Трубопроводы АЭС подвержены воздействию пульсации давлений теплоносителя. В связи с повышенными требованиями к надежности трубопроводных систем АЭС представляет интерес определение их вибрационных характеристик [1].

Давление в трубопроводе изменяется по следующему закону:

$$P = P_0 + P_1 \sin wt \quad (1)$$

где $w = 4,4\ddot{A}\delta$, $P_1 = 0,1P_0$, а P_0 на участках с различным диаметром имеет различные значения ($P_{01} = 0,5\dot{I} \ddot{I} \dot{a}$, $P_{02} = 0,45\dot{I} \ddot{I} \dot{a}$, $P_{03} = 0,32\dot{I} \ddot{I} \dot{a}$).

Вследствие разрушения трубопровода в области крепления к деаэратору было предложено несколько технологических усовершенствований, направленных на снижение напряжений в опасных участках. В работе на основании конечно-элементного подхода решалась задача о собственных и вынужденных колебаниях исходной и модифицированной систем. Первые 10 собственных частот для исходной системы 1 и модифицированной 2 представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Собственные частоты исходной и модифицированной систем

№ частоты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система 1 (Гц)	3,0	4,0	4,9	8,2	8,7	11,2	12,5	13,2	17,6	22,0
Система 2	2,5	3,2	4,1	5,3	6,1	6,2	6,6	8,0	9,7	10,6

Как видно из таблицы, соответствующие частоты в модифицированной системе снизились по сравнению с частотами исходного варианта трубопровода. Это свидетельствует о снижении жесткости системы, что может привести к снижению напряжений.

В результате решения задачи о вынужденных колебаниях получены динамические напряжения в системе до и после внесения усовершенствований. Напряжения в области, где произошло разрушение, снизились с 89 МПа в исходной до 40 МПа в модифицированной системе.

Таким образом, решена задача о собственных и вынужденных колебаниях исходной и усовершенствованной трубопроводных систем АЭС. Расчеты показали, что технологические усовершенствования привели к снижению напряжений в области, где произошло разрушение, более, чем в 2 раза.

1. Гетьман А.Ф. Ресурс эксплуатации сосудов и трубопроводов атомных электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 427 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ У ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ТІЛАХ

Деньшиков О.Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Однією з основних причин низького рівня впровадження у виробництво методу вібраційної обробки з метою зниження залишкових напружень є відсутність надійних розрахункових методів для вибору раціональних параметрів.

Раніш було запропоновано феноменологічне рівняння вібраційної релаксації залишкових напружень у металевих матеріалах:

$$\dot{\epsilon}_{ij}^p = \frac{3}{2} C e^{\left(\frac{a \sqrt{3J_2(\tilde{\sigma} + \sigma_a)}}{S_{-1}} \right)} \tilde{S}_{ij}, \quad (i, j = 1, 2, 3),$$

де $\sqrt{3J_2(\tilde{S} + s_a)}$ – інтенсивність напружень за Мізесом, $\dot{\epsilon}^p$ – швидкість пластичного зрушення за цикл релаксації; \tilde{S}, S_a – залишкові напруження та створювані джерелом вібрації амплітудні значення динамічних напружень [Па]; C [Па⁻¹], a – константи, які визначаються з експериментальних кривих релаксації матеріалу.

Розв’язано задачі пружно-пластичного деформування труб під тиском і задачі віброрелаксації залишкових напружень у трубах при дії вібрації від осьової сили.

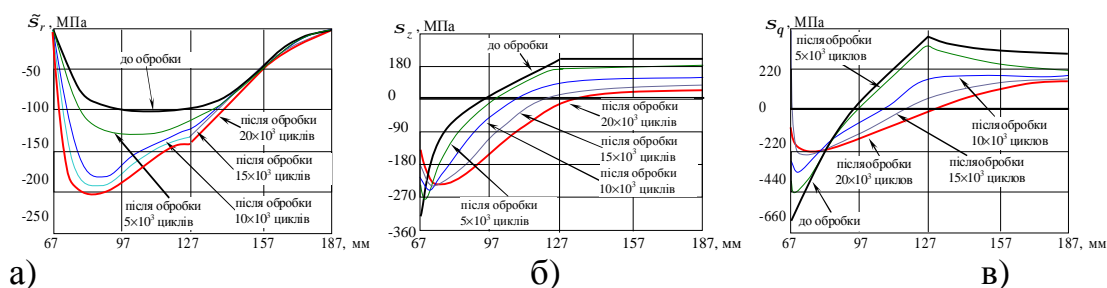


Рис. 1. Залишкові напруження:
а – радіальні; б – поздовжні; в – окружні.

Як можна побачити на рис. 1., в процесі релаксації величини залишкових напружень у точках труби наближаються до значення шарової складової тензора напружень, що пояснюється пропорційністю змін пластичного зрушення за цикл релаксації компонентам девіатора тензора залишкових напружень. Отже, у точках труби, де компоненти девіатора залишкових напружень дорівнюють нулю, пластичні зрушення не відбуваються і релаксація напружень відбувається за рахунок перерозподілу напружень у суміжних зонах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИСОКОЧАСТОТНИХ СТРУКТУРНО-ЗВ'ЯЗАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Ісаков С.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Харків*

Складнощі, що пов'язані з реалізацією і підтриманням резонансних режимів високочастотних структурно-зв'язаних механічних систем (ВЧ СЗМС) та з розробкою і використанням методів розрахунку таких режимів, стримують широке використання високотехнологічних ВЧ СЗМС на практиці і визначають актуальність подальших досліджень у цій галузі.

У доповіді наведена узагальнена постановка проблеми динамічного розрахунку високочастотних структурно-зв'язаних механічних систем, що представляє собою складну просторово-орієнтовану чи об'ємну конструкцію, що складається з перетворювача, системи волноводів та робочої насадки. У конструкції ВЧ СЗМС використовуються як пасивні, так і активні матеріали.

Для таких систем конкретний вид нелінійних операторів математичної моделі, що будується на базі загальних варіаційних принципів, залежить від моделей внутрішнього та зовнішнього тертя, параметрів коливань та динамічних характеристик у зоні оброблення, а також від характеру резонансних кривих та системи управління генератора, що залежать від типу технологічного процесу. При цьому САУ генератора повинна своєчасно відстежувати та змінювати частоту збудження та напругу на електродах перетворювача при попаданні у нестійкі області резонансного навантаження в наслідок особливостей технологічного процесу.

ВЧ СЗМС працюють у режимі резонансного навантаження і п'єзосили, що генеруються у перетворювачі в наслідок п'єзоефекту, визначають особливості вектора “зовнішнього” навантаження.

У доповіді неведені результати розрахунків та графіки резонансних кривих, що побудовані для різноманітних матеріалів, що обробляються, та режимів навантаження високочастотних структурно-зв'язаних механічних систем, у яких використовуються як кінематичні, так і силові типи подачі інструменту.

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК З ПОЧАТКОВИМИ НЕДОСКОНАЛОСТЯМИ

Кочуров Р.Є., Аврамов К.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Розглядається тонка циліндрична оболонка, яка має малі відхилення від ідеальної циліндричної форми. Оболонка шарнірно-оперта та знаходиться під дією рівномірно розподілених періодичних зусиль осьового стиску $N_x(t) = N_1 \cos \Omega t$ по торцевим перерізам. Динаміка оболонки описується рівняннями Доннела-Муштари-Власова.

Динамічний прогин оболонки враховує взаємодію між трьома парами спряжених форм коливань, які мають близькі частоти лінійних коливань:

$$w = \sum_{i=1}^3 (f_{2i-1} \cos s_i y + f_{2i} \sin s_i y) \sin rx + f_7 \sin^2 rx + f_8, \quad (1)$$

де $s_i = n_i / R$; $r = m \pi / L$; $i = \overline{1,3}$; n_i, m – параметри хвильоутворення.

Початкові недосконалості форми представлялися так

$$w_0 = (f_{10} \cos s_1 y + f_{20} \sin s_1 y) \sin rx, \quad (2)$$

Функція напружень визначається з умови безперервності поля переміщень по окружній координаті. У результаті застосування методу Бубнова-Гальоркіна отримана дискретна динамічна система, яка має вісім ступенів свободи. За допомогою чисельного моделювання були отримані рухи, що відповідають біжучим в оболонці хвилям. Для цього застосовувався метод продовження розв'язку у вигляді схеми предиктор-коректор. Цей алгоритм був створений в середовищі Maple. Проводився аналіз стійкості рухів за допомогою теорії Флоке-Ляпунова.

Результати досліджень представлялися на біфуркаційних діаграмах. Початкові недосконалості розкладалися за власними формами узагальнених координат f_1, f_2 . Тому по цим координатам спостерігається «розщеплення» нелінійного поведження оболонки. Розв'язки, які збігалися для узагальнених координат f_1, f_2 в оболонці без початкових недосконалостей, розрізняються в моделі з недосконалостями. Розв'язки для координат f_3, f_4 , а також для f_5, f_6 збігаються, як і в моделі без початкових недосконалостей. Результати, отримані методом продовження розв'язку по параметру, дуже близькі до результатів, отриманих раніше асимптотичними методами. Зазначимо, що різниця зростає із збільшенням амплітуд.

ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЧС2

Красніков С.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Електровози є складними системами, що експлуатуються при інтенсивних та різноманітних навантаженнях. Статичні і динамічні умови, що виникають при русі електровозу з поїздом, викликають великі механічні навантаження в першу чергу в наступних деталях: елементах колісних пар, букс, рам, візків, ресорного підвішення і кузова. Серед них найбільші навантаження мають спряжені деталі, що при взаємному переміщенні підвержені зносу під дією сил тертя. У деяких вузлах (опорах кузова, міжвізковому зчепленні та інших) тертя ковзання пов'язано з невеликими швидкостями переміщень та високим тиском елементів. Чинником зносу цих вузлів є молекулярна взаємодія. Інші елементи електровозу схильні до другого типу зносу - теплового, що відбувається при ковзанні з великими швидкостями та високими напруженнями (гальмові колодки).

Електровози ЧС2 є найпоширенішими в країнах СНД та всі мають вироблений проектний ресурс. Серед відмов цих конструкцій виділено дві групи за типами зносу: втомний та тепловий. Було проведено аналіз статистичних даних, що показано на рис. На рисунку суцільна лінія – відмови, що пов'язані з втомним зносом, пунктирна - тепловим.

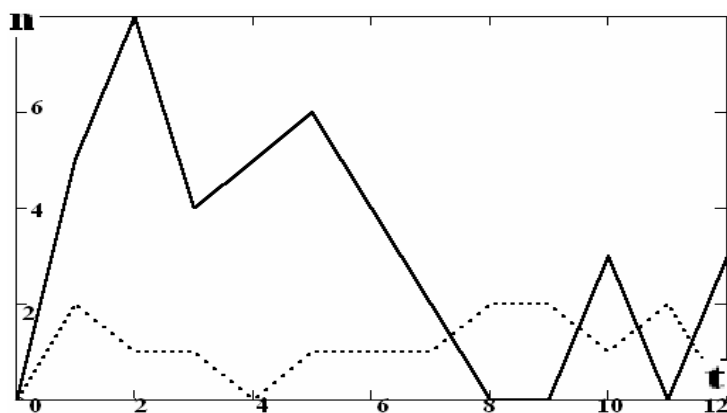


Рисунок – Статистика відмов за один рік експлуатації електровозу

Проведений аналіз показав, що найбільша кількість відмов відбувається за першим типом зносу. Це свідчить про фізичний знос металу конструкції. Майже всі відмови системи мають першопричиною руйнування різьбового або зварного з'єднання.

За результатами роботи зроблено статистичний аналіз відмов електровозу ЧС 2. Зроблено перелік вузлів з більшою ймовірністю відмови. Запропоновано методи та заходи для зниження рівня відмов.

**ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАТУРНОГО
ДРЕЙФА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО
ГИРОСКОПА ТИПА ОИУС 501**

Кузнецов Ю.А., Мартян М.В., Олейник С.В.

Научно-производственное предприятие «Хартрон-Аркас», Харьков

Багмут И.А., Успенский В.Б.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», Харьков

В настоящее время наметилась тенденция использования в системах управления объектов ракетно-космической техники в качестве измерителей угловой скорости волоконно-оптических гироскопов (ВОГ). Эти приборы выгодно отличаются от традиционных механических (поплавковых), а также многих других типов гироскопов тем, что не содержат вращающихся механических элементов, нечувствительны к большим линейным ускорениям, имеют сравнительно малые габариты, массу и энергопотребление.

Однако ВОГ имеют весьма существенную зависимость точности измерений угловой скорости от температуры. В суммарной погрешности измерений ВОГ заметно выделяется систематическая составляющая смещения нулевого сигнала, часто называемая температурным дрейфом прибора. Построение математической модели температурного дрейфа ВОГ и ее использование в бортовых алгоритмах обработки информации ВОГ для компенсации систематической составляющей смещения нулевого сигнала, зависящей от температуры, позволяет значительно повысить точностные характеристики прибора.

В работе излагается методология тепловых испытаний ВОГ типа ОИУС 501 в НПП «Хартрон-Аркас», описываются результаты испытаний, приводится их статистический анализ и построение математической модели температурного дрейфа ВОГ в зависимости от двух факторов: температуры и ее градиента. Методом дисперсионного анализа выполнена проверка адекватности разработанной математической модели и проведена численная оценка ошибки определения угловой скорости и углового положения спутника в бесплатформенной инерциальной системе ориентации. Проведен сравнительный анализ точности системы без компенсации и с компенсацией температурного дрейфа ВОГ. Обсуждаются аспекты разработки бортового алгоритма обработки измерительной информации ВОГ.

МЕТОД R-ФУНКЦИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

Курпа Л.В., Тимченко Г.Н., Шматко Т.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», Харьков

В рамках уточненной теории первого порядка [1, 2, 3], учитывающей деформации сдвига, исследуются нелинейные колебания ортотропных оболочек переменной толщины. Согласно подходу, предложенному ранее в работе [5], исходная нелинейная система дифференциальных уравнений движения сведена к нелинейному обыкновенному дифференциальному уравнению, для решения которого использован метод Бубнова-Галеркина.

Основное внимание уделено численной реализации разработанного алгоритма в рамках системы POLE-RL [4]. Универсальность теории R-функций, положенной в основу разработанного программного обеспечения, позволила выполнить исследования большого количества задач. Целью проведенных исследований было выявление механических эффектов, возникающих в гибких оболочках переменной толщины, в зависимости от формы плана оболочки, способов ее закрепления и направления осей ортотропии, а также от параметров внешнего периодического нагружения и законов изменения толщины.

В работе представлены собственные частоты и формы колебаний оболочек переменной толщины, изготовленных из различных материалов, а также получены амплитудно-частотные зависимости для свободных и вынужденных колебаний.

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек – М.: Наука, 1974. – 448 с.
2. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М.: Наука, 1972. – 432 с.
3. Григоренко Я.М. Численно-аналитическое решение задач механики оболочек на основе различных моделей / Я.М. Григоренко, Г.Г. Влайков, А.Я. Григоренко – Киев: Академперіодика, 2006. – 472 с.
4. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения, – Киев: Наук. Думка, 1982. – 552 с.
5. Курпа Л.В. Нелинейные свободные колебания многослойных пологих оболочек симметричного строения со сложной формой плана // Мат. методи та фіз.-мех. поля. - 2008. - 51. №2. – С. 75-85.

РОЗРАХУНКИ НДС ПРИ СТВОРЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ „ЗАПОВНЕННЯ КУТІВ”

Лавінський Д.В.

Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Широкий клас технологічних процесів, пов'язаних з незворотним пластичним деформуванням, умовно об'єднаний назвою: обробка металів тиском (омт). В останні десятиліття крім традиційних методів оmt усе більш широке застосування знаходять альтернативні процеси обробки, коли на металеву заготовку діють імпульсні електромагнітні поля. Такий клас технологічних процесів відомий як магнітно-імпульсна обробка металів (міом). При проектуванні технологічних операцій міом виникають задачі аналізу напружено-деформованого стану (ндс). Це аналіз ндс систем, що збуджують магнітне поле, так званих індукторів, з метою оцінки їхньої міцності та жорсткості, і аналіз ндс заготовок, що деформуються. У першому випадку умовою працездатності індукторів є незмінність їхньої форми та розмірів, тобто необхідно вирішувати задачі магніто-пружності, у другому випадку необхідно також аналізувати пластичне деформування заготовки. Як приклад розрахунку ндс розглядалося пружно-пластичне деформування тонкостінної заготовки, попередньо вигнутої на кут близький до $\pi/2$, при магнітному впливі. Задача розв'язувалась чисельно з використанням схеми методу скінчених елементів, реалізованої у вигляді розрахункового модуля для програмного комплексу space-t. Для побудови скінченно-елементної моделі використовувався плоский восьми вузловий скінченний елемент із квадратичною апроксимацією переміщень. Заготовка розглядалася незакріпленою, що вільно лежить на матриці в умовах однобічного контакту, матеріал заготовки – сталь ст10. Розглянуто результати деформування з метою визначення величини тиску в кутовій зоні. Виявилось, що явища виникнення пластичних деформацій у матеріалі заготовки спостерігаються при величині тиску більше ніж 30 мпа. При величині тиску в кутовій області 100 мпа – вся область закруглення перебуває в пластичному стані, максимальні значення інтенсивності становлять близько 400 мпа. Для даного матеріалу подібне значення є близьким до межі міцності, тобто зовнішнє навантаження, що прикладається, близьке до критичного, подальше збільшення зовнішнього тиску може привести до руйнування матеріалу. Слід зазначити, що для подібних технологічних операцій досить проблематично сформулювати загальні вимоги й умови, які б однозначно визначали кількісну картину деформування, тому що багато чого залежить від характеристик матеріалу й розмірів заготовки.

ВПЛИВ ПОШКОДЖУВАНOSTI МАТЕРІАЛУ НА АВТОФРЕТУВАННЯ ТОВСТОСТІННИХ ЦИЛІНДРІВ

Львов Г.І., Костромицька О.А.

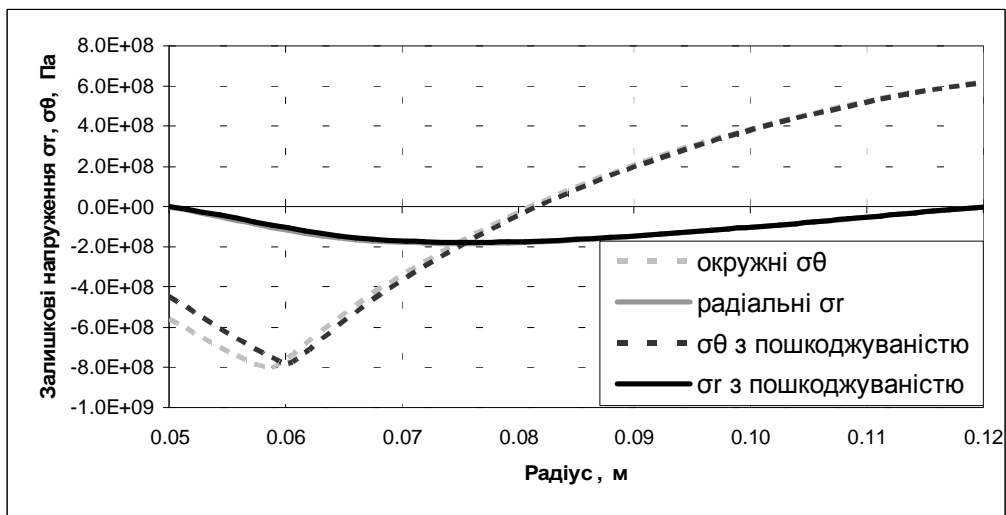
Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Пошкоджуваність матеріалу при пластичній деформації виявляється навіть при одноразовому навантаженні із-за зниження модуля пружності матеріалу. Прагнення збільшити ефект автофретування приводить до ускладнення програм навантаження, використання багатократних циклів. Для таких режимів пошкоджуваність матеріалу може мати істотне значення.

Якісні особливості впливу пошкоджуваності на розподіл залишкових напружень досліджувалися на прикладі плоскої задачі для нескінченно довгого товстостінного циліндра. Чисельні результати одержані з використанням програмного комплексу ANSYS. Визначальні співвідношення пластичності з урахуванням пошкоджуваності введені за допомогою призначеної для користувача підпрограми, створеної на базі вбудованого в ANSYS модуля USERPL.f.

Процес автофретування моделювався покроковим додаванням внутрішнього тиску від нуля до максимального значення P_{\max} . Потім внутрішній тиск покроково знижувався до нуля.



На рисунку представлені графіки розподілу залишкових окружних і радіальних напружень по товщині циліндра після автофретування з тиском $P_{\max} = 1.5 \text{ GPa}$. Видно вплив ефекту Баушингера по зниженню стискуючих окружних напружень на внутрішньому радіусі циліндра. Це зниження з'являється при дуже великих значеннях тиску автофретування P_{\max} із-за появи вторинних пластичних деформацій при розвантаженні.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ НЕІЗОТЕРМІЧНОЇ ПОВЗУЧОСТІ ТА АНІЗОТРОПНОЇ ПОШКОДЖУВАНОСТІ В РОЗРАХУНКАХ ДОВГОТРИВАЛОЇ МІЦНОСТІ ТУРБІННИХ КОМПОНЕНТІВ

Львов Г.І., Лисенко С.В., Перін Р.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Для дослідження поведінки елементів конструкцій в умовах неоднорідного розподілу температур і складних навантажень протягом тривалого часу застосовується математична модель неізотермічної повзучості з урахуванням анізотропної пошкоджуваності матеріалу. Використовується модель пошкоджуваності Мураками-Оно, згідно якої вводиться в розгляд симетричний тензор пошкоджуваності другого рангу і тензор ефективних напружень.

Простий спосіб моделювати анізотропну пошкоджуваність – це припустити, що тільки максимальне головне напруження спричиняє пошкоджуваність. Тоді еволюційне рівняння для тензора пошкоджуваності може бути сформульовано таким чином:

$$\mathfrak{D} = B(T) \cdot \left[\langle S_{\Omega}^{eq} \rangle \right]^m \cdot \left[tr(\Phi \cdot \mathbf{n}_I \otimes \mathbf{n}_I) \right]^{m-l} \cdot \mathbf{n}_I \otimes \mathbf{n}_I, \quad (1)$$

де \mathbf{n}_I - головний напрямок, що відповідає першому головному напруженню. Визначальне рівняння повзучості з врахуванням анізотропної пошкоджуваності може бути представлено у вигляді:

$$\mathfrak{D}^r = A(T) \cdot (\mathfrak{S}_{nM}^0)^{n-1} \frac{3}{2} \mathfrak{S}^0, \quad \mathfrak{S}_{nM}^0 = \left[\frac{3}{2} \mathfrak{S}^0 \cdot \mathfrak{S}^0 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

де \mathfrak{S}^0 - девіатор тензора ефективних напружень. Вплив неоднорідного розподілу температур на повзучість та пошкоджуваність враховується введенням функцій температури:

$$A(T) = A \cdot \exp(-Q_a/R \cdot T), \quad B(T) = B \cdot \exp(-Q_b/R \cdot T), \quad (3)$$

де A, B, n, m - константи матеріалу, що визначаються з експериментальних кривих повзучості для широкого діапазону температур та напружень. Дана модель повзучості та пошкоджуваності імплементується в скінцево-елементний код пакетів ANSYS та ABAQUS.

Математична модель використовується для розрахунку довготривалої міцності корпусів газових турбін та клапанів парових турбін, де має місце неоднорідний розподіл температур та значний тиск. Досліджена неізотермічна повзучість в клапані шибберного типу, що регулює витрати пару в трубопроводі при температурі 545°C і тиску 30 МПа.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ
БАГАТОШАРОВИХ ПЛАСТИН СКЛАДНОЇ ФОРМИ
ПІД ДІЄЮ ПЕРІОДИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Мазур О.С., Ткаченко В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Харків*

Робота присвячена розробці методу дослідження стійкості багатошарових пластин під дією статичного та періодичного навантаження в серединній площині. Для математичної постановки задачі використано класичну геометрично нелінійну теорію для тонких багатошарових пластин. Вважається, що пластини можуть мати неканонічну форму, внаслідок чого докритичний напружений стан пластини може бути неоднорідним.

В роботі [1] було застосовано метод для дослідження параметричних коливань одношарових ортотропних пластин, який базується на теорії R – функцій [2] (RFM) та варіаційних методах. В даній роботі цей метод було розвинено на клас багатошарових пластин та реалізовано в рамках системи POLE-RL. Запропонований метод передбачає розв’язання послідовності лінійних задач, з метою визначення докритичного стану пластини, знаходження критичного навантаження, власних частот та форм коливань пластини, що стискається контурними статичними зусиллями в серединній площині. Внаслідок цього вихідну задачу можливо звести до звичайного нелінійного диференційного рівняння. Для чисельного тестування запропонованого методу було розв’язано низку тестових задач. А також представлені нові задачі, в яких розглядаються пластини з різною кількістю шарів, для різного типу укладання шарів (ортогонально- та перехресно-армованих), різних матеріалів, виду граничних умов та способу навантаження. В залежності від цих параметрів, розраховано значення критичного навантаження, побудовано області динамічної нестійкості та амплітудно-частотні залежності.

Список літератури:

1. *Awrejcewicz J., Kurpa L., Mazur O.* Research of Stability and Nonlinear vibration of plates by R-Functions Method. / Modeling Simulation and control of Nonlinear Engineering Dynamical Systems. – UK, Springer, 2009. – P.179-189.
2. *Рвачев В. Л., Курпа Л. В.* R-функции в задачах теории пластин. - К.: Наук. Думка, 1987. — 175с.

ІНТЕГРОВАНІЙ ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОТОРА ТУРБОДЕТАНДЕРА НА ПРУЖНИХ ОПОРАХ

Мартиненко Г.Ю., Брунер М.В.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

Розглянуто ротор турбодетандера на пружних опорах (рис. 1).

Для опису динамічної поведінки ротора запропоновано інтегрований програмний засіб. Він дозволяє виконати параметричну побудову геометричної та скінченно-елементної моделей ротора по уведеним користувачем параметрам, до яких відносяться діаметри та довжини ділянок, місця садінь навісних елементів (робочих коліс, цапф і дисків підшипників), властивості матеріалів кожного елемента, а також жорсткості опор. Створення моделей, а також розрахунок частот власних коливань f здійснюється за допомогою програмного комплексу скінченно-елементного аналізу. При цьому враховується залежність власних частот від кутової швидкості ротора ω . Ця залежність є проявом гіроскопічного моменту. Значення частот обчислюються як для прямої, так і для зворотної прецесії.

На рис. 1 наведена частотна діаграма (діаграма Кемпбела) для одного з конструктивних варіантів ротору турбодетандера, яка є результатом розрахунку. Вона дозволяє оцінити близькість критичних кутових швидкостей до діапазону робочих обертів $\omega_{\text{раб}}$.

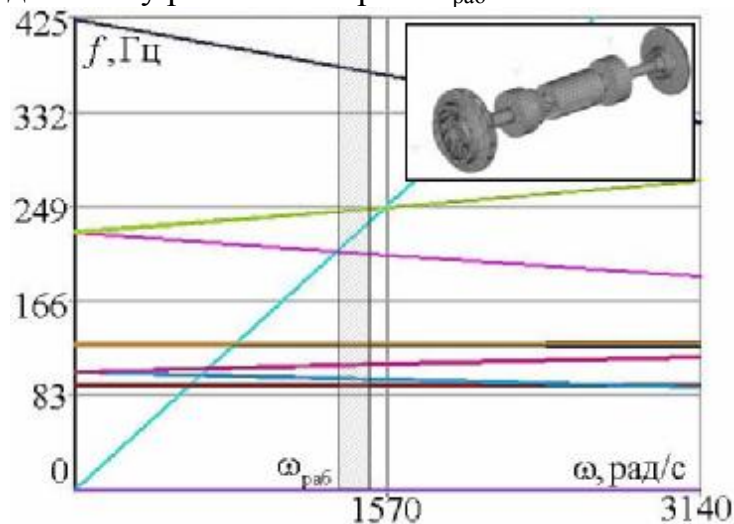


Рис. 1. Частотна діаграма ротора турбодетандера на пружних опорах

Програма призначена для виконання варіантних розрахунків з метою вибору параметрів конструкції ротора, які забезпечують потрібний ступінь відстроювання від можливих резонансних режимів.

РЕШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С НАКЛАДКОЙ

Миненко А.Л.

Национальный технический университет

“Харьковский политехнический институт”, Харьков

В работе рассмотрена контактная задача для бесконечной цилиндрической оболочки с цилиндрической накладкой, имеющей конечный размер. Внутри оболочки действует расширяющее давление (рис. 1).

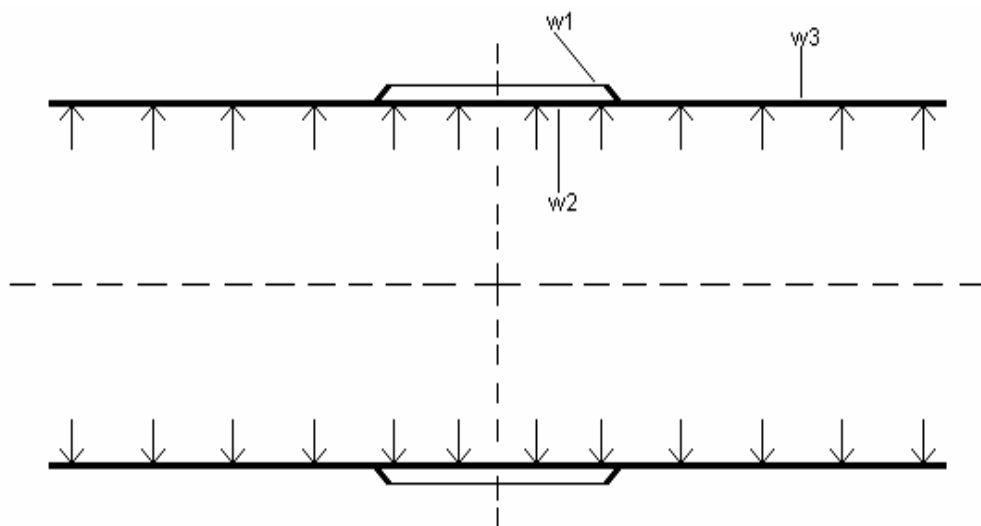


рис. 1

При решении данной задачи воспользуемся разрешающим уравнением теории оболочек:

$$\frac{d^4 w}{dx^4} + 4b^4 w = \frac{P}{D}$$

Для данной задачи составлена система уравнений, записаны граничные условия. Рассмотрены различные варианты возможного взаимодействия оболочек. Исследовано влияние геометрических параметров подкрепления на характер контактного взаимодействия.

Получены численные результаты для коротких и длинных накладок, установленных с зазором или натягом.

Работа сопровождается графиками и диаграммами.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ОТВЕРСТИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Мисюра С.В.

*Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного
НАН Украины, Харьков*

При проектировании различных технических объектов с целью совершенствования их прочностных характеристик часто возникает необходимость в оптимизации формы их элементов (пластин, меридианов оболочек и поверхностей тел вращения, сечений цилиндров некруговой формы). Контуры рассматриваемого тела могут быть представлены сплайнами, проходящими через точки, координаты которых известны из чертежа.

В качестве примера предлагаемой методики решена задача оптимизации контура отверстия в ребре (пластине), являющимся одним из элементов циклически-симметричной тонкостенной конструкции (крышки гидротурбины), показанной на рис. 1. На рис. 2 приведена одна из радиальных пластин. Контур отверстия в ребре образован сплайном, проведенным через ключевые точки, их количество равно 14.

При постановке задачи оптимизации в качестве функции цели принята максимальная в конструкции интенсивность напряжений.

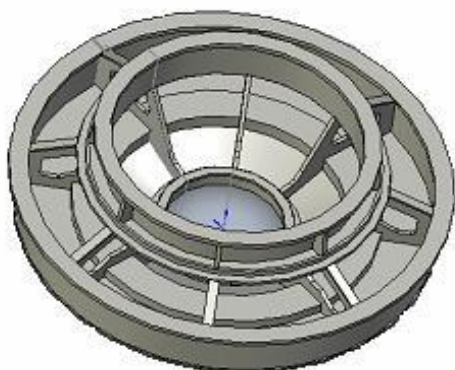


Рис. 1. Крышка гидротурбины

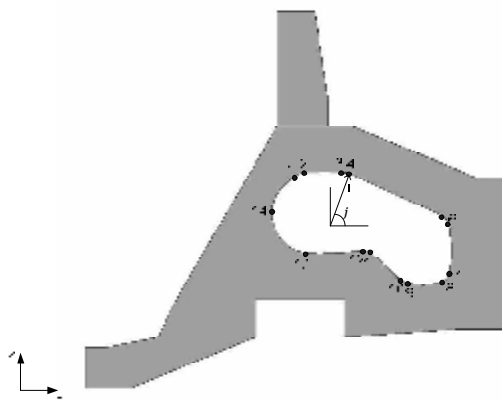


Рис. 2. Радиальная пластина

Параметрами оптимизации приняты длины радиус-векторов, соединяющих начало локальной полярной системы координат с ключевыми точками. Введены (конструктивные) ограничения на отклонения длин радиус-векторов от исходных. Оптимизация выполнена методом подпространств Крылова.

В результате оптимизации наибольшая интенсивность напряжений на контуре уменьшилась от 160,6 до 105,9 МПа при отклонениях, не превышающих 20%. Приведенный пример подтверждает эффективность предложенной методики.

AN ANISOTROPIC FATIGUE DAMAGE MODEL FOR FIBERGLASS COMPOSITE

Movaghghar A., Lvov G. I.

National technical university

«Kharkov polytechnic institute», Ukraine

Investigation of fatigue behavior of fiber-reinforced composite materials and in particular identification of characteristics of their resistance to deformation and destruction are of great scientific and practical interest due to continuous growth in production volumes and increased application of composite materials in the growing fields of modern technology [1].

Priority acquired researches aimed to establish patterns of occurrence and development of various mechanical fatigue damage which their accumulation in time may lead not only to reduce the durability characteristics of structures and elements, but also cause premature exhaustion of load bearing capacity and fracture.

Mathematical modeling of anisotropic fatigue damage in materials and in particular composites was the subject of intense research in the last decades. This paper presents an energy based model for fatigue life prediction and evaluation of progressive anisotropic damage in composite materials. It is based on the assumption that the damage growth rate in composite depends on the value of elastic strain energy per cycle W_e , the cycle parameter R , the current level of stress and damage:

$$\frac{dD_{ij}}{dN} = f(W_e, R, D_{ij}, S_{ij}). \quad (1)$$

Here assumed that there exists a power relation between the damage growth rate and elastic strain energy of the composite, then the model is represented as:

$$\frac{dD_{ij}}{dN} = k(R) \cdot (W_e)^n \cdot M_{ijkl} \cdot S_{kl}. \quad (2)$$

To identify the parameters of this model used experimental results obtained by fatigue tests of specimens cut along the warp, weft and 45° directions from a single sheet of fiberglass composite mark STEF-1. It is shown that the proposed theory reflects well the process of anisotropic fatigue damage accumulation and fracture of fiberglass composite specimens.

[1] Composite materials in 8 Vol. / edited by L. Broutman, R. Krock. Vol 5. "Fracture and fatigue", Academic press: New york and London, 1978. -483p.

НАБЛИЖЕНІ РОЗВ'ЯЗКИ ПОЧАТКОВО-КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ ПОВЗУЧОСТІ ТВЕРДОГО ТІЛА, ЩО ДЕФОРМУЄТЬСЯ

Морачковський О.К., Аніщенко Г.О., Ромашов Ю.В., Соболев В.М.

Національний технічний університет "ХПІ", Харків

Початково-крайова задача теорії повзучості твердого тіла, що деформується, полягає у визначенні нестационарних зв'язаних полів переміщень, пружних оборотних та необоротних деформацій повзучості, напружень та скалярного або тензорного параметра пошкоджуваності, які задовольняють системі диференціальних рівнянь у частинних похідних із початковими та граничними умовами. Дослідження повзучості зв'язані із проблемою визначення ресурсу.

Показано, що розмаїття формулювань початково-крайових задач теорії повзучості можна розділити на дві великі групи: 1) формулювання, що містять у якості невідомих параметри напружено-деформованого стану тіл та 2) формулювання, що містять у якості невідомих швидкості параметрів напружено-деформованого стану тіл. Формулювання відносно параметрів напружено-деформованого стану є природними; формулювання відносно швидкостей напружено-деформованого стану одержують штучно шляхом диференціювання за часом вихідних рівнянь відносно параметрів напружено-деформованого стану. В обох випадках за допомогою методу Бубнова-Гальоркіна задачі повзучості зведені до задач Коші відносно шуканих коефіцієнтів апроксимацій невідомих задач. Показано, що формулювання задач повзучості, що містять у якості невідомих параметри напружено-деформованого стану тіл приводять до задач Коші із меншим числом рівнянь, але з додатковими умовами. Задачі повзучості відносно невідомих швидкостей параметрів напружено-деформованого стану тіл у загальному випадку зводяться до задач Коші з більшою кількістю рівнянь, але в окремих випадках кількість рівнянь може бути суттєво скорочена за рахунок виключення частини невідомих. Встановлена задовільна узгодженість одержаних на основі різних формулювань та методів дискретизації (локальні за методом скінченних елементів та глобальні) розв'язки початково-крайової задачі теорії повзучості для квадратної пластини, що розтягується навантаженням, розподіленим на протилежних сторонах по параболічному закону.

У подальшому планується використати підходи на основі методу Бубнова-Гальоркіна для розв'язування прикладних та модельних початково-крайових задач теорії повзучості, в тому числі й рівняннями стану, ускладненими за рахунок введення додаткових внутрішніх параметрів.

ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЗУЧОСТІ НА БАЗІ ЗМІШАНОГО ВАРІАЦІЙНОГО ПРИНЦИПУ

Морачковський О.К., Соболев В.М.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

В роботі розглядається математична постановка задач динамічної повзучості й пошкоджуваності ізотропних тіл. Представлена повна система рівнянь початково-крайової задачі повзучості щодо невідомих компонентів тензорів напружень, деформацій і переміщень для тіл, при періодичному навантаженні заданими силами. Рівняння стану динамічної повзучості матеріалів конкретизовані в інкрементальній формі. Використовуючи змішаний варіаційний функціонал, рівняння початково-крайової задачі динамічної повзучості тіл відшукуються варіаційно-структурним методом теорії R-функцій у сполученні з методом продовження рішень за часом.

На базі запропонованого підходу можна одержати важливі оцінки довговічності виробів машинобудування. Поряд із квазістатичними навантаженнями на значну кількість елементів конструкцій діють нестационарні фізико-механічні поля, що швидко змінюються в часі (аерогідродинамічні потоки з пульсаціями й т.п.). Для широко використовуваних у техніці циліндричних труб, що експлуатуються при високих температурах і тисках, при оцінці довговічності необхідно враховувати явище повзучості.

Як приклад у роботі отримані оцінки ресурсу циліндра, що пошкоджується внаслідок динамічної повзучості, під внутрішнім тиском. При варіюванні амплітудою й рівнем напружень для різних частот осцилюючого гармонійного тиску на внутрішній поверхні циліндра встановлені закономірності в зміні напружено-деформованого стану й часу до завершення прихованого руйнування.

Визначено власні частоти циліндра, і в розрахунках приймалося, що частоти осцилюючих дій відмінні від власних частот циліндра. Дані ресурсу при циклічному навантаженні були зіставлені з ресурсом при статичному навантаженні. Встановлено, що додаткова до статичної дія осцилюючої складової навантаження приводить до скорочення часу до закінчення прихованого руйнування циліндра.

РОЗРОБКА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ЧУТЛИВОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРНО ЗВ'ЯЗАНИХ СИСТЕМ

Назаренко С.О.

Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Широкий спектр проблем фундаментального та прикладного рівня, особливо характерних для визначення зв'язаних фізико-механічних полів у деформованих тілах, сприяв появі важливих досліджень, у яких аналіз ефектів зв'язаності виводиться на рівень крайових задач математичної фізики. До останнього часу дослідження виконувались для кожного конструктивного елементу окремо, вплив мультифізичних факторів вивчався за спрощеними моделями та часто потребував багато експериментальних досліджень, що підвищувало вартість та тривалість робіт. Методів узагальненого теоретичного опису цієї проблеми не існувало.

Метою проведених досліджень була розробка на єдиній комплексній науково-методологічній основі методів аналізу чутливості конструкцій під впливом фізичних полів різної природи і ступенів зв'язаності, орієнтованих на великі розмірності векторів змінних стану і проектування.

Сучасні машини потрібно розглядати як складні системи (як правило, суттєво нелінійні, нестационарні, з урахуванням впливу зв'язаних фізичних та механічних полів). Для досягнення поставленої мети були проведені математичне формулювання та обґрунтування задач аналізу чутливості скінченно елементних моделей конструкцій під впливом фізичних полів різної природи і ступенів зв'язаності. Були створені методи для задач аналізу чутливості конструктивних елементів, що відповідають розрахунковим схемам та які базуються на запропонованих рівняннях стану та скінченоелементному розв'язку початково-крайових задач.

Були отриманні чисельні розв'язки тестових задач аналізу чутливості та проведено дослідження їхньої достовірності. Були розглянуті задачі аналізу чутливості п'єзоелектричного датчика-перетворювача та пристроя радіоелектронної апаратури, які перебувають під дією статичних та динамічних силових навантажень та температурних впливів. Здобуті результати (теорія, моделі та алгоритми для задач аналізу чутливості структурно зв'язаних систем) можуть бути використані як інформаційну та методичну базу при розробці компактних автоматизованих систем.

ОТРИМАННЯ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ І ФОРМ КОЛИВАНЬ БАГАТОШАРОВИХ ПОЛОГИХ ОБОЛОНОК ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ R-ФУНКЦІЙ ТА СПЛАЙН-АПРОКСИМАЦІЇ НА ОСНОВІ КЛАСИЧНОЇ ТА УТОЧНЕНОЇ ТЕОРІЇ

Осетров А. О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Харків*

Тонкостінні елементи конструкцій мають багато застосувань у техніці. За такі можуть бути прийняті різні панелі у транспортних засобах та спорудах. Треба відмітити, що розвиток композиційних матеріалів істотно додав можливостей адаптації тонкостінних елементів конструкцій до умов практичної експлуатації машин чи споруд.

Для розрахунку динамічних характеристик багатошарових оболонок, як свідчить література [1], застосовується як класична теорія, що базується на гіпотезах Кірхгофа-Лява [2], так і уточнені [1]. Як, наприклад, уточнена теорія першого порядку (типа Тимошенко), котра дозволяє враховувати вплив деформацій зсуву на поведінку багатошарових оболонок.

Практичне застосування уточненої теорії потребує більше розрахункових потужностей, тому що призводить до більшої кількості невизначених функцій (5 замість 3-х) у порівнянні з класичною. Тому при відсутності істотних розбіжностей у результатах слід віддавати перевагу класичній теорії. Також слід зазначити, що застосування уточненої теорії першого порядку скоріш відносять до 'нетонких' оболонок, де вплив деформацій зсуву повинен бути найбільшим. Однак зв'язок товщини оболонки з обранням теорії для її моделювання не враховує можливого впливу геометричної форми та граничних умов.

Запропонований підхід базується на сумісному використанні сплайн-апроксимації та методу R-функцій [3]. Чисельна реалізація проведена у математичному пакеті Maple та пакету швидких модулів запрограмованих на C++.

Список літератури

1. Н. Altenbach, Theories for laminated and sandwich plates (a review). *Mechanics of Composite Materials*. Vol. 34, No. 3, 1998, P. 243-252.
2. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных оболочек / С.А. Амбарцумян – М.: Физматгиз, 1961. – 384 с.
3. Рвачев В.Л. R-функции в задачах теории пластин / В.Л. Рвачев, Л.В. Курпа. – Киев: Наук. думка, 1987. – 176 с.

О МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ РАЗЪЁМНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Остерник Э.С.

ГП завод "Электротяжмаши", Харьков

Такие параметры механики, как напряжения, статические и динамические перемещения с их производными, дают существенную информацию для оценки надёжности в машиностроении. Её показатели (коэффициент готовности, наработка на отказ, полный назначенный срок службы и др.) для турбогенераторов определяются также немеханическими параметрами, включая коэффициент запаса электрической прочности изоляции и др.

Рассмотрение механических параметров выполнено на примере турбогенераторов мощностью выше 300 МВт. Габаритные требования к их транспортировке привели к созданию разъёмной конструкции статора, состоящего из 2-х коробов и средней части. На ней для турбогенератора мощностью 320 МВт выполнена статическая тензометрия стяжных призм в процессе прессовки статорного магнитопровода. Это позволило обеспечить равномерное распределение между призмами усилий отдачи активной стали. Такая отдача возникает после снятия давления пресса. Запас в призмах по текучести составил 2,86. Исследования жёсткости коробов той же машины показали, что их осевые перемещения (прогибы) от давления внутри генератора не нарушают работу маслоуловителей, обеспечивающих отражение брызг масла в сторону от вращающегося вала. Повышенные осевые динамические перемещения короба генератора мощностью 500 МВт потребовали существенно ожесточить короб, предусмотрев создание его двойной передней стенки по типу корабельного днища, после чего колебания снизились до нормы. Эти нормы относятся к подшипникам, контактными кольцам, ротору, магнитопроводу, корпусу и обмотке статора. Они предусмотрены международными и отечественными стандартами, а также ведомственными и заводскими документами. Все динамические нормы относятся к перемещениям и их производным.

Целесообразно установить многомерную вероятностную зависимость показателей надёжности от этих величин и напряжений, для чего развить расчётные и экспериментальные методы исследования механических параметров в условиях реальной эксплуатации.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ФИЛЬТРОВАНИЕ ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА ЖИДКОСТИ

Пакки Г.В., Ульев Л.М.

МЧФ "ИНКЕРИ",

Национальный технический университет "ХПИ", Харьков

Исследовано фильтрование закрученного потока жидкости на пористой цилиндрической поверхности фильтрующего элемента от единичных твердых частиц. Проведен численный анализ толщины пограничного слоя закрученного в кольцевой полости потока жидкости на внутренней пористой поверхности при условии отсоса. Определены зависимости сепарации твердых частиц на пористой поверхности фильтроэлемента от поля скоростей во внешнем турбулентном потоке, скорости фильтрации на внешней поверхности фильтра, вязкости жидкости и физических характеристик твердой частицы.

Представлены результаты экспериментальных исследований изменения тангенциальной составляющей скорости воды в фильтрах-сепараторах очистки жидкости нескольких типоразмеров при различных скоростях жидкости во входных закручивающих устройствах. Также представлены экспериментальные исследования сохранения тангенциальной составляющей скорости воды при прямоточной и противоточной конструкции фильтра.

Представлена численная модель плоского течения вращающегося ламинарного пограничного слоя на пористой круговой стенке при условии отсоса с постоянной скоростью фильтрации и постоянства граничных условий на наружной границе пограничного слоя при безградиентном течении жидкости. В численной модели рассмотрено течение вязкого несжимаемого вращающегося пограничного слоя при постоянной тангенциальной составляющей скорости основного потока жидкости вблизи пограничного слоя.

Численно исследован процесс сепарации твердой частицы в плоском осесимметричном ламинарном пограничном слое на пористой фильтровальной стенке. Проведено численное моделирование траектории твердой частицы в поле скоростей пограничного слоя жидкости вблизи пористой фильтровальной стенки. Определены условия непроникновения частицы в тело фильтра при определенной вязкости жидкости, скорости фильтрации и наружном диаметре пор в зависимости от вектора скорости частицы на наружной границе пограничного слоя, диаметра и плотности частицы.

ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НА ОСНОВІ АПРОКСИМАЦІЇ КВАТЕРНІОНА ОРІЄНТАЦІЇ КУБІЧНИМИ СПЛАЙНАМИ

Плаксій Ю.А., Гурін Д.Ю.

Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Для отримання оцінок точності алгоритмів визначення орієнтації по первинній інформації в безплатформених інерціальних навігаційних системах (БІНС) у вигляді позірних поворотів можна застосовувати еталонну апроксимаційну модель вільного обертання твердого тіла, що включає в собі аналітичні залежності від часу t для позірних поворотів і кватерніонів орієнтації.

Така еталонна модель повністю визначається прийнятою опорною кінематичною моделлю обертання, в основу побудування якої покладаються результати сумісного чисельного інтегрування диференційних рівнянь моделі обертання твердого тіла. Для цього розіб'ємо інтервал часу $[0, T]$ на N рівних відрізків точками $0, t_1, t_2, \dots, t_N$. На кожному з цих відрізків апроксимуємо j -ту компоненту кватерніону орієнтації кубічним сплайном:

$$I_j(t) = a_i^{(j)} + b_i^{(j)}(t - t_{i-1}) + c_i^{(j)}(t - t_{i-1})^2 + d_i^{(j)}(t - t_{i-1})^3, \quad j = \overline{0,3}, \quad i = \overline{1, N}. \quad (1)$$

Оскільки кватерніон з компонентами (1) не є нормованим, то для отримання нормованого кватерніона треба після побудування формули (1) виконати відповідну процедуру нормування $\hat{I}_j(t) = I_j(t) / \|\Lambda(t)\|$, де $\|\Lambda(t)\| = \sqrt{I_0^2(t) + I_1^2(t) + I_2^2(t) + I_3^2(t)}$, в результаті якої коефіцієнти $a_i^{(j)}, b_i^{(j)}, c_i^{(j)}, d_i^{(j)}$ дещо зміняться.

Розроблена розрахункова програма на мові Java 1.6, що включає апроксимацію компонент кватерніону орієнтації дискретної моделі і отримання параметрів орієнтації аналітичної моделі у вигляді (1), а також проєкцій w_i модельної кутової швидкості та позірних поворотів $q_{ni}^* = \int_{t_n - \Delta t}^{t_n} w_i(t) dt, \quad i = 1, 2, 3$.

Приводяться результати побудування аналітичної сплайнової еталонної моделі вільного обертання твердого тіла і оцінки її адекватності дискретній моделі у вигляді середнього модельного дрейфа. Еталонна модель застосована для оцінювання алгоритмів визначення орієнтації 1-го, 2-го та 3-го порядку. Приводяться отримані оцінки точності алгоритмів у вигляді графіків похибок дрейфу і швидкості дрейфу.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ ІДЕАЛЬНОГО СТИСЛИВОГО ГАЗУ НА НЕСТРУКТУРОВАНИХ СІТКАХ

Русанов А.В., Косьянов Д.Ю.

ІПМаш НАН України ім. А.М. Підгорного, Харків

Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь у часткових похідних в областях складної геометричної форми зручно виконувати при дискретизації фізичної області неструктурованою сіткою. Досвід останніх десятиліть по використанню чисельних методів для таких сіток вказує на те, що підвищення порядку точності може значно збільшити загальну ефективність розрахункового процесу. Найбільша увага при створенні таких схем приділяється підвищенню ефективності побудови реконструкції, збільшенню швидкості збіжності чисельного розв'язку, забезпеченню нелінійної стійкості схеми та зменшенню рівня нефізичних осциляцій.

Авторами, на базі запропонованого способу побудови кусково-поліноміальної реконструкції невідомих та методу скінченного об'єму, розроблено явну схему високого порядку точності для чисельного інтегрування рівнянь гіперболічного типу на неструктурованих сітках [1]. Для зменшення рівня нефізичних осциляцій чисельного розв'язку біля розривів запропоновано підхід мінімізації коефіцієнтів реконструкції.

Збільшення швидкості збіжності чисельного розв'язку досягається за допомогою нової неявної безітераційної схеми для неструктурованих сіток, яка базується на оригінальному способі розщепленні за просторовими напрямками та власними числами [2].

У доповіді розглянуто узагальнення запропонованих раніш підходів для чисельного інтегрування рівнянь Ейлера при моделюванні течії стисливого газу на неструктурованих сітках. Виконано чисельну оцінку порядку збіжності для двомірних модельних задач з гладким розв'язком. Суттєво неосцилююча природа схеми перевірена при розв'язанні задач розпаду розриву Рімана.

Список літератури

1. Русанов А.В., Косьянов Д.Ю. Явная схема для численного интегрирования уравнений гиперболического типа на неструктурированных сетках // Вестник ХНУ им. В.Н. Каразина. Серия МИА, Харьков. – 2010. – № 926. – С. 123–138.
2. Русанов А.В., Косьянов Д.Ю. Неявная схема для численного интегрирования уравнений гиперболического типа на неструктурированных сетках // Пробл. машиностроения. – 2010. – № 3. – С. 30 – 37.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ ЗАЛІЗНИЧИХ ЕКІПАЖІВ

Сімсон Е.А., Овчаренко В.В., Шевчук Ю.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

Інженерна група “Українська промислова енергетична компанія”, Харків

Одночасно з підвищенням ефективності підшипникового вузла за рахунок оптимальної профілізації основних поверхонь (неминуче руйнування яких, будь то втомне викришування на доріжках кочення або ж абразивний знос торцевих поверхонь, значною мірою визначає ресурс), існує необхідність змін макрогеометрії для мінімізації металоємності і витрат на технічне обслуговування при забезпеченні безпечної роботи в усіх діапазонах швидкостей руху та температурних режимах.

Дослідження присвячене вивченню напружено-деформованого стану елементів підшипникового вузла та подальшій їх оптимізації для рівномірного перерозподілу навантаження по роликах, від характеру якого залежить величина контактної напруги між роликками та доріжкою кочення (чим більше рівномірно розподіляються навантаження між роликками, тим менше максимальна контактна напруга, тобто вище ефективність вузла).

Характер розподілу навантажень по роликах залежить від геометричних та міцнісних параметрів конструктивного елементу, передавального вагу вагону на підшипник. Розглянута робота підшипника з буксою, а також можливі варіанти розподілу навантажень по роликах при роботі підшипника з адаптерами різної конструкції (адаптер відрізняється від букси відсутністю нижньої частини корпусу). Виявлено що розподіл зусиль залежить у значній мірі від форми передавального елементу, причому адаптер виявився набагато оптимальнішим за використовувану на залізничних вагонах України буксу.

Проведено оптимізацію конструкції адаптера виходячи з того, що розподіл зусиль в основному залежить від конструкції верхньої частини передавального елемента. В якості проектних змінних узяті площа та форма ділянок безпосередньо сприймаючих навантаження, а також їх взаємне розташування. Отримана модель піддана додатковій оптимізації для вирівнювання напруги у самому передавальному елементі. Нова модель за своїми показниками перевищує аналоги та після проведення стендових випробувань планується до виробництва.

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

СОЛОХИН М. А.

*Институт проблем машиностроения
им. А.Н. Подгорного НАН Украины, Харьков*

Процессы удара и взрыва играют значительную роль в современной технике. Эти процессы следует рассматривать при оценке динамической прочности, выборе рациональных параметров технологических процессов формообразования, соединения, разъединения и упрочнения элементов конструкций с помощью импульсных источников энергии. Особенностью этих процессов является проявление динамических свойств материалов.

В данной работе проводится исследование процесса удара обломком лопатки по корпусу ЦНД турбин серии К-500-60/3000, К-500-240, К-220-44, К-320-23.5, К-325-23.5. Обломок смоделирован в виде прямоугольного параллелепипеда. Корпус состоит из двух цилиндрических оболочек – корпуса и обечайки. Материал корпуса турбины – сталь 20. Исследования проводились при скорости соударения: 314 м/с. Цель работы: исследовать динамическое напряженно-деформированное состояние корпуса после столкновения с обломком.

Для реализации численных исследований используется пакет LS-DYNA, реализующий решатель на основе явной формулировки метода конечных элементов.

В процессе работы были рассмотрены отклик системы на динамическое воздействие, получены напряжения и перемещения, возникающие в следствии удара. Сделаны выводы о прочности конструкции.

ВИЗНАЧЕННЯ НЕЯВНО ЗАДАНИХ КРАЙОВИХ УМОВ В ЗАДАЧАХ ГІДРОДИНАМІКИ

Степук О.В, Автономова Л.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

У задачах проектування гідродинамічних пристроїв для рішення рівнянь Ейлера або Нав'є-Стокса зазвичай в крайових умовах задаються об'ємна або масова швидкість потоку робочої рідини, падіння тиску та швидкість, або момент на тілі обертання, наприклад, гідротурбіні. Однак, при проектуванні нових пристроїв виникають ситуації, коли останні не відомі до проведення експериментальних досліджень. У цьому випадку для чисельного моделювання та рішення задач гідродинаміки використовуються спрощені оціночні методи, вибір яких, у свою чергу, впливає на збіжність чисельного рішення і загальні витрати часу одержання рішення.

У роботі порівнюються два основні методи визначення моменту в ламінарному або турбулентному потоці на прикладі турбіни витратоміра - метод моментів і метод сил.

У першому випадку із закону збереження імпульсів можна отримати момент обертання: $T_d = -\int \rho u_{ext}^2 (\tan\beta) r dS_{ext} + \int \rho u_{int} \omega r^2 dS_{int}$, де ρ - щільність робочої рідини.

У другому випадку використовуючи різницю тисків на зовнішній і внутрішніх сторонах лопасті знаходимо момент обертання по формулі: $T_d = -\int (1/2) \rho u_{int}^2 L (-C_L \cos\varphi + C_D \sin\varphi) r dr$, де $C_L = F_L / (1/2) \rho u_{int}^2 L$, $C_D = F_D / (1/2) \rho u_{int}^2 L$ - коефіцієнти підйомної сили, $F = n (-F_L \cos\varphi + F_D \sin\varphi)$ - підйомна сила, L - хорда лопастей.

У роботі порівнюються відповідність при використанні обох способів. Недоліком першого є припущення однорідного тангенціального потоку, що виконується тільки для невеликих зазорів меж лопастями. Це знижує якість моделювання і погіршує збіжність та стійкість рішень при високих значеннях чисел Рейнольдса. У другому способі нехтується взаємовплив лопастей обертового тіла, що призводить до завищеної величині моменту пропорційно кількості лопастей.

Застосування вищевказаних способів визначається в загальному випадку взаємовпливом лопастей обертового тіла, числом Рейнольдса, Маха і очікуваним ступенем турбулентності потоку.

Чисельні рішення задач гідродинаміки для турбіни витратоміра були порівняні за допомогою чисельного комплексу CF Design на основі метода скінчених елементів.

**РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ
ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ КОНСТРУКЦІЙ
ТРАНСМІСІЙНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ МАШИН**

Сукач С.О., Бесчетніков Д.А., Грищенко В.М.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

Для задач проектування машинобудівних конструкцій, які є надзвичайно різноманітними, в наш час розроблено значну кількість систем (САПР), які дозволяють проводити розрахунки динаміки та міцності різної складності деталей та вузлів. Проте конструктора цікавить поведінка машинного агрегату в цілому а не тільки окремих деталей. Можливість детального врахування складної геометрії та експлуатаційних факторів надають сучасні підходи з використанням 3D моделювання на основі чисельних методів механіки, основним з яких є МСЕ (метод скінченних елементів).

В основу роботи покладено ідеї суперелементного підходу для формування рівняння конструкції після зниження порядку рівнянь окремих елементів. Для цього рівняння МСЕ окремого елемента розділяються на дві групи: за зовнішніми та внутрішніми степенями вільності (СВ). Внутрішні СВ виражаються через зовнішні та виключаються з рівнянь, що дає змогу понизити їх порядок.

$$\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{si} \\ K_{is} & K_{ii} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_s \\ U_i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_s \\ F_i \end{Bmatrix} \quad (1)$$

$$\{U_i\} = [K_{ii}]^{-1} \{F_i\} - [K_{ii}]^{-1} [K_{is}] \{U_s\} \quad (2)$$

$$[[K_{ss}] - [K_{si}] [K_{ii}]^{-1} [K_{is}]] \{U_s\} = \{F_s\} - [K_{si}] [K_{ii}]^{-1} \{F_i\} \quad (3)$$

$$[\hat{K}] \{\hat{U}\} = \{\hat{F}\} \quad (4)$$

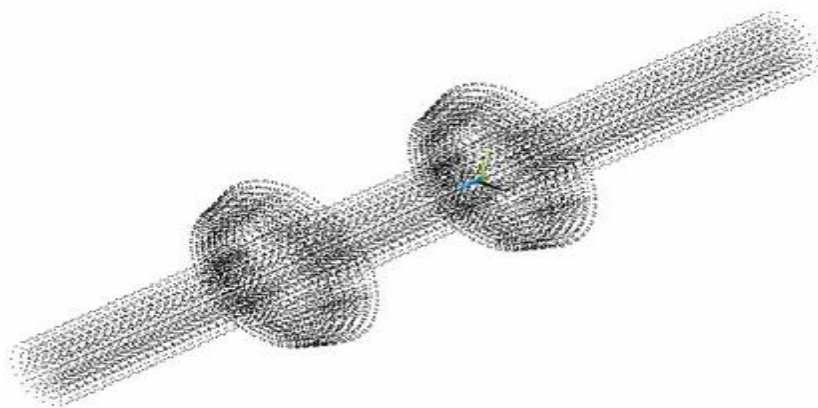


Рисунок 1 – Вузлові точки елемента трансмісії

Використання ANSYS дає можливість параметричного моделювання типових елементів трансмісії, одержати інформацію про динамічну систему (кількість вузлів, тип елемента, матриці мас та жорсткості). Формування розрахункових рівнянь конструкції виконується в програмному комплексі на Delphi.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ФИКСАЦИИ ПЕРЕЛОМОВ БОЛЬШОЙ БЕРЦОВОЙ КОСТИ

¹Сукиасов В.Г., ²Чаплинский В.П.

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», Харьков

²Министерство охраны здоровья Украины, Самбор

Представлены результаты твердотельного моделирования и конечноэлементного анализа большой берцовой кости, синтезированной на костным фиксатором, при наличии перелома в центральной части. Адекватность модели обоснована результатами расчетов на сетках различной густоты. Для случаев прямого и косого переломов исследована реакция системы «кость-фиксатор» на действие физиологических нагрузок различных направлений. При некоторых из них фрагменты кости в месте перелома вступают в соприкосновение, что потребовало постановки и решения конструктивно нелинейной контактной задачи. Подвижность в зоне перелома оценивалась величинами относительных перемещений контрольных точек на торцах фрагментов кости.

Выполнено сопоставление различных способов фиксации, в том числе влияния количества крепежных винтов, с точки зрения жесткости соединения, а также напряженного состояния кости и фиксатора. На основе полученных данных выявлено преимущество многоплоскостного способа фиксации, показанного на рис. 1а по сравнению с традиционным полноконтактным способом (рис. 1б).

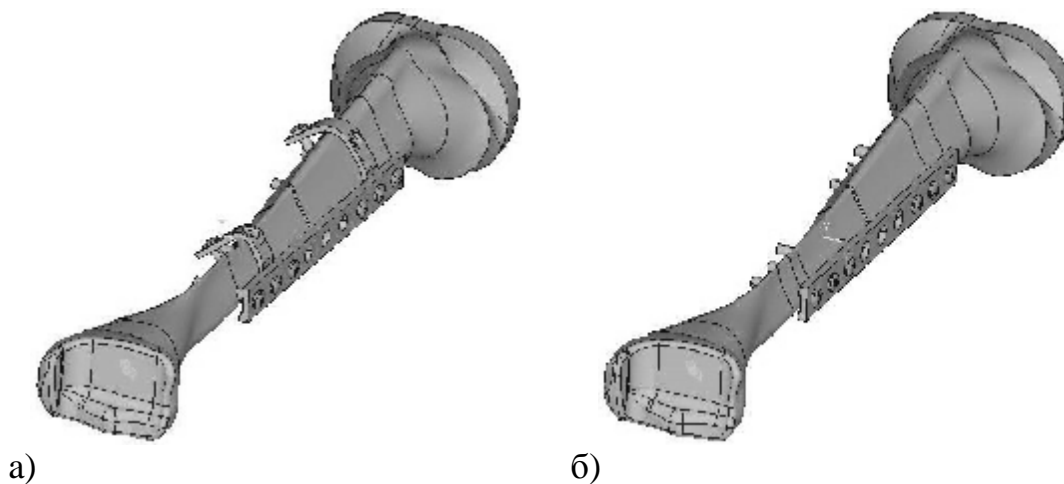


Рис. 1. Фиксация прямого перелома: а – многоплоскостная; б – полноконтактная

Предложены меры по модернизации конструкции фиксатора с целью снижения уровня напряженного состояния.

О ПРИМЕНЕНИИ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТИЛЬНОЙ ПОДАТЛИВОСТИ КОЛЕНА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Тарсис Ю.Л.

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

Проведен сравнительный анализ влияния основных конструкционных параметров на крутильную податливость коленчатого вала при использовании традиционных эмпирических формул и метода конечных элементов в трехмерной постановке. В качестве объектов рассмотрены модели колен двух коленчатых валов: дизеля промышленного трактора (MTU) и стационарного дизеля Д-80. Сравнение значений податливости для номинальных значений указанных параметров показало значительный разброс в величинах податливости. Однако, для решения вопроса о применимости эмпирических формул в каждом конкретном случае, такое сравнение результатов нельзя считать достаточным. Дополнительно проведено исследование вклада основных конструкционных параметров в крутильную податливость рассматриваемых моделей при варьировании их в пределах $\pm 10\%$ от номинальных значений. Предварительные расчетные исследования показали, что некоторые из параметров (радиусы галтелей и диаметры внутренних отверстий в коренной и шатунной шейках) не оказывают сколько-нибудь значительного влияния на окончательные результаты.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Наиболее чувствительными эмпирические формулы и МКЭ оказались к варьированию диаметра и длины шатунной шейки и ширины щеки, а наименее – длины коренной шейки. Однако степень влияния этих параметров существенно различается для каждой формулы и МКЭ. Очевидно, что она зависит от соотношения значений всех параметров модели. Именно это соотношение и являлось основополагающим при разработке эмпирических формул, поскольку вклад каждого параметра в общий результат определяется эмпирическими коэффициентами. Эмпирические формулы опираются на опыт разработчиков, основанный на большом теоретическом и экспериментальном материале. Однако если современные конструкции существенно отличаются от тех, для которых были получены эмпирические формулы, то нет уверенности в точности применяемой формулы. Об этом и свидетельствуют различия во вкладе варьируемых параметров в конечный результат для двух конструкций современных коленчатых валов.

ОЦІНКА ВІТРОВОГО ВПЛИВУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МІЦНОСТІ НАПРЯМНОЇ СИСТЕМИ СОДАРНОЇ АНТЕНИ

Ульянов Ю.М., Кедровська О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

В даний час разом з вдосконаленням традиційних методів і контролю фізичних характеристик пограничного шару атмосфери, що утворює погоду, в інтересах екології авіації і радіозв'язку великий розвиток отримують методи дистанційного зондування з поверхні землі з використанням звукових хвиль.

Особливе місце акустичного зондування обумовлене ефектами сильної взаємодії звукових хвиль з атмосферою, що забезпечує простоту і невисоку вартість апаратури в порівнянні з технікою радіо- та оптичного зондування. Інженерна досконалість апаратури акустичного зондування атмосфери (або содара) визначається багато в чому його антенною системою, основними вимогами до яких є стабільність характеристик спрямованості, мінімізація рівня акустичного забруднення та стійкість до різного роду атмосферних дій.

В основу конструкції акустичних антен, що входять у тристатичну антенну систему покладені випробувані нами принципи побудови рупорно-рефлекторної комбінованої, цілком оригінальної, акустичної антени.

Наша ціль була гранично знизити вагу й габаритні розміри всього антенного пристрою, що пов'язано з необхідністю проведення оцінки вітрового навантаження розробленого варіанту рефлекторно-рупорної акустичної антени імпульсного содара, призначеного для використання в завданнях охорони навколишнього повітря від промислових забруднень в населених районах. Антена працює в дециметровому діапазоні довжин звукових хвиль, має ширину головної пелюстки діаграми спрямованості близько 12 градусів і забезпечує пригнічення паразитного шуму по приземній хвилі до 60 дБ.

Результати розрахунків антенного пристрою на міцність показали, максимальні напруги, що дорівнюють 41,75МПа відповідають допустимій нарузі для матеріалів, з яких побудований антенний пристрій, межа плинності 350Мпа для сталі і 47МПа для композитних матеріалів. Оцінка запасу міцності конструкції проводилася з використанням критерію зіставлення максимальної еквівалентної напруги з межею міцності при розтягуванні. Коефіцієнт запасу більше 1 і це означає наша конструкція повинна витримати ураган без змін її головних характеристик.

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ НЕСТАЛОЇ ПОВЗУЧОСТІ СТРИЖНЕВИХ СИСТЕМ

Федоров В.А., Радіонова С.В.

Національний технічний університет

”Харківський політехнічний інститут”, Харків

На прикладі двох- і трьох-стрижневої конструкції для двох математичних моделей [1] розрахунку параметра жорсткості системи звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) несталої повзучості був проведений аналіз параметра жорсткості і досліджена стійкість рішення одержаної системи ЗДР.

Умови сумісної деформації стрижнів разом з рівняннями рівноваги і фізичними співвідношеннями несталої повзучості приводить до вирішуючої системи ЗДР. Параметр жорсткості цієї системи характеризується локальним коефіцієнтом жорсткості, введеним Lambert’ом, як відношення:

$$\frac{\max_{i=1,\dots,n-1} \operatorname{Re}(-I_i)}{\min_{i=1,\dots,n-1} \operatorname{Re}(-I_i)}$$

де I_i - власні значення якобіана правих частин ЗДР.

Зважаючи на нелінійність ЗДР якобіан і параметр жорсткості є функцією часу.

Поведінка параметра жорсткості досліджена чисельно залежно від виду вирішуючих рівнянь (дві моделі, одна з яких є системою лінійно залежних диференціальних рівнянь, інша - незалежних), закону повзучості (гіперболічний і степеневий), ступеня нелінійності і стадії повзучості.

Результати дослідження стійкості рішень системи ЗДР для двох моделей підтверджують висновок про те [1], що для вирішення системи ЗДР по першій моделі спостерігається стійка поведінка, а стаціонарне (стале) рішення по другій моделі стійке асимптотично.

Одержані в результаті дослідження закономірності можуть бути властиві складнішим конструкціям. Чисельні дослідження проведені в математичному середовищі програмування Maple.

Література: 1. Федоров В.А. Об устойчивости установившегося решения задачи ползучести стержневой системы //Вестник НТУ ”ХПИ”, сб. науч. трудов. Тематич. выпуск: Динамика и прочность машин.-Харьков: НТУ ”ХПИ” - 2002.-№ 9, т. 9. – С. 69 – 76.

ЧИСЕЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТ ПРУЖНОСТІ КОМПОЗИТА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПОЧАТКУ ПЛАСТИЧНОСТІ

Федорова С. В., Львов Г. І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Композиційні матеріали, армовані високоміцними і високомодульними безперервними волокнами мають широке застосування в будівництві та техніці. Експериментальні дослідження ефективних властивостей пов'язані з труднощами, у зв'язку з цим необхідними є теоретичні методи. При періодичній структурі композиту для дослідження його поведінки використовується мікромеханічний підхід. В цьому разі достатньо розглянути його мінімальний представницький осередок, утворений площинами симетрії структури. Інтегральні властивості осередку і всього композиту тотожні.

Розглядається метал - металічний безперервно - волокнистий композит тетрагональної структури. Матеріал матриці проявляє пластичні властивості, матеріал волокна вважається пружним. Усі властивості компонентів композита вважаються заданими. Метою роботи є визначення незалежних констант, що характеризують пружну поведінку композита та констант, що характеризують перехід у пластичну фазу.

За допомогою програмного комплексу побудований представницький осередок. Проведено всі чисельні експерименти, необхідні для визначення незалежних констант пружності композиту: розтягнення у 3х напрямках і поперечний зсув (плоска задача) та повздовжній зсув (антиплоска задача). Також визначені константи критерію пластичності Хілла. Проведено тестовий розрахунок для складного напруженого стану.

Список літератури: **1.** Деннис Дж., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. - М.: «Мир», 1988, - 205 с., **2.** Хилл Р. Математическая теория пластичности. – М.: ГИИТЛ, 1956. – 407 с. **3.** Rossol A., Benedikt M., Mortensen A. Longitudinal deformation of fibre reinforced metals: influence of fibre distribution on stiffness and flow stress. - Mechanics of Materials 37 (2005), с. 1–17, **4.** 11. Williams, T.O., Pindera, M.-J. An analytical model for the inelastic axial shear response of unidirectional metal matrix composites. - Int. J. Plasticity 13 (3), 1997, с. 261–289.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ СТАНУ МАТЕРІАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Хавін В.Л., Огородник О.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Ціль роботи – розробка нейро-мережевої моделі для дослідження складної пластично плинної поведінки пластичних матеріалів. Це дослідження є частиною роботи, що спрямована на моделювання процесу контактної взаємодії ріжучого клину з матеріалом, що оброблюється.

Розробка коректної моделі пластично плинної поведінки матеріалу забезпечує необхідну точність параметрів стану в області високошвидкісного різання. Пластично плинна поведінка описується рівнянням стану матеріалу, яке представляє собою математичні зв'язки, що описують макроскопічні відгуки матеріалу на прикладене навантаження при різних комбінаціях наступних параметрів: деформація (ϵ), швидкість деформації ($\dot{\epsilon}$), температура (T). Зазвичай це рівняння має вигляд $s = f(\epsilon, \dot{\epsilon}, T)$, де s є напруження пластичної течії. Рівняння стану також є математичною ідеалізацією поведінки матеріалу при певних умовах.

Для вирішення задач прогнозування та апроксимації широко використовується засоби штучного інтелекту. Штучні нейронні мережі використовують з'єднані математичні вузли (нейрони), що утворюють мережу, яка здатна моделювати складні функціональні відношення. Така техніка добре підходить для вирішення проблем, що включають у себе маніпуляцію великою кількістю параметрів та нелінійну інтерполяцію, тоді як традиційні математично-параметричні підходи дають не достатню точність.

Розроблено штучну нейронну мережу для прогнозування поведінки пластичної плинності сталі 45. За три вхідних параметри було взято деформацію (ϵ), швидкість деформації ($\dot{\epsilon}$), температуру (T), а за вихідний – напруження пластичної плинності (s). Модель заснована на багат шаровому перцептроні з алгоритмом навчання зворотного розповсюдження. Нейронна мережа була тренувана з використанням експериментальних даних сталі 45. Було отримано гарну збіжність між експериментальними даними та даними, що були спрогнозовані.

ПОБУДОВА ЗАМКНЕНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В ЗАЗНАЧЕНУ ТОЧКУ ПРОСТОРУ

Хацько Н.Є.

Національний технічний університет „ХПІ”, Харків

Автоматичне керування просторовим рухом літального апарату (ЛА) є важливою, складною задачею нелінійного характеру та високої вимірності. Розробка автоматичного керування рухом залишається актуальним напрямом розвитку. Досягнути високого рівня автоматизованого керування можливо лише за умов повного і адекватного знання поточного місцеположення рухомого об'єкту. Для реалізації замкненої схеми керування пропонується алгоритм, який поєднує методи рішення зворотних задач динаміки та метод оцінювання поточного вектору стану ЛА по вимірам інерційних приладів - акселерометрів і гіроскопів.

Розроблено програмний комплекс моделювання керованого руху ЛА, у якому здійснюється прямування по зазначеній траєкторії за допомогою синтезованого керування, формуються виміри інерційних приладів та проводиться оцінка місцеположення ЛА, його швидкості та орієнтації за допомогою алгоритму безплатформної інерційної навігаційної системи. По даним оцінювання та точці на еталонній траєкторії руху на кожному циклі задається нова траєкторія для руху ЛА у визначену кінцеву точку. Цим забезпечується зворотній зв'язок – по оціненому поточному стану задається нове керування.

Постанова задачі керування має наступний вигляд: у початковий t_0 і кінцевий T моменти часу задано географічне положення ЛА $\bar{R} = \{x, y, z\}^T$, та його траєкторні параметри: швидкість V , кут нахилу траєкторії q , кут путі j . Необхідно перевести ЛА із початкового стану у кінцевий за зазначений час T , синтезуючи і впроваджуючи закон керування. Функціями керування є кут нахилу γ , нормальна n_x і тангенціальна n_y складові перенавантаження.

За методом переслідування ведучої точки визначається управління на кожному кроці, але крайові вимоги при цьому змінюються і, таким чином, у керуванні ураховується оцінка фактичного місцеположення ЛА, його швидкості та кути орієнтації.

У розділі моделювання надаються приклади різних видів руху ЛА і аналізується вплив складових похибок акселерометрів і гіроскопів на точність попадання ЛА у кінцеву точку при керованому польоті.

Результати моделювання підтверджують необхідність аналітичної компенсації похибок вимірів за результатами попереднього калібрування кожного інерційного приладу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ В ПЕРФОРОВАНІЙ ОБОЛОНЦІ

Тахерзадех .Х , Львов Г.І.

Харківський національний технічний університет , Харків

Перфоровані оболонки є відповідальними елементами центрифуг різного призначення. У процесі експлуатації вони піддаються значним статичним і динамічним навантаженням. Дослідження динамічних властивостей перфорованих циліндричних оболонок виконано в два етапи.

На першому етапі визначалися наведені пружні властивості перфорованої оболонки, шляхом вирішення двояко періодичної задачі [1]. Еквівалентні пружні характеристики ортотропного матеріалу отримані для тетрагональної і гексагональної схем перфорування.

На другому етапі виконано чисельне дослідження власних частот і форм коливань ортотропних оболонок з урахуванням зменшення наведеної щільності матеріалу. Обчислення проведені в програмному комплексі ANSYS. Розглянуто різні варіанти закріплення оболонок і виконаний аналіз впливу параметрів перфорування на динамічні властивості оболонок.

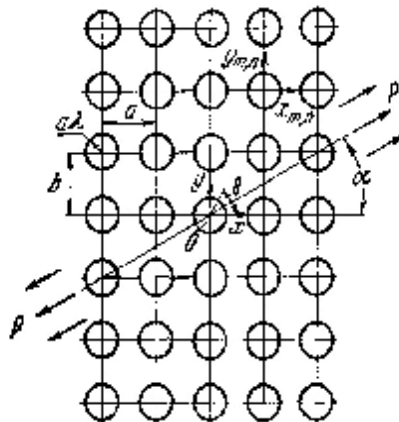


Рисунок 1-Модель двоякоперіодичних прямокутних ґрат

Література:

1. Григолюк Э.И Перфорированные пластины и оболочки - Москва: Наука, 1970.-556с.

СЕКЦІЯ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ З МАТЕРІАЛІВ З ГАЗО- УСАДКОВОЮ ПОРИСТІСТЮ

Абдулкерімов І.Д.

Республіканський вищий учбовий заклад

«Кримський інженерний педагогічний університет», м. Сімферополь

З метою підвищення технологічності деталей при виготовленні пневмоапаратури використовують лиття під тиском. Проте, підвищена газо-усадочна пористість відливань є причиною виникнення негерметичності деталей пневмоапаратури, що працює під тиском до 1 МПа.

У промисловості на різних підприємствах в технологічних процесах забезпечення герметичності литих деталей виконується методом просочення у вакуумі і застосуванням різних герметиків. Але, внаслідок впливу лінійних і об'ємних температурних розширень на виріб в процесі експлуатації, ці методи не забезпечують отримання герметичних роз'ємних з'єднань.

Метою роботи є отримання герметичних різьбових з'єднань при виготовленні деталей з матеріалів з газо-усадочної пористістю.

- на основі теоретичних і експериментальних результатів створений деформуючий інструмент, сприяючий підвищенню якості поверхні різьбових з'єднань в глухих отворах деталей із сплаву АК12М2, отриманих методом лиття під тиском;

- експериментально встановлений вплив конструктивних особливостей деформуючого інструменту на забезпечення герметичності з'єднання.

На підставі даних із моделювання розробили інструмент для різних видів номінальних діаметрів трубного різьблення.

Визначені параметри роботи деформуючого інструменту.

РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ЗНОШУВАННЯ ПОЛІМЕРНОГО СЕПАРАТОРА З МАСТИЛОУТРИМУЮЧИМИ КАНАВКАМИ І ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ

Алефіренко В.Ю.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В роботі вперше отримані, регресійна модель зношування полімерного сепаратора з мастилоутримуючими канавками і їх оптимізація.

Для роликотідшипників важких режимів експлуатації встановлено, що зношуються:

- Поверхні кільце сепаратора, що знаходяться у контакті з базуючим кільцем, на яке спирається сепаратор.
- Поверхні перемичок, що знаходяться у контакті з поверхнями кочення роликів, практично не зношуються, але мають натирання неоднакової форми;
- У кутах гнізд сепаратора на торцевих поверхнях кільце, що знаходяться у контакті з торцями роликів, також утворюють натири.

Знос на поверхнях кільце сепаратора і натири на перемичках дають підставу припустити, що:

- Кількості мастила в контакті сепаратора з базуючим кільцем недостатньо.
- Кільця сепаратора в процесі експлуатації підшипника навантажені неоднаково.

Рішення задачі підвищення зносостійкості поверхонь тертя сепаратора, проводилося метод планування експерименту, для визначення числа мастилоутримуючих канавок на кільцях сепаратора.

Перевірка критерію подоби модельних і натурних випробувань проводилися на стенді для випробування роликотідшипників. Стенд дозволили провести прискорені випробування по вивченню зносу, за рахунок збільшення навантаження і швидкості.

Порівняльні результати випробувань сполучення “сепаратор – базуюче кільце” роликотідшипника, на стенді, показали, що середня температура підшипника знизилася на 4...5°.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ СТАН КОНТАКТНОЇ ЗОНИ ПРИ ВІЛЬНОМУ ТОЧІННІ З ЗМАЩУВАЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ЗАСОБАМИ

Алієв А.І.

Республіканський вищий навчальний заклад

“Кримський інженерно-педагогічний університет”, м. Сімферополь

Однією із головних функцій змащувально-охолоджуючих технологічних засобів (ЗОТЗ) є відведення тепла із зони різання. Зменшення теплової навантаженості контактних поверхонь інструменту відбувається, перш за все, за рахунок зміни умов тертя на них під впливом ЗОТЗ.

Результати експериментів по тертю на трибометрі показали істотне зниження сил тертя в контактних парах тертя Р6М5 – сталь 45, Р6М5 – 12Х18Н10Т і Р6М5 – ВТ1-0 при використанні як ЗОТЗ рослинних олій. Для кожної з пар були визначені рослинні олії, що володіють кращими змащувальними властивостями.

З метою зіставлення результатів моделюючих експериментів з реальними температурними показниками процесу різання були проведені верстатні експерименти по вільному, ортогональному точінню труб з вказаних вище оброблюваних матеріалів. Для кращого проникнення в зону контакту, подача ЗОТЗ здійснювалася таким, що розпиляло (техніка мінімального мастила) в напрямі перпендикулярному напрямку сходу стружки. Вимір температури проводився методом природної термопари.

Дослідні криві, отримані при обробці конструкційної сталі показали, що рапсове масло, що показало кращі результати по тертю, залишається ефективнішим масляним ЗОТЗ МР-17М у всьому даному діапазоні швидкостей і подач.

Зниження температури від використання ЗОТЗ при точінні корозійностійкої сталі 12Х18Н10Т склало не більше 10%. Ефективність соняшникової олії виявлялася тільки при низьких швидкостях різання (до 20 – 25 м/хв).

Роль повітря в утворенні вторинних структур при обробці титанових сплавів загальновідома. Обмеження доступу повітря в зону контакту подачею ЗОТЗ викликало підвищення температури контакту на 50 – 60%. Таким чином, ефект від використання ЗОТЗ виявився не в зниженні температури різання, а в створенні оптимальних теплових і напружено-деформованих умов для протікання комплексу фізико-хімічних і триботехнічних процесів, що забезпечили кращий стан робочих поверхонь інструменту після проведення експерименту ніж при різанні насухо.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАБІРИТНО-ГВИНТОВИХ НАСОСІВ

Андренко П.М. Лебедєв А.Ю.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Високі напори при роботі на малов'язких рідинах, конструктивна простота та відсутність безпосереднього контакту і тертя між деталями визначили можливість використання лабіринтно-гвинтових насосів в якості змішувачів (сепараторів) на вході свердловинних відцентрових насосів, які використовуються при видобутку нафти. Проведений аналіз науково-технічної літератури виявив, що на сьогодні відсутні досконалі інженерні методики їх проектування. Тому, актуальною є задача їх експериментальних досліджень.

В доповіді розглядається експериментальний стенд для дослідження макетів відцентрово-лабіринтно-гвинтового та лабіринтно-гвинтового насосів, які працюють на масло-повітряно-водяній суміші. Стенд спроектовано за замкнутою схемою циркуляції робочої рідини. Відмінною особливістю спроектованого стенда є те, що його оснащено камерою змішування води з маслом, диспергатором для розпилювання повітря в робочій рідині та системою подачі повітря з датчиком витрати. На всмоктувальному і напірному трубопроводах розміщені прилади вимірювання витрати робочої рідини та стисненого повітря, манометри, апаратура керування. Таке виконання стенда дозволяє з достатньою точністю визначати процент повітря в масло-повітряно-водяній суміші.

Спроектований стенд забезпечує: максимальний тиск нагнітання – 1,2 МПа; напір – 0 – 100 м; максимальну витрату: води – $2,084 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$; повітря – $1,435 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ при споживаній потужності, не більше ніж 12,5 кВт. Стенд оснащено вимірювальними приладами. Діапазон вимірювання: температури – 0 – 150⁰С, клас точності 1,0; потужності – 0,3 – 5,0 кВт, клас точності 1,0; осьового навантаження – 0 – 10000 Н, клас точності 0,5. Вимірювання витрати рідини на виході з насоса здійснюється за допомогою мірного бака та секундоміра. Гранична похибка вимірюваних параметрів не перевищує величин, відповідно до ГОСТ 11828–86.

Розроблена методика досліджень для зменшення кількості дослідів здійснювалася з використанням теорії планування експерименту та передбачає дослідження роботи насоса на воді, на суміші води з повітрям та масло-повітряно-водяній суміші. Згідно з цією методикою результати вимірювань приводяться до нормальних умов для порівняння з нормованими значеннями параметрів.

УДОСКОНАЛЕНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ ГІДРОАГРЕГАТ ЖИВЛЕННЯ

Андренко П.М., Панамарьова О.Б.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В якості джерела гідравлічної енергії для гідросистем виступає об'ємний гідроагрегат живлення. Розробкою та виробництвом їх займаються багато, як вітчизняних так і закордонних промислових підприємств. Більшість гідроагрегатів живлення, які виробляються, призначені для живлення конкретного потужного гідравлічного устаткування. Не приділено достатньої уваги малогабаритним гідроагрегатам живлення невеликої одиничної потужності, які виконані у вигляді окремого функціонального блоку.

Задачею досліджень поставлено підвищення ефективності роботи малогабаритного гідроагрегату живлення за рахунок удосконалення його схемного рішення.

Більшість гідроагрегатів живлення виконуються з негерметичним гідробаком. Використання герметизованих гідробаків значно поліпшує умови роботи гідроагрегату живлення, тому що знижується ступінь забруднення робочої рідини, ліквідуються кавітаційні режими во всмоктувальній магістралі, підвищується частота обертання гідронасосів та їх подача. Контакт робочої рідини і насичення її повітрям відбувається в відкритих гідробаках. Результатом є підвищення величина газовмісту в робочій рідині, що значно впливає на якість роботи виконавчих механізмів, гідродинамічні процеси в гідроапаратах, тепловий режим гідроприводу.

На основі проведеного аналізу літературних джерел та патентних досліджень можна зробити висновок, що запропоноване нами схемне рішення малогабаритного гідроагрегату живлення дозволяє підвищити ефективність його функціонування, розширити область застосування, зменшити шум та вібрацію, забезпечити високостабілізаційні характеристики (зменшені пульсації тиску робочої рідини, збільшену точність підтримування тиску) на виході з нього, що відповідає високим показникам його технічного рівня. Розділення зон всмоктування та зливу похилою перегородкою в баці гідроагрегату живлення, включенням до його складу диспергуючого пристрою та деаератору, які дозволяють збільшити терміна роботи робочої рідини, сприяє підвищенню його надійності.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРИСКОРЕНЕ ВИГОТОВЛЕННЯ
СПЕЦІАЛЬНИХ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ
МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Апалькова С.М., Доброскок В.Л., Гаращенко Я.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» м. Харків

У сучасному виробництві при виготовленні спеціального різального інструменту медичного призначення важливу роль грає не тільки його якість, надійність та довговічність, але й час повного циклу створення виробу. Застосування технологій комп'ютерного проектування та прискореного виготовлення дослідних зразків генеративними технологіями дозволяє істотно скоротити час створення спеціальних різальних інструментів медичного призначення.

Використання CAD/CAM систем дозволяє створювати тривимірні моделі виробу та вирішувати технологічні завдання для їхнього виготовлення (наприклад, створювати програми для верстатів з ЧПУ або підготувати моделі для матеріалізації технологіями Rapid Prototyping). CAE системи – виконувати ряд завдань на етапі проектування: динамічне моделювання, перевірку та оптимізацію конструкції спеціальних інструментів і засобів їхнього виробництва.

До найбільш поширених у машинобудуванні можна віднести наступні CAD/CAM/CAE системи: PowerShape (Delcam), AutoCAD, PCAD, Inventor, Pro/ENGINEER, SolidWorks, CATIA, T-Flex та ін.

Існує необхідність у прискореній розробці моделей і технологій виготовлення ріжучих елементів інструментів, що використовуються у нейрохірургії, офтальмології, травматології та ортопедії, викликана їх істотними конструктивно-технологічними відмінностями. Одним зі шляхів рішення такого завдання є розробка типових технологічних процесів прискореного виготовлення широкої номенклатури спеціальних інструментів зі змінними лезами на основі CAD/CAM/CAE систем, а також дослідних зразків з використанням RP-технологій (Rapid Prototyping).

RP-технології дозволяють виготовляти зразки спеціальних медичних інструментів різноманітної конфігурації та ступені складності. Лазерна стереолітографія (SLA) дозволяє досить швидко та найбільш точно побудувати модель виробу практично будь-яких розмірів при використанні методу оборотної структурної декомпозиції. Селективне лазерне спікання (SLS) дозволяє виготовляти функціональні вироби з порошків і термопласта, металів та кераміки.

Таким чином, за короткий проміжок часу замовник може одержати дослідний зразок спеціального хірургічного інструмента та випробувати його на відповідність вимогам, що пред'являються до медичних інструментів за ГОСТ 19126-2007.

DIE LOGISTIK IN UNGARN

Prof. Dr. Béla Illés

Miskolcser Universität, Miskolc, Ungarn

Bei der Logistikausbildung im Hochschulbereich wird die Ausbildung immer stärker und auf weitem Feld – in erster Linie Logistikingenieure – notwendig. Wenn wir von der einfachen Definition der Logistik ausgehen, der Integration des Material- und des Informationsflusses, dann ist leicht einzusehen, dass es – unter Beachtung der überdimensionalen Systeme – gleichermaßen notwendig wird, die Fördermaschinen, die Transportmittel, Automatisierung und Robotereinsatz, die intelligenten Transportmaschinen und den sich daraus ableitenden Materialflusssysteme mit ihren unendlich vielen Variablen, die als System bildende Elemente von Informationsfluss und Informationstechnologie erscheinen, zu gestalten. Aus dem oben Skizzierten kann folgendes formuliert werden:

–Aus den abgeleiteten Forderungen an einen Logistikingenieur kann festgestellt werden, dass weder im Rahmen der Ausbildung zum Maschinenbauingenieur, zum technischen Informatiker, zum Verkehrsingenieur, zum Ingenieurmanager, noch zum Ökonomen das Fachgebiet in der Fachausbildung zu realisieren sind, sondern nur in einer selbständigen Ingenieurlogistikfachausbildung,

–Selbstverständlich sollen die vorhin aufgezählten Fachgebiete zur Befriedigung des ansteigenden Bedarfs eine Fachausbildung zur Logistik abhalten, aber nur dann, wenn diese die logistische Ausbildung als Spezialisierung und als Lehrziel verstehen und so je eine Hauptrichtung anpeilen, wie Fördermaschinen, logistische Informatik, Verkehrslogistik, logistisches Management, Logistik der Wirtschaftsführung und des Marketings,

–Ausgehend vom neuen Ausbildungssystem mit BSc und MSc, dann ist das MSc-Studium in der Logistikingenieurausbildung so zu realisieren, dass eine Fortsetzung aus den verschiedenen BSc-Studiengängen auch für das MSc-Studium angeboten wird, wobei sich eine Erweiterung um 1-2 Fächer als notwendig erweisen kann. Natürlich ist für die BSc-Logistikstudenten der Übergang zum MSc-Fachstudium am einfachsten,

–Man sollte auch anerkennen, dass aus dem Themenkreis der Ingenieurlogistik mehrere ein bzw. zwei Semester dauernde Fächer – vielleicht vom Fach abweichender Inhalt – für die Nichtlogistikstudenten angeboten werden können.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛМАЗНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ НА ОРГАНІЧНІЙ ЗВ'ЯЗЦІ ЗА РАХУНОК ВДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ СТРУКТУРИ

Бабенко Є. О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Харків*

Сьогодні алмазне шліфування досі активно застосовується в обробці надтвердих матеріалів, природного надтвердого каміння, в прецизійній обробці тощо. Найпоширенішими є круги на органічній зв'язці, обсяг використання яких у порівнянні з кругами на металічній та керамічній зв'язці досягає більше п'ятдесяти відсотків. Алмазні круги на органічній зв'язці мають низку переваг, таких як низька собівартість, висока швидкість виготовлення, відносна простота виготовлення. Також однією з найбільших переваг є здатність до самозаточування шляхом виривання алмазів з матриці при шліфуванні, та оголення таким шляхом нових робочих зерен.

Однак багатьма вченими було підкреслено надмірну здатність до самозаточування алмазних кругів на органічній зв'язці, що можна розглядати як один з найбільших недоліків цієї алмазної композиції. Алмазні зерна, що виконують роль ріжучих кромки інструменту не встигають відпрацювати свій ресурс та вириваються із зв'язки, що веде до їх малоефективного використання.

Пропонується вдосконалити структуру та фізико-хімічні показники стандартних органічних зв'язок шляхом додавання до вихідної шихти ультрадисперсного алмазу. Алмазні нанопорошки (рис.) мають унікальні хімічні та фізичні якості, високу енергетичну та абсорбційну активність. Залежно від вибраного розміру вони можуть використовуватися як нанодобавка, що веде до зміни хімічних властивостей, або як мікроабразивні зерна.



Рисунок – Наноалмази детонаційного вибуху

Розроблено методику змішування ультрадисперсного алмазного порошку з пудербакелитом до етапу спікання, запропоновано режими спікання алмазної композиції, отримані перші експериментальні результати.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБІВ У КОНВЕНЦІАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЯК БАЗА ПЕРЕХОДУ ДО ГЕНЕРАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Балака О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Сукупність властивостей виробу, що визначають пристосованість його конструкції до досягнення оптимальних витрат ресурсів при виробництві й експлуатації для заданих показників якості, обсягу випуску й умов виконання робіт, являє собою технологічність конструкції виробу (ТКВ) [1].

ТКВ виражає не функціональні властивості виробу, а його конструктивні особливості.

Якість виробу подібно до технологічності конструкції характеризується в загальному випадку також його функціональністю (здатністю виробу реалізовувати основну функцію для досягнення заданого технічного ефекту), надійністю, ергономічністю, естетичністю, економічністю, безпекою й екологічністю.

При аналізі процесів розробки конструкції виробу враховується взаємозв'язок зі сферами прояву її властивостей, включаючи наукові дослідження й розробки нових процесів, технологічних методів і засобів, процеси виробництва, експлуатації й ремонту виробу.

ТКВ і функціональність виробу. Показники призначення характеризують відповідність виробу умовам реалізації його основних функцій. Їхнє співвідношення з витратами усіх видів ресурсів визначає ефективність створеної й експлуатованої техніки.

ТКВ і надійність виробу. Вимоги до надійності спрямовані на забезпечення виконання виробом заданих функцій в експлуатації шляхом збереження в часі й у встановлених межах значень всіх параметрів технічного обслуговування, ремонту, зберігання й транспортування.

ТКВ і економічність виробу. Під економічністю виробу варто розуміти здатність виробу виконувати задані функції при використанні виділених для його функціонування матеріальних, енергетичних і інших ресурсів.

ТКВ і екологічність виробу. Рівень шкідливих впливів техніки на навколишнє середовище, що виникають при її виробництві, експлуатації й ремонті, залежить від прийнятих при розробці конструкції виробу інженерних рішень.

Аналіз цих критеріїв свідчить, що вони не в повній мірі співпадають з критеріями в умовах застосування генеративних технологій.

1. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Под общ. ред. Ю.Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЕВОЛЬВЕНТНОГО ПРОФІЛЮ ПРЯМОЗУБИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОЛІС ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНІЙ ОБРОБЦІ ФРЕЗАМИ ЗІ СФЕРИЧНИМ КІНЦЕМ

Басова Є.В., Добротворський С.С.
Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Традиційно у великого числа зубчатих коліс, що широко застосовуються у сучасному машинобудуванні, профіль зуба виконується по евольвенті. Жорсткість вимог до деталей із зубчастими вінцями призвело до необхідності у пошуку нових технологічних рішень.

В сучасній науково-технічній літературі недостатньо узагальнені та проаналізовані останні досягнення в області процесу високошвидкісного фрезерування зубчатих коліс.

В результаті аналізу основних методів виготовлення зубчатих коліс та зубооброблювального обладнання, нами запропоновано альтернативний метод обробки циліндричних прямозубих коліс на токарному оброблювальному центрі і розроблена математична модель процесу їх формування методом високошвидкісної обробки із вертикальною стратегією руху фрези зі сферичним кінцем (рис. 1).

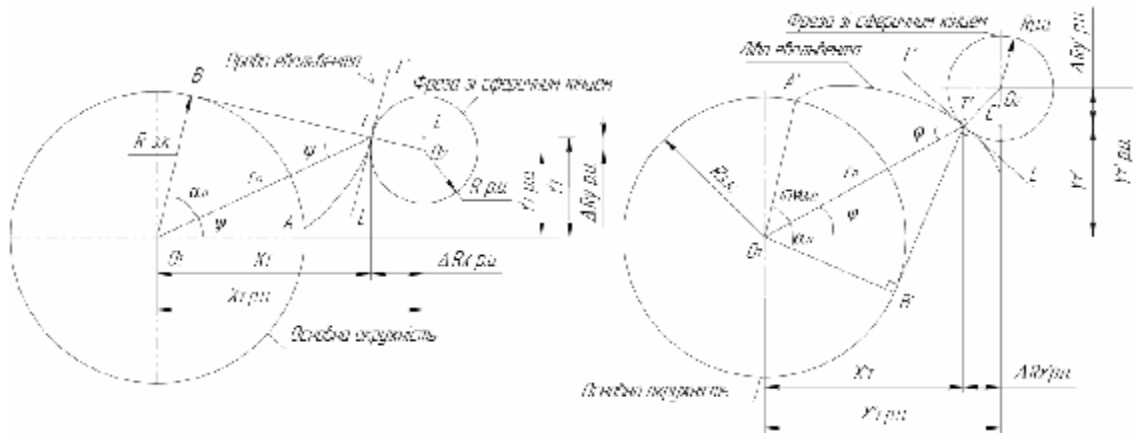


Рисунок 1 – Розташування фрези на лівій та правій евольвентній поверхні у процесі обробки (вид з гори)

Перспективою переходу на високошвидкісну обробку зубчатих коліс є можливість виключення доводочних операцій (шліфування, шевінгування, хонінгування, полірування та ін.) з технологічного процесу їх виготовлення та одночасна реалізація більш високих вимог до якості поверхневого шару оброблюваної деталі та точності зубчатих коліс, що, у свою чергу, відкриває можливості перед подальшим посиленням допусків.

ОРГАНІЗАЦІЯ ТОРЦЕВОГО ПЛАНЕТАРНОГО ШЛІФУВАННЯ У ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ АЛМАЗНО-ІСКРОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Беззубенко М.К., Гуцаленко Ю.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розроблений в НТУ «ХПІ» метод алмазно-іскрового шліфування (АІШ) [1] і спосіб організації кінематики планетарно-шліфувального інструменту за розробкою ІПМашу [2], кожен сам по собі, дозволяють суттєво знизити питому енергоємність і підвищити продуктивність шліфування важкооброблюваних матеріалів у порівнянні з попереднім досвідом. Організацію поєднання достоїнств цих технологій запропоновано на електромеханічній схемній базі АІШ. Простим, надійним і одночасно повністю задовольняючим вимозі конструкторсько-технологічної уніфікації модернізаційного рішення існуючої конструкції торцевої планетарно-шліфувальної головки (ТПШГ) з базовим є використання у виконанні його окремих деталей матеріалів, що забезпечують необхідну струмоізоляцію від корпусу верстата конструкції ТПШГ у цілому, табл.1.

Таблиця 1 – Зміни у виконанні ТПШГ для застосування
у електрофізичних технологіях

Деталь за специфікації до складального креслення ТПШГ [2]		Матеріал	
		Розроблена документація [2]	Запропонований розвиток
Позначення	Найменування		
ТПШГ 10.00.001	оправка	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	Асботекстоліт Б ГОСТ 5-78
ТПШГ 10.00.004	кільце	Сталь 20 ГОСТ 1050-80	Асботекстоліт Б ГОСТ 5-78
ТПШГ 10.00.005	бандаж	Асботекстоліт Б ГОСТ 5-78	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Список літератури: 1. Беззубенко М.К., Гуцаленко Ю.Г. Інтенсифіковане шліфування і спеціальні верстати // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – №5/1(47). – С. 70-71. – Рос. мовою. 2. Розроблення та впровадження у виробництво дослідно-промислових зразків планетарних інструментів та високоефективних технологій алмазного шліфування важкооброблювальних матеріалів: Звіт про НДР (заключн.) /Нац. техн. ун-т "Харк. політехн. ін-т"; керівник А. Грабченко. – Харків, 2010. – 278 с. – № ГР 0109U007406. – Інв. № 0210U007380. – Рос. мовою.

ОПТИМАЛЬНІ ПРОЕКТНІ ПАРАМЕТРИ ГОЛОВНИХ БАЛОК МОСТОВИХ КРАНІВ

Вишневецький Г.В., Коваленко В.О., Сидоренко С.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання дослідження та створення головних балок мостових кранів з оптимальними експлуатаційними параметрами (мінімальна матеріалоемність за максимальної надійності).

Оптимальний вибір конструкції головних балок разом з вибором сучасних ефективних приводів кранових механізмів і їх систем керування є досить актуальною задачею для розвитку кранобудування, енергозбереження та розвитку нових схем зварювання конструкцій.

Визначені проектні параметри, що суттєво впливають на металоемність та довговічність елементів конструкцій мостових кранів.

Розглянуто основні критерії оптимальності при проектуванні головних балок та визначено генеральний критерій оптимальності, яким являється величина p

$$p = \frac{c}{m} \rightarrow \max,$$

де c – жорсткість головної балки, m – маса головної балки.

Авторами винайдено та запатентовано прогонну балку (патенти на корисну модель та винахід) з наступними інтегральними показниками довговічності:

- високі показники генерального критерію оптимальності;
- можливість створення балки рівного опору;
- мінімізація місцевих напруг згинання від вантажного візка за рахунок похилого розташування стінок;
- відкритість конструкції.

Розроблено методику та створено прилад для виміру частоти та амплітуди коливань головних балок мостових кранів. Прилад пройшов лабораторні дослідження та калібрування та має наступні технічні характеристики:

- амплітуда коливання 0...40 мм, похибка – до 5%
- частота коливання 0...5 Гц похибка – до 5%
- час заміру 0...30 с, похибка – до 5%

На даному етапі проведено виміри реальних характеристик амплітуди, частоти та часу загасання коливань балок мостових кранів в залежності від вантажопідіймальності, прогону та геометричних параметрів. Перевіряється та уточнюється методика розрахунку вигину, частоти та часу загасання коливань.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ КОНТАКТНОЇ ВИТРИВАЛОСТІ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

Гайдамака А.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Відомі конструктивні способи зниження моменту тертя, а також контактних пошкоджень бігових доріжок і направляючих бортів кілець, поверхонь кочення і торцевих поверхонь ковзання роликів практично вичерпали свої можливості. Разом з тим, в даний час не повною мірою враховується вплив конструкції сепаратора на кінематику, динаміку, мастило деталей і ресурс підшипника. Істотний резерв поліпшення роботи торцевого контакту деталей полягає в зниженні коефіцієнта динамічності за рахунок підвищення податливості бортів кілець, а також в поліпшенні властивостей мастила при використанні сучасних модифікаторів тертя. Таким чином, зменшення тепловиділення і підвищення ресурсу по критеріях контактної міцності поверхонь кочення, зносостійкості торцевого контакту деталей однорядних циліндрових, здвоєних циліндрових і дворядних конічних роликотпідшипників букс вагонів і локомотивів представляється можливим за рахунок застосування полімерного сепаратора замість металевого, удосконалення конструкції деталей, а також поліпшення антифрикційних і протизадирних властивостей мастила.

Запропонований метод підвищення контактної витривалості залізничних роликотпідшипників, що полягає в удосконаленні сепаратора за рахунок вибору матеріалу і конструкції, чисельного і фізичного моделювання для перевірки його працездатності по критеріях статичної і динамічної міцності. Проаналізована структура і типи елементів конструкції полімерного сепаратора, що впливають на контактну витривалість роликотпідшипників. Запропонована послідовність операцій по вибору конструкція полімерного сепаратора з підвищеним числом вікон для роликів. Сили взаємодії сепаратора з деталями визначені з урахуванням розробленого механізму передачі руху від тіл кочення. Побудова розрахункової моделі полімерного сепаратора виконана на основі ідеалізації конструкції, схеми навантаження, механічних властивостей матеріалів. Для створеної конструкції склополіамідного сепаратора досліджена статична і динамічна міцність, запропонована технологія виготовлення і контролю технічного стану.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО МЕТОДУ ЛП-ПОШУКУ У ДОСЛІДЖЕННІ ПРУЖНИХ ОПОР ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ РОТОРНИХ МАШИН
Гапонов В.С., Гайдамака А.В., Гладичева Є.Ю., Бондаренко О.В.

*Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків*

В сучасних системах різних машин, що мають надшвидкісні роторні системи, робочі швидкості лежать вище критичних частот. Відомо, що існує проблема виникнення резонансних явищ при високих частотах обертання роторних систем. Якщо не приймати спеціальних заходів віброактивність таких роторних систем призводить до передчасного виходу зі строю підшипникових вузлів. Для зменшення віброперевантажень в підшипникових вузлах, зниження амплітуд коливань на робочих швидкостях і під час переходу через критичні числа оборотів в сучасних надшвидкісних роторних системах застосовують пружні опори.

Аналіз сучасних пружних опор показав, що існуючі пружні опори з елементами, що зберігають форму стійкості, не вирішують проблему зниження віброактивності роторних систем в достатній мірі, так як вони не здатні в необхідних межах змінювати свою статичну жорсткість. Для ефективного зменшення віброактивності роторних систем із забезпеченням їх жорсткості доцільно використовувати пружні елементи, що втрачають стійкість. До таких пружних опор можна віднести опори з квазінульовою жорсткістю.

З метою оптимального проектування конструкцій пасивних пружних опор для усунення суперечності між статичною і динамічною жорсткостями високошвидкісної роторної системи пропонується використовувати оптимізаційні методи, а саме метод ЛП-пошуку. Цей метод є універсальним, оскільки дозволяє переглянути весь гіперпростір параметрів незалежно від його властивостей. Цей метод дозволяє досліджувати багатомірні та багатокритеріальні задачі великої розмірності з різними типами нелінійних обмежень.

В доповіді наведено використання методу ЛП-пошуку в тестовій задачі для консольній балці для подальшого використання цього методу при дослідженні пружних опор.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ РУЛЬОВОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ

Гладкий П. М.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Задача багатокритеріальної оптимізації рульового електрогідравлічного приводу є складним технічним завданням оптимального проектування. Під оптимальним проектуванням розуміють процес, при якому здійснюється вибір якнайкращого за рядом показників варіанту системи з числа можливих варіантів. Оптимальне проектне рішення залежить від використовуваних критеріїв якості системи, обмежень, що накладаються на варійовані параметри, функції переваг. Оптимальне проектування складних систем можливе за допомогою систем автоматизованого проектування, в яких проектні рішення або їх частка отримують шляхом взаємодії людини і ЕОМ.

Як і при всякому проектуванні, при проектуванні рульового електрогідравлічного приводу можна виділити етап структурного синтезу і етап параметричного синтезу і оптимізації. Структурний синтез систем є найбільш складним і важкоформалізованим завданням проектування, яке в даний час не може бути вирішена без участі людини. До чинників, які не можна адекватно формалізувати відносяться, наприклад, чинник складності пристрою, наявність певної технологічної бази, досвід експлуатації машин і ін. Досвід і знання конструктора дозволяють вибрати один або декілька найбільш переважних варіантів конструкції, з яких на етапі параметричного синтезу і оптимізації вибирається кінцевий варіант.

Практика розробки нових конструкцій гідроприводів показує, що значну долю спільних витрат на створення гідроприводу складають експериментальні дослідження і доводочні випробування. Об'єм цих досліджень і випробувань можна істотно скоротити за рахунок використання ЕОМ для чисельного дослідження робочих процесів, багатоваріантного проектування і параметричної оптимізації на основі детальної математичної моделі гідроприводу.

Задача оптимізації автономного електрогідравлічного стежачого приводу зводиться до трьохпараметричного двохкритеріального завдання. Завдання багатокритеріальної оптимізації полягає в пошуку в безлічі допустимих значень вектора варійованих параметрів такого вектора, який (у ідеалі) забезпечує мінімум (або максимум) всім даним критеріям оптимальності.

**ПОКАЗНИКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ МОДЕЛЕЙ ВИРОБІВ
ПРИ МАТЕРІАЛІЗАЦІЇ ІНТЕГРОВАНИМИ
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ**

Грабченко А.І., Доброскок В.Л., Чернишов С.І., Гаращенко Я.М.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Конструктивна складність виробу істотно впливає на ресурсоемність його виготовлення з використанням інтегрованих технологій і повинна враховуватися при оцінці трудомісткості матеріалізації на етапі проектування моделі виробу.

Тому для прогнозування технологічності по моделі промислового виробу запропоновано використовувати топологічний і морфометричний аналізи. Розроблена на кафедрі "Інтегровані технології машинобудування" НТУ "ХПІ" система морфологічного аналізу тріангуляційних 3D моделей включає взаємозалежні підсистеми топологічного й морфометричного аналізів, фрактального дослідження взаємозв'язку характеристик й аналізу різноманітності складових трикутників.

Аналіз 3D моделі виробу являє собою визначення комплексу статистичних показників що дозволяють оцінювати топологію й прогнозувати технологічність створення інтегрованими ресурсозберігаючими технологіями.

Показники технологічності моделей виробів при матеріалізації інтегрованими ресурсозберігаючими технологіями визначають якість поверхонь (погрішність виготовлення) і/або продуктивність виготовлення. Оптимізація по одному із критеріїв або по обох дозволить на етапі проектування виробу внести необхідні зміни в його конструкцію для забезпечення технологічності й на етапі виготовлення обґрунтовано вибрати базові поверхні й орієнтацію моделі, виконати при необхідності її декомпозицію, визначити раціональні технологічні параметри її матеріалізації.

Надалі потрібна розробка системи відносних показників технологічності тріангуляційних моделей промислових виробів враховуючої особливості інтегрованих технологій для визначення комплексного показника, що дозволить виконувати порівняльний аналіз ефективності реалізації різних проектів матеріалізації й відповідно оптимізувати трудомісткість, матеріалоемність, енергоемність і собівартість виготовлення.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОАГРЕГАТІВ НАМОТУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Гречка І.П.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Об'єм намотувальних робіт у технологічних процесах виробництва радіоелектронної апаратури складає 15 – 20% від їх загальної трудомісткості, а для деяких виробів до 50%. При цьому, якість виконання намотування, у значній мірі, визначає якість усього виробу. Аналіз факторів, які впливають на ефективність гідроагрегатів (ГА) намотувальних верстатів показав, що рівень автоматизації процесу намотування ще не достатньо високий. В деяких верстатах швидкість ГА обертання набагато нижча за швидкість, яка потрібна для даного виду намотувальних робіт. Крім того, ефективність намотувального верстата залежить від його точності: геометричної форми; механізмів і пристроїв, які забезпечують формоутворення обмотки; кінематичних ланцюгів, а також натягу дроту.

В процесі намотування, натяг дроту є основним технологічним фактором, який визначає якість і продуктивність процесу. Оптимальний натяг знаходиться між максимально і мінімально граничними натягами. В процесі намотування, натяг дроту не залишається постійним, а коливається біля свого середнього значення. Причини коливання натягу наступні: зміна діаметру дроту і кута його змотування; зміна діаметру та ексцентриситету катушки, з якої змотується дріт, западання верхніх рядів витків при змотуванні дроту з неї; інерційність пристроїв, які гальмують катушку та дріт; ексцентриситет направляючих роликів і приймального каркасу; відмінність форми приймального каркасу від круглої; вимушені коливання дроту і механізмів верстата тощо. Таким чином, сумарний натяг дроту, суттєвим чином, залежить від точності виготовлення верстата, стабільності параметрів дроту, інерційності механізму намотування та його здатності підтримувати постійною силу натягу.

Нами удосконалено гідравлічну систему керування ГА верстата для намотування обмоток електродвигунів шляхом використання слідкуючого гідророзподільника з гідравлічною осциляцією та гідравлічного зворотного зв'язку по тиску, а також встановлення оптимальних параметрів робочого процесу ГА. Запропоновано для гідравлічної осциляції гідророзподільника використовувати резонансний контур, що дозволяє спростити його конструкцію та, за рахунок використання одного виду енергії, підвищити надійність. Це дозволило підвищити ефективність ГА обертання.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ МОСТОВОГО КРАНА НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЙОГО МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ

Григорів О. В., Губський С. О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Парк кранів мостового типу в Україні старіє. За останніми даними понад 88 % кранів мостового типу відпрацювали свій нормативний строк експлуатації і продовжують далі експлуатуватися. Основним елементом мостового крана, що лімітує його довговічність, є металоконструкція (особливо кінцевих балок). Більшість мостових кранів, що експлуатуються на підприємствах України, мають конструкцію ходової частини крана з викатними колесами (буксами). Порівняно прості в ремонті, такі кінцеві балки мають погану виставку коліс, концентратори напруг, наслідками яких є зниження запасів міцності за опором багатоциклової втомленості.

Зарубіжні конструкції (фірми Demag, KONE, KETTEN) мають іншу конструкцію механізму пересування мостового крана і відповідно іншу, більш вимогливу, технологію виставки ходових коліс. Проведений аналіз напружено-деформованого стану металоконструкцій вітчизняних та зарубіжних мостових кранів показав, що більш оптимальні є останні.

Для дослідження напружено-деформованого стану металоконструкцій мостових кранів використовувався магніто-коерцитивний метод неруйнівного контролю.

Для вдосконалення цього методу контролю були проведені дослідження впливу товщини контрольованого металу на показання коерцитивної сили, температурного впливу на результати магнітного контролю, вплив місця розташування точок магнітного контролю на показання коерцитивної сили, можливість проведення контролю стану кранових коліс магніто-коерцитивним контролем. Були розроблені рішення цих проблем та вирішена проблема неоднакових результатів магнітного контролю на одній металоконструкції різними структуроскопами (із-за різної інтенсивності намагнічування).

В результаті був розроблений метод оцінки та прогнозування залишкового ресурсу металоконструкцій мостових кранів за допомогою магніто-коерцитивного методу неруйнівного контролю із поєднанням останніх досліджень та методу кінцевих елементів.

Як показала практика при використанні запропонованого методу - прогнозування залишкового ресурсу металоконструкції крана досягає ймовірності 0,9 (зібрана та оброблена база на 92 крани мостового типу).

ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КРАНІВ

Григоров О.В., Губський С.О., Окунь А.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Парк кранів старіє. За даними Держгірпромнагляду України кількість кранів, що відпрацювали нормативний строк становить 83 %. В середньому виводиться з експлуатації лише 1,2 – 1,4 % в рік.

Однією з основних причин, що призводять до лімітування довговічності кранів є недосконала конструкція приводів і систем керування кранів.

Одним із шляхів модернізації систем керування кранів є застосування електропривода на тиристорах при імпульсному регулюванні швидкостей механізмів. Це дозволяє зменшити динамічні навантаження на металоконструкцію крана, автоматизувати керування, заборонити роботу на противовключеннях, контролювати плавний перехід швидкості, виключити перевантаження привода. Ця система керування є енергетично затратною і не має таких переваг в плавному регулюванні швидкості та обертових моментів на валах електроприводів як система частотного керування приводами кранів.

Заміна існуючих релейно-контактних систем керування кранів з реостатним методом регулювання швидкості на систему частотного керування дозволяє: значно (до 40 %) знизити енергоспоживання крана; зменшити майже вдвічі пускові струми і як наслідок ударні навантаження за рахунок можливості здійснити плавний пуск/зупинку двигуна, що приводить до збільшення строків експлуатації механічних вузлів, а також самої металоконструкції; підвищити коефіцієнт використання потужності електродвигунів (ККД близький до одиниці); підвищити комфортні показники при русі крана й довговічність механічного встаткування завдяки плавності перехідних процесів; захистити двигун від перевантажень; знизити експлуатаційні витрати на капітальний ремонт устаткування; змінювати швидкості й прискорення руху механізмів крана відносно конкретних технологічних завдань; збільшити точність позиціонування шляхом використання малих (доводочних) швидкостей, і як наслідок – збільшення продуктивності.

Недолік частотного керування: суттєва вартість модернізації; складність, а подекуди і неможливість передачі рекуперованої електроенергії в мережу через недосконалість енергетичної системи України; електромагнітні перешкоди та ін.

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ПРИВОДАХ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ

Григоров О.В., Свіргун В.П., Стрижак В.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В роботі розглянуті динамічні процеси, що виникають в електроприводах вантажопідйомних машин, обладнаних частотним керуванням.

Частотно-керованим електроприводом обладнуються нові крани, а також обладнуються крани при реконструкції. При цьому застосування частотного керування в крановому електроприводі досліджено недостатньо. Частотне керування приводами докладно описане в роботах із загальної теорії електропривода, але в цих роботах розглядається електропривод загального призначення, а математичні моделі мають спрощений вигляд. В галузі підйомно-транспортних машин застосування частотно-регульованого електропривода досліджено переважно для ліфтів, але в більшості цих досліджень увага звертається на фактори економії енергії і зменшення кидків крутного моменту під час пуску, що також відомо з курсу теорії електроприводу. Питання оцінки динамічних навантажень при застосуванні частотно-регульованого приводу на кранах залишається дослідженням недостатньо. Таким чином, ця задача заслуговує подальшого вирішення.

Аналіз механічних характеристик різних типів приводів показує, що вони можуть викликати різні динамічні навантаження в одних і тих самих механізмах і при одних і тих самих режимах роботи, що відповідно впливає на строк служби цього механізму і металоконструкцію крану, на які передаються ці навантаження. Аналізуючи роботу електроприводу з частотним регулюванням швидкості, можна побачити, що навантаження в ньому зростає поступово.

На основі аналізу механічних характеристик і диференціальних рівнянь руху, зроблено висновок, що схожі характеристики має і об'ємний гідропривод. Раніше зроблені дослідження показують, що застосування в приводі пересування мостового крану об'ємного гідроприводу зменшує динамічні навантаження в 1,4 – 2 рази при гальмуванні і в 1,4 – 1,7 разів при розгононі порівняно з електроприводом з реостатним керуванням. Таким чином, аналізуючи динаміку приводів з частотним регулюванням, можна зробити висновок, що термін служби крану збільшується.

ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО АРХІВУ РІЧНОЇ НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КАФЕДРИ

Гуцаленко Ю.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За практикою кафедри інтегрованих технологій машинобудування ім. М.Ф.Семка (2010 рік) електронний архів (е-архів) складено з 10-ти розділів: структура інформації і персональна відповідальність за її зміст (1); накази і формуляри зі звітності та планування (2); річний звіт НДЧ НТУ „ХПІ” (3); супердодатки до річного звіту НДЧ НТУ „ХПІ” з предметним роз’ясненням походження наведених у додаваних до нього таблицях числових показників, включно за госпдоговорами із суб’єктами реального сектору економіки (4); планово-звітна документація за темами базового фінансування із загального фонду держбюджету (5); рішення Наукової ради факультету (6); додаткові довідкові матеріали (7); документація за держзамовленням із позабазовим фінансуванням із спеціального фонду держбюджету (8); документація з науково-технічної співдружності з установами академій наук України з державним статусом (9); річний прогноз лімітів по праці штатного персоналу з визначенням структури і обсягів витрат робочого часу (10). За розділом 7 е-архіву серед іншого міститься таблиця основних показників з 2000 року, в якій обсяги фінансування і економічного ефекту від впровадження НДДКР наведено в поточному та приведеному (з врахуванням індексів інфляції) значеннях на кінець року останньої річної (2010) е-архівації, що дозволяє у порівнянних цінах розглядати досягнення різних років, визначати загальні і тимчасові тенденції розвитку. В окреме діловодство аналогів наступного річного періоду з е-архівацією тіми ж за напрямками відповідальними особами виділено проміжну звітну документацію про наукові результати за темами базового фінансування що поглинається річною або заключною звітністю; за внутрішньорічним рухом фінансових ресурсів і штатів; за внутрішньорічним документообігом матеріально-інвентарного обліку у науковій сфері; за господарчими договорами у повному обсязі встановленого документообігу; поточні архіви наукових форумів з організаційною відповідальністю кафедри і з деяких інших питань чітко оговореної номенклатури.

Основний е-архів 2010 року складено з 251 документу на 1874 сторінках в підсумковому електронному обсязі 1,8 Гб. Більшість матеріалів е-архіву (крім документації за держзамовленням за його договірними умовами) знаходиться у відкритому доступі.

**УНІФІКОВАНА БАГАТОПАРАМЕТРИЧНА ІНФОРМАЦІЯ
ПІДТРИМКИ СПЕЦІАЛЬНИХ КІНЕМАТИКО-ГЕОМЕТРИЧНИХ
ПОСТПРОЦЕСІВ ПРИСКОРЕНОГО ПРОТОТИПУВАННЯ**
Гуцаленко Ю.Г., Зубкова Н.В., Мироненко О.Л., Третяк Т.Є.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Прийнятий у науково-технічній школі фізики процесів різання матеріалів НТУ "ХПІ" уніфікований підхід до теоретичних і практичних розробок об'єктів, інструментів і процесів обробки, заснований проф. Б. О. Перепелицей на багатопараметричних афінних відображеннях простору, дозволяє на єдиній математичній елементній платформі розглядати різні кінематико-геометричні аспекти й взаємозв'язки протягом усього життєвого циклу продукції.

Такий підхід і досвід НТУ "ХПІ" у його послідовному теоретичному розвитку, підтримці програмними продуктами й узагальненні в напрямку розробки теоретичних основ формування уніфікованої багатопараметричної інформації для CAD/CAM систем зубчастих зачеплень, інструментів і процесів зубообробки солідаризується із трендовим домінуванням у промислово розвинених країнах миру так званих CALS-технологій, що асоціюються з парадигмою використання єдиного інформаційного простору (інтегрованого інформаційного середовища) на основі міжнародних стандартів для одноманітної інформаційної взаємодії всіх учасників життєвого циклу продукції: розроблювачів, замовників і постачальників, експлуатуючого й ремонтного персоналу.

Розробка надає необхідні розрахунково-теоретичні основи для підтримки технологій прискореного прототипування з метою підвищення кінцевої точності реалізації геометрично складних завдань твердотілого втілення нових конструкторських рішень, наприклад у рамках реалізації технічної ідеології двох- і трьохланцюгових двопараметричних циліндро- і сфероконічних зубчастих варіаторів з використанням удосконалених конічних зубчастих коліс із постійним нормальним кроком, у тому числі з можливістю здійснення попередньої кінематичної пристосованості на стадії постпроцесів шляхом імітуючого робоче зачеплення обкатування імітуючим партнерське зубчасте колесо спеціально профільованим хоном. Водночас з підвищенням рівня та конкурентноздатності результатів НДДКР при цьому значно скорочується й їх трудомісткість.

ФОРМУВАННЯ ШОРСТКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ КОНІЧНОГО ОТВОРУ АЛМАЗНИМ ХОНІНГУВАННЯМ

Джемілов Е.Ш.

Республіканський вищий навчальний заклад

«Кримський інженерно-педагогічний університет», м. Сімферополь

Важливою перевагою алмазного хонінгування є висока стабільність, що обумовлює надійність технологічного процесу остаточної обробки деталей в часі. Одним із найважливіших напрямів вдосконалення процесу алмазного хонінгування є підвищення точності обробки.

Обробка конічних отворів алмазним хонінгуванням виконується конічною хонінгувальною голівкою. Проведені дослідження при такому методі обробки показали, що контакт реальної робочої поверхні алмазного бруска з оброблюваною поверхнею здійснюється при змінному майдані контакту і кількості зерен, що беруть участь в різанні. Визначено, що причиною цього є нерівномірний розподіл контактної тиску між інструментом і деталлю.

Дане науково-практичне завдання було вирішено створенням, на основі експериментальних досліджень, інструменту нової конструкції, що дозволила досягти зменшення відхилення від круглості в 1,7 разів, прямолінійності утворюючої – в 1,8 разів, кута конуса – в 1,6 разів, а різниця висот мікро нерівностей уздовж утворюючої конічного отвору склала 0,17 мкм.

Дослідження мікрогеометрії утворюючої конічного отвору із сталі 40Х покращуваною проводилися після хонінгування алмазними брусками АС6 500/400-М5-01-100% і АС20 125/100-М5-01-100%. В якості змащувально-охолоджуючої рідини застосовувався гас. Для виміру шорсткості був використаний портативний профілометр TR 200. На підставі отриманих даних були побудовані графіки шорсткості уздовж утворюючої конічного отвору.

Проведені дослідження, що характеризують якість поверхні при хонінгуванні конічних отворів показали, що вирівнювання контактної тиску дозволило забезпечити рівномірне знімання матеріалу уздовж утворюючої конічного отвору і тим самим створити сприятливі умови для подальшої трудомісткої операції притирання.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТОРЦЕВОГО УЩІЛЬНЕННЯ В ГІДРАВЛІЧНОМУ ЗАХИСТІ ЗАНУРЮВАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Дмитрієнко О.В.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Торцеві ущільнення, в яких рухома ущільнююча поверхня контактує з зовнішньою поверхньою вала у площині, перпендикулярній до вісі валу, найкращим чином забезпечують герметичність, великий термін роботи при відносно малих втратах потужності на тертя. Таке ущільнення, зазвичай, містить пружину, ущільнююче кільце, виготовлене з антифрикційного матеріалу та контактуюче з ним по торцю металеве опірне кільце, яке має високу твердість. При цьому, одно з кілець повинно вільно пересуватися вздовж осі. Попереднє підтиснення кілець, а отже контактний тиск при відсутності перепаду тиску здійснюється пружиною.

При роботі торцевого ущільнення в гідравлічному захисті занурювального електродвигуна, в камерах якого перепад тиску має знаковмінний характер, виникає імовірність розгерметизації ущільнення. Це обумовлено, в першу чергу, тим, що ущільнення працює при високих температурах оточуючого середовища, пластовій рідині (нафто-водняній-газовій суміші) та значному її підвищенні в місцях контакту поверхонь тертя, навіть при добрій притирці їх поверхонь. Значний вплив на витоки у торцевому ущільненні має пружина, а саме її жорсткість, яка з часом змінюється. Слід зазначити, що при великій жорсткості пружини підвищується сила тертя між ущільнюючими поверхнями, а при малій – збільшується імовірність суттєвого збільшення витоків – “розкриття” ущільнення. Це обумовлено тим, що радіальний зазор має клиноподібну форму.

В доповіді розглядається методика розрахунку та проектування торцевого ущільнення, математична модель його робочого процесу, в припущенні, що безпосередній контакт поверхонь пари тертя відсутній, а течія рідини в зазорі підпорядковується гідродинамічному закону. Розроблена методика може бути використана при розробці математичної моделі робочого процесу гідравлічного захисту занурювального електродвигуна. Проведений аналіз літературних джерел дозволив сформулювати вимоги щодо конструктивного виконання торцевого ущільнення та вибору жорсткості його пружини, які дозволять забезпечити його надійну роботу в гідравлічному захисті занурювального електродвигуна.

СИСТЕМА МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ТРИАНГУЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Доброскок В.Л., Гаращенко Я.М., Воронков В.І., Наконечний М.Ф.
Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Сучасне машинобудування характеризується високими вимогами до гнучкості ресурсозберігаючого виробництва. Однак дотепер відсутня науково обґрунтована методологія вибору стратегії матеріалізації виробів на базі аналізу їх електронного 3D образу.

Морфологічний аналіз моделі промислового виробу повинен дати можливість оцінки його технологічності (при наявності системи критеріїв, бажано безрозмірних) і прийняття раціонального рішення щодо методу матеріалізації (багатокоординатної обробки різанням або з використанням інтегрованих технологій пошарового вирощування).

Ідея роботи у розробці системи морфологічного аналізу електронних 3D образів виробів. Для предметної області машинобудування морфологічний аналіз можна визначити як структурно-кількісний аналіз будови твердотільного виробу представленого у вигляді системи елементарних поверхневих об'єктів, що обмежують простір тіла. Морфологічний аналіз базується на попередній триангуляції, що уніфікує поверхні виробу і наступному комплексному аналізу отриманої системи складових трикутників.

Розроблена система складається із взаємозалежних підсистем аналізу топологічних і морфометричних характеристик триангуляційної моделі й фрактального аналізу їхнього взаємозв'язку. Система розроблена в середовищі керування базами даних Visual FoxPro.

При розробці морфологічної системи вирішувалися наступні основні задачі:

- створення базових елементів поверхонь (плоских й об'ємних геометричних фігур) для відпрацювання методологічних підходів по формуванню триангуляційних елементів;
- перетворення STL-файлів моделей в DBF-образи;
- топологічний аналіз моделей;
- морфометричний аналіз моделей;
- фрактальний аналіз взаємозв'язку досліджуваних ознак;
- аналіз різноманітності складових трикутників;
- експорт даних (DBF-образів моделей) у формати: STL (для матеріалізації з використанням технологій Rapid Prototyping) і PLY (для візуалізації багатобарвної моделі).

ТОПОЛОГІЧНИЙ І МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ 3D МОДЕЛЕЙ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ

Доброскок В.Л., Чернишов С.І., Гаращенко Я.М., Абдурайімов Л.Н.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Для автоматизації вибору стратегії матеріалізації по комп'ютерній моделі промислового виробу розробляється на кафедрі "Інтегровані технології машинобудування" система морфологічного аналізу триангуляційних 3D моделей, що включає взаємозалежні підсистеми топологічного й морфометричного аналізів.

З використанням топологічного аналізу передбачається:

- оцінка триангуляційної моделі на відсутність "дефектів" (необхідною умовою відсутності "дефектів" є суміжність ребер $A_{Edge} = 2$ і суміжність вершин $A_{Vertex} \geq 3$);

- попередня оцінка складності моделі по характеристиці Ейлера й роду поверхні (визначення топологічного типу оболонки).

Можливості морфометричного аналізу 3D моделей:

- попередня оцінка складності моделі для рішення задач вибору базових поверхонь і раціональної орієнтації на основі характеристик розподілу координат вершин і центрів ваги складових трикутників вздовж осей X, Y, Z ; площі ортогональних проєкцій трикутників на площині XY, XZ, YZ і напрямних косинусів нормалей;

- оцінка раціональної орієнтації моделі й можливості використання декомпозиції при пошаровому вирощуванні на основі кількості перерізів, що розсікають, щільності розподілу площ і габаритних розмірів перерізів у заданому напрямку побудови;

- визначення раціональної товщини нарощуваних шарів по висоті моделі на основі щільності розподілу найменшого, середнього й найбільшого значення кута між векторами напрямку нарощування й нормалей трикутників, що попали в переріз;

- виявлення складових трикутників з неправильними нормалями за умовою розбіжності напрямних косинусів з STL файлу й розрахованих за координатами їхніх вершин;

- виявлення вироджених трикутників, що не мають площі й відповідно, не мають нормалі;

- оцінка особливостей триангуляції за геометричними характеристиками складових трикутників.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ МЕТОДАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Дудукалов Ю. В.¹, Єременко Т. П.²

¹*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків*

²*Білгородський державний технологічний університет
імені В.Г. Шухова, м. Белгород*

Сучасні транспортні засоби й технологічні машини є наукомісткими й високотехнологічними виробами. Складність конструкції, рівень технологій, що застосовуються, постійно зростають на всіх етапах їхнього життєвого циклу. Для конструкторсько-технологічної підготовки таких виробів необхідно використовувати САПР, які відповідають вимогам CALS-технологій з урахуванням специфічних вимог технічного обслуговування й ремонту (ТОіР).

Метою дослідження є розробка методики ідентифікації об'єктів відновлення на базі нечітких структурно-параметричних процедур для проектування в САПР технологічних процесів ТОіР машин.

Геометричні, теплофізичні, технологічні й інші дефекти описуються математичними або лінгвістичними змінними. Розроблена нечітка модель дозволяє по заданому вхідному вектору опису множини дефектів розрахувати відповідну оцінку рівня надійності об'єкта ТОіР. Механізм висновку являє собою процес рішення системи продукційних правил, у результаті якого визначається значення вихідної змінної при відомих значеннях вхідних змінних. Вибір трапецеїдальної функції приналежності обумовлений допусками на контрольовані розміри, характером зміни розмірів у процесі експлуатації й адекватністю синтезованих нечітких моделей.

Таким чином, формалізоване обґрунтування структури відновлюваних поверхонь деталі в нечіткій моделі формує алгоритм технологічного процесу, відбувається оптимізація не тільки послідовності і складу технологічних операцій, але й скорочуються витрати ресурсів, забезпечується надійність процесу. У доповіді розглядаються приклади ідентифікації нечітких систем за допомогою існуючих алгоритмів (ANFIS, FCM-кластеризація) і можливості застосування генетичного алгоритму для нечітких моделей Мамдані, а також проводиться їхній порівняльний аналіз.

У заключній частині доповіді приводяться отримані висновки щодо трудомісткості алгоритмів й адекватності отриманих моделей нечітких систем. Отримані нечіткі моделі можуть бути використані в інтелектуальних системах, що забезпечують прогнозування ефективності ТОіР і методів контролю відповідно до стандартів ISO 9000:2000.

РОБОТОЗДАТНІСТЬ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ З ПОКРИТТЯМ

Зубар В.П., Тимчук А.Г., Чопенко М.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Як відомо, сьогодні рівень використання ріжучого інструменту з зносостійкими покриттями весь час збільшується. Це пояснюється, в першу чергу тими високими експлуатаційними характеристиками, які забезпечують покриття. Через це всі відомі інструментальні фірми, які забезпечують ринок ріжучим інструментом, практично перестали випускати стандартний ріжучий інструмент без покриття. Аналіз літературних праць і своїх і закордонних показує велику кількість робіт присвячених створенню і дослідженню все нових і нових покриттів. При цьому серед них переважно плазмово-іонні технології створення покриттів. Кількість нових створених покриттів досить велика і різна як конструктивно, так і що до ідеології їх створення. Це створює значні труднощі користувачам при виборі того чи іншого покриття для роботи. З другого боку дослідження праце спроможності ріжучого інструменту з покриттям не досить повно відповідає на головне питання – чому зносостійкість інструмента з покриттям збільшується? Як показує аналіз ряду праць, їх автори не вважають це питання актуальним, вважаючи, що механізм зносостійкості покриттів вже доведений і достатньо вивчений для пояснення високої стійкості інструменту.

Ні в якій мірі не маючи сумніву що до приведених авторами механізмів зносу ріжучого інструменту з покриттям, вважаємо за потрібне доповнити їх наступним. Як відомо, при лезовій обробці багатьох металів різанням на передній поверхні різця утворюється ущільнений шар оброблюваного металу – наріст. Висота наросту залежить від швидкості різання, як температурного фактору. В діапазонах швидкостей різання, що відповідають оптимальним режимам різання даного матеріалу даним ріжучим інструментом, наріст вироджується і залишається на різці як тонкий шар оброблюваного металу. Завдяки цьому контакт стружки що сходить, відбувається не з поверхнею різця, а з тонким шаром оброблюваного металу, що затримався, затормозився на поверхні різця. Таким чином в контакті має місце не зовнішнє тертя оброблюваного металу з поверхнею інструменту, а внутрішнє, коли стружка третрється з заторможеним металом.

Як показали дослідження, адгезійна активність покриття особливо до ювенільних поверхонь стружки висока, що забезпечує їх міцний зв'язок. На поверхні різця утворюється міцний і твердий заторможений шар металу, що стримує інструмент від зносу.

СТРУКТУРИЗАЦІЯ 3D-ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УНІФІКОВАНИХ ВІДСІКІВ У ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШАРОВОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ Й ПРОГНОЗУВАННЯ ЙОГО ТРУДОМІСТКОСТІ

Зубкова Н.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання використання уніфікованих відсіків поверхонь у задачах моделювання пошарового формоутворення.

З позицій теорії множин відсіки поверхні являють собою підмножини точок, що задовольняють рівнянню поверхні й перебувають усередині границь і на границях відсіку. Для опису відсіків й їхніх границь у більшості технологічних завдань доцільно використовувати апарат багатопараметричних відображень афінного простору.

Запропоновано варіант структуризації відсіків поверхонь за наступними основними ознаками:

1. За характером поверхні: плоскі й неплоскі відсіки.
2. За характером границь відсіків: природні, штучні, комбінації природних і штучних.
3. За характером зв'язків параметрів: незалежні й залежні.
4. За характером діючих операторів, їхній кількості, послідовності й особливостям дії.
5. За функціональним призначенням: плоскі відсіки осьових, торцевих або нормальних перетинів, відсіки передніх поверхонь.
6. За характером прообразу.

Із усього поля відсіків обрані й згруповані групи відсіків, які мають різні значення однієї або декількох ознак: плоскі відсіки, утворені паралельним переносом, обертанням, плоскі відсіки, утворені гомотетією, симетрією; плоскі відсіки, утворені сполученнями операторів; неплоскі відсіки.

Рекомендовано алгоритми моделювання відсіків поверхонь за допомогою різних операторів та їх сполучень.

Розглянуту структуризацію 3D-об'єктів з використанням уніфікованих відсіків пропонується використовувати в задачах моделювання з метою прогнозування трудомісткості пошарового формоутворення в технологіях швидкого прототипування.

СИСТЕМА МОДУЛЬНОГО КОМБІНОВАНОГО ОСЬОВОГО ІНСТРУМЕНТУ

Карпусь В.Є., Іванова М.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Застосування комбінованих осьових інструментів (КОІ) дозволяє підвищити продуктивність обробки отворів за рахунок концентрації технологічних переходів, але складність виготовлення та переточування таких інструментів обмежує їх використання. Щоб зменшити вплив цих недоліків доцільно впроваджувати у виробництво систему модульного КОІ, що являє собою комплект уніфікованих різальних та допоміжних елементів різного технологічного призначення з яких за допомогою складальних операцій комплектується КОІ відповідно до технологічного завдання, що вирішується.

Приклад такої системи модульного КОІ показано на рис. 1. Ця система складається з осьових (свердло 1, зенкер 2 або розвертка 3) та кільцевих (свердло 4, зенкер 5 або розвертка 6) інструментів, поєднаних різьбовим з'єднанням, а також перехідної втулки 7, функціональне призначення якої полягає у закріпленні зібраного КОІ у патроні. Інструменти, зібрані з такого комплексу модульного КОІ призначені для обробки двоступінчастих отворів з мінімальним діаметром першого ступеня 8 мм, а другого – 16 мм.

Складання конструкції КОІ у виконанні, наприклад, двоступінчастого свердла (рис. 1, а) здійснюється наступним чином: поєднані між собою за допомогою різьбового з'єднання свердло 1 та кільцеве свердло 2 встановлюються хвостовою частиною свердла 1 у отвір перехідної втулки 7 та фіксуються гвинтами 8. Перехідна втулка 7 має чотири паза 10 для фіксації положення кільцевого свердла 4.



Рисунок 1 – Система модульного КОІ: а – двоступінчасте свердло;
б – двоступінчастий зенкер; в – двоступінчаста розвертка

Для переточування такого модульного КОІ конструкцію розбирають і заточують різальні кромки кожного елемента, як відповідного йому стандартного інструмента.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ

Котляр О.В., Карпусь В.Е.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Технологічний процес (ТП) обробки тіл обертання відзначається різноманітністю технологічних операцій, маршрутів обробки та металорізального обладнання, що застосовується при їх виготовленні. Це призводить до зростання числа конкуруючих варіантів ТП.

У сучасних умовах ринкової економіки оцінку виробничої діяльності підприємства, пов'язану з процесом виготовлення деталі та визначенням найвигіднішого ТП, слід проводити на підставі багатокритеріальної оптимізації з урахуванням системи критеріїв, які відображають технологічні та економічні аспекти діяльності машинобудівних виробництв з урахуванням конструктивно-технологічних характеристик деталей та умов їх виготовлення.

В якості критеріїв оптимальності ТП пропонується використовувати показники, які характеризують рівень інтенсифікації та прибутковість виробництва, ефективність використання енергетичних і фінансових ресурсів та надійність процесу функціонування обладнання і дозволяють об'єктивно уточнити та розширити область ефективного застосування ТП, а саме: інтенсивність формоутворення; інтенсивність маржинального прибутку; постійні витрати, що припадають на виробничу партію деталей; електромісткість прибутку та імовірність виконання виробничого завдання.

На підставі порівняльного аналізу результатів оптимізації отриманих різними методами обґрунтований вибір найбільш ефективного методу багатокритеріальної оптимізації ТП. Встановлено, що при наявності не більше трьох конкуруючих варіантів, усі методи оптимізації забезпечують однакові результати і вибір найбільш ефективного з них варто проводити з урахуванням мінімальної складності та трудомісткості розрахунків. У випадку, коли вихідні дані параметрів математичних моделей мають умовно детермінований характер, варто застосовувати метод вагових коефіцієнтів, а при стохастичному характері вихідних даних - метод з використанням теорії нечітких множин.

АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛМАЗНИХ КРУГІВ

Козакова Н.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оскільки алмазні круги є дорогим видом інструмента, споживачеві необхідно обґрунтовано підходити до вибору їх характеристик при обробці конкретного матеріалу, як з точки зору собівартості самого інструмента, так і з точки зору собівартості здійснюваного ними процесу обробки.

Комплексне дослідження 3D напружено-деформованого стану трьох зон: спікання, шліфування і точіння дозволило розробити алгоритм експертної системи визначення характеристик алмазних кругів, що задовольняють як умовам виготовлення круга за цілісністю зерен, так і умовам ефективного шліфування у поєднанні, у разі потреби, з умовами виключення руйнування різців з надтвердих матеріалів в процесі їх наступної експлуатації

На прикладі обробки надтвердих матеріалів пропонується алгоритм раціонального вибору алмазного круга для шліфування крихких матеріалів, руйнування яких визначається величиною контактних напружень. Вихідними даними при цьому є: властивості оброблювального матеріалу, вимоги до шорсткості оброблювальної поверхні та переважний спосіб шліфування (з управлінням ріжучим рельєфом за рахунок дозованого видалення зв'язки чи режим самозаточування).

Згідно розробленого алгоритму корегування характеристик алмазного круга, встановлених для продуктивного шліфування, за умови цілісності зерен при спіканні здійснювалося за рахунок зниження концентрації алмазних зерен, а режимів шліфування – за рахунок зниження поперечної подачі (нормального тиску у контакті).

На підставі розробленого алгоритму одержано практичні рекомендації з характеристик кругів для продуктивного шліфування при мінімальній питомій витраті алмазних зерен і зниженні дефектності оброблюваного матеріалу як для великих промислових підприємств, на яких може бути реалізовано систему спрямованого видалення металеві зв'язки круга, так і для дрібних фірм з виготовлення і переточування лезового інструмента з надтвердих матеріалів, які використовують традиційні способи заточування.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ, ЩО СПОЛУЧАЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Лавриненко С.М.¹, Якименко Р.О.², Вакуленко І.Я.²

¹Національний технічний університет "ХПІ", Україна

²Стоматологічний Центр Харківського національного медичного університету, Україна

Деталі конічної форми мають широке застосування в різних галузях машино- та приладобудування. Прикладами можуть служити конуси шпинделів, хвостовиків свердел, зенкерів, розгортки, фрез і т.п. При цьому найбільше поширення одержали інструментальні конуси Морзе і метричні або так звані нормальні конуси, тобто конуси, основні розміри яких стандартизовані.

Все більш широке застосування конічні з'єднання знаходять у біоінженірингу, наприклад, в імплантаційній стоматології. Надійне з'єднання за допомогою конуса Морзе абатмента і імплантата забезпечує високу механічну стабільність і відмінне бактеріальне "запечатування" з'єднання, яке потенційно є роз'ємним [1].

Слід зазначити, що більшість імплантаційних систем складаються з кількох компонентів, які пов'язані між собою різьбовими гвинтами, що створює умови для проникнення бактерій через нещільне прилягання частин конструкції в місцях різьбового з'єднання. При цьому гвинти мають властивість послаблюватися і ламатися. Таким чином, застосування системи, яка складається з двох елементів з кріпленням по конусу Морзе, має явні переваги. Після створення пари робочих поверхонь даного з'єднання обидві частини системи стають єдиним цілим, що виключає мікрорухи та забезпечує відмінний антибактеріальний захист і оптимальний розподіл жувальних навантажень на імплантат.

У даній роботі розглядаються деякі особливості обробки конічних отворів у суцільному матеріалі імплантату і розгортання конічних отворів, а також особливості формоутворення зовнішніх конічних поверхонь абатмента з урахуванням проблем мініатюризації з'єднання по конусу Морзе.

Література: Чарун Ю.И., Якименко Р.О., Лавриненко С.Н., Кулинич Г. В. Преимущества надежных самотормозящих конических соединений в биоинженерных изделиях // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків, НТУ"ХПІ", 2010. – Вип. 1(20). – С. 187 – 190.

METHODICAL APPROACHES TO THE CREATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRECISION DIAMOND MACHINING OF OPTICAL POLYMERS

Mamalis A.G.¹, Lavrynenko S.N.²

¹*Project Center for Nanotechnology and Advanced Engineering, NCSR "Demokritos", Greece*

²*National Technical University "Kh.P.I.", Ukraine*

Now wide range of products of the optical polymeric materials (luminescent and nuclear detectors, tiles for accelerators of charged particle and calorimeters, planar and flexible lightguide, solar light converters, usual and aspherical lenses, etc) find an application for a great many science and industry sectors.

The most effective technological process of optical polymeric components surface layer forming is the precision diamond single-point machining. It is the machining which is able to ensure stable high operating characteristics of the components [1].

Now achievements of science in the field of polymer destruction mechanics allow to study cutting process of these materials from a position of micro- and macrodestruction theory and propose new methods of approach to creation of precision cutting technology.

The mechanics of polymer cutting is dominant link in definition of deformation and contact processes in cutting zone. In essence, it is a key to new technological decisions.

Creation of new technologies allows to eliminate large capacity of laborious finishing operation and ensure improvement of exploitative characteristics, including radiation and photonic stability and guaranteed longevity of ready-made optical components.

Methodical approaches to the creation of the technological process of precision mechanical machining of optical polymers will considerably vary from the others materials precision machining and non-ferrous metals for example. It brings their own peculiarities of the mechanics of cutting process, force and heat effects and formation of the quality of surface layer. Precision conditions of cutting put considerable peculiarities on the character of cutting process.

References: 1. Lavrynenko S.N., and Mamalis A.G. Complex Quality Control Algorithm for Production of Ultraprecision Photonic and Bioengineering Articles from Polymers. // Proc. of 5th Int. Conf. of the European Soc. for Precision Eng. and Nanotechnology – France, 2005, Vol. 1. – P. 115–118.

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МІТЧИКІВ ПРИ РІЗЬБОУТВОРЕННІ

Меметов С. Р.

Республіканський вищий навчальний заклад

«Кримський інженерно-педагогічний університет», м. Сімферополь

Різьблення є поширеним видом з'єднань, широко вживаних в машинобудуванні. У більшості сучасних машин понад 70% всіх деталей мають різьблення. До них пред'являються різні експлуатаційні вимоги, що викликає необхідність виконувати різьблення різної точності.

Чинниками, що знижують працездатність митчиків, в основному є: вифарбовування ріжучих кромки в зоні переходу забірної частки митчика в калібруючу; поломка і заклинювання митчиків, особливо в процесі реверсу.

Для різьбоутворення характерні процеси адгезійного схоплювання, що призводить або до істотного зниження якості різьбових з'єднань, або до відмови інструменту. Особливо неприємна і енергоємна поломка, оскільки різьбоутворення є однією з останніх операцій із обробки деталі (особливо корпусної), а поломка і заклинювання приводить до появи непоправного браку.

За даними Р. Н. Тітова, що займався статистичними дослідженнями з цієї проблеми, від 20 до 70 % митчиків виходять із ладу саме через поломки. Дослідження показали, що на початку реверсу митчика з отвору момент, що крутить, має максимальне значення внаслідок затискання митчика зрізаною стружкою. З погляду причин поломок, можна стверджувати, що механічна причина виходу із ладу митчиків – перевищення гранично допустимого значення моменту, що крутить. У цих умовах виникають значні пластичні деформації, інтенсивне наклепання, нарістоутворення, адгезійні і дифузійні процеси, що приводять до інтенсивного зносу ріжучого інструменту, зриву витків різьблення, погіршення якості поверхні різьблення і втрати точності її профілю.

Дані проблеми при різьбоутворенні можуть бути мінімізовані з подачею безпосередньо в зону різання модифікованих складів СОТС, які допомогли б зменшити сили тертя між парою, що третяся, «інструмент-деталь» і по можливості поліпшити механічні властивості оброблюваної поверхні.

ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТНИХ ПРИСАДОК НА В'ЯЗКІСТНО–ТЕМПЕРАТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМАЩУВАЛЬНО- ОХОЛОДЖУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ РОСЛИННОЇ ПРИРОДИ

Менумеров Є.Р.

Республіканський вищий навчальний заклад

«Кримський інженерний – педагогічний університет», м. Сімферополь

Одними з найважливіших експлуатаційних характеристик змащувальних матеріалів, що регламентуються ГОСТ, є їх в'язкостні і в'язкісно-температурні властивості. В'язкість (внутрішнє тертя), як властивість рідини створювати опір зовнішнім силам переміщення, виявляється за будь-яких умов різання у присутності змащувально-охолоджуючих технологічних засобів (ЗОТЗ). Технічне значення в'язкості змащувальних масел, перш за все, визначається впливом цієї властивості на сили тертя і знос змащених поверхонь, що труться.

Згідно з отриманими даними антиоксиданти сприяють підвищенню окислювальної стійкості рослинних олій і полегшенню процесу різання. Саме низька окислювальна стійкість останніх є одним з головних стримуючих чинників застосування як ЗОТЗ рослинних олій. У роботі на основі експериментальних даних і аналізу фізико-хімічних властивостей, змішуваних компонентів ЗОТЗ показана можливість застосування як ефективні присадки з'єднань на основі недорогого, природного і екологічно нешкідливого антиоксиданту - вітаміну Е (α -токоферолу).

Проте, в даний час, є обмежені відомості про вплив АТ на внутрішнє тертя рослинних олій і практично не вивчені залежності їх в'язкості від температури зовнішньої середовища.

Результати проведених досліджень показали практично повну відсутність впливу АТ на в'язкість масел при підвищених температурах, свідчує про те, що АТ вже після 80°C практично не міняють властивостей реологій ЗОТЗ. Ця обставина дозволяє надалі не брати до уваги зміну в'язкості модифікованих ЗОТЗ в реальних умовах обробки металів різанням, температура яких значно вище 80°C, після яких АТ не впливають на в'язкість. Підвищення ж в'язкості при низьких температурах суперечливо впливає на експлуатаційні властивості ЗОТЗ рослинної природи. З одного боку, збільшення в'язкості сприятливо впливає на змащуючу здатність масел і знижує «туманність» при подачі ЗОТЗ у вигляді аерозолі в зону різання. З іншого боку, при цьому зменшується далекобійність струменя ЗОТЗ (збільшується діаметр крапель, що утворюються при тому, що розпиляло) і як наслідок їх проникаюча здатність.

КОМПЛЕКС ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Мироненко О.Л., Третяк Т.Є., Гуцаленко Ю.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Загальна ідея реалізованого в комплексі модульного підходу до алгоритмічного і програмного вирішення задач профілювання спеціальних зубчастих коліс (табл. 1) належить проф. Б. О. Перепелиці.

Блок з шістьох модулів: Involute (I), Profile (P), Kromka (K), Helix (H), Spiral (S), Zub (Z) реалізує наступні розрахункові та візуалізаційні цільові функції: розрахунки бічної поверхні зубу (I) і профілю інструмента (P) в нормальному перерізі, еквідистантних ліній зубів (H); візуалізацію інструмента (K), еквідистантних ліній зубів (S) і бічної поверхні зубу вздовж еквідистантних ліній (Z).

Математичне ядро модулів включає розробки Інституту прикладної математики Російської академії наук ім. М. В. Келдиша (K), бібліотечні бази алгоритмічних мов (S), синтез відомих з попереднього досвіду розрахунків (I), а також власний доробок на базі теорії відображень (P, H, Z). Розробку виконано у середовищах Delphi (I, Z), Fortran (P), Grafor (K), C++, Csape (H, S). Об'єктами моделювання є формоутворюваний (I, Z), формоутворюючий (P, K) і поєднуюча їх кінематика (H, S).

Таблиця 1 – Формалізація інформації в розрахунково-графічних модулях

Модуль	Інформація	
	Вхідна	Вихідна
Invo- lute (I)	Тип поверхні, модуль, кількість зубів, початковий кут	Графіка і таблиця 2D масивів координат
Profile (P)	Вихідні дані за модулем I; тип і параметри інструмента	Таблиця 2D масивів координат нормального профілю інструмента
Kromka (K)	Вихідні дані за модулем P	Векторна графіка
Helix (H)	Геометричні і технічні параметри колеса	Таблиця 3D масивів координат ліній зубів
Spiral (S)	Вихідні дані за модулем H	Відображення еквідистантних ліній зубів на початковій поверхні
Zub (Z)	Вихідні дані за модулями H, K, S	Відображення бічних поверхонь зубів на початковій

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМОДИФІКАТОРІВ ТЕРТЯ В ПЛАСТИЧНОМУ МАСТИЛІ РОЛИКОВИХ ПІДШИПНИКІВ.

Немчік В.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Одним з найбільш економічно вигідних і технічно швидко здійснених шляхів підвищення зносостійкості вузлів тертя є покращення мастильних матеріалів введенням в їх склад протизносних, антифрикційних та противозадирних добавок.

Серед відомих добавок до мастил, що частіше застосовують в останні 5...8 років, найбільше поширення набули препарати на основі матеріалів мінерального походження, наприклад серпентинітів, які називають геомодифікаторами тертя.

Розроблений пристрій та методика дослідження спряження торець ролика – борт кільця. Однак в роботах, що ілюструють ефективність вказаних препаратів, як добавок до мастильних матеріалів підшипників кочення, відсутня інформація про вибір конкретної добавки, дозування та періодичність її ведення. Таким чином, поліпшити роботу торцевого контакту роликпідшипника можна за рахунок застосування сучасних модифікаторів тертя. Постає питання більш детального вивчення властивостей мастила з модифікаторами тертя.

В роботі вперше отримана регресійна модель зносу торця ролика циліндричного підшипника, що має особливість сприймати осьові навантаження.

Встановлено, що на знос спряження «торець ролика – борт кільця» найбільший вплив чинить режим експлуатації (швидкість обертання $v_2 = 14,75$ і осьове навантаження $v_1 = 8,5$), а підвищення концентрації добавки в мастилі ЗЛ–ЦНИИ зменшує знос торців роликів ($v_3 = - 6,75$).

Для дослідного діапазону швидкості обертання підшипника і тиску у торцевому контакті, що характерний для найбільш навантажених підшипникових вузлів колісних пар вантажних вагонів, визначена гранична величина концентрації добавки у мастилі ЛЗ–ЦНИИ, яка ефективно зменшує знос спряження «торець ролика – борт кільця» циліндричного роликпідшипника типу 2726.

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СИЛИ В ГІДРАВЛІЧНИХ ПІДСИЛЮВАЧАХ ТИПУ «СОПЛО-ЗАСЛІНКА»

Онищенко А.М.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

При розробці гідравлічних підсилювачів типу «сопло-заслінка» необхідно враховувати гідродинамічну дію потоку рідини (гідродинамічну силу). Це викликано необхідністю оцінки тягового зусилля пристрою, що керує заслінкою. Гідродинамічну дію потоку на заслінку, що може бути плоскою, конічною або сферичною визначають як суму трьох складових: поршневої (сила тиску), дія якої розповсюджується в зоні сопла; торцевої, дія якої оцінюється в зоні торця сопла, і швидкісної, дія якої оцінюється як імпульс сили від загальмованого на поверхні заслінки потоку. Але подібна концепція дозволяє лише наближено визначити гідродинамічну силу (ГДС) без аналізу складного характеру її зміни і впливу форми поверхні заслінки.

У загальному ж випадку, ГДС необхідно визначати за виразом:

$$P_{\text{ГД}} = \int_s p_s ds.$$

Відомі експериментальні роботи, в яких ГДС визначалась звішуванням чи виявленням розподілу тиску в зоні торця шляхом його зондування. Проте, подібні експерименти не дають повної картини обтікання заслінки потоком рідини, зважаючи на малі геометричні розміри елемента «сопло-заслінка». З метою визначення повної картини розподілу тиску по поверхні заслінки розроблено спеціальну установку, на якій досліджена модель клапана. Робоче середовище – повітря, рівень тиску якого, створюваний вентилятором, дозволяє при діаметрі сопла 100 мм реалізувати умови кінематичної і динамічної подібності потоку повітря в досліджуваній моделі реальному потоку рідини. Використання профільованого дозвукового сопла дає змогу уніфікувати і узагальнити отримані результати, а також розповсюдити їх на типові сопла. На поверхні заслінок: плоскої, сферичної і конічної, просвердлено отвори діаметром 1 мм, з'єднані з батарейним рідинним манометром. В каналі, що підводить повітря установлена дросельна шайба. На підставі експериментальних даних у безрозмірному вигляді побудовано графіки $\bar{p}_s = f(\bar{x})$ розподілу тиску по поверхні заслінок при їх переміщенні відносно сопла. Криві дають наочну уяву про характер розподілу тиску по поверхням заслінок. Таким чином, маючи графік розподілу тиску p_s , можна отримати сумарне значення гідродинамічної дії потоку на заслінку, скориставшись графоаналітичним методом визначення інтегралу.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ШЛІФУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ З НАНО - І СУБМІКРОКРИСТАЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ

Пижов І.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомо, що нано – та субмікроструктурні метали, отримані, наприклад методами ІПД, відрізняються істотною нестабільністю зеренної структури. При нагріві металу відбуваються складні структурні зміни, пов'язані з розвитком процесів повернення, рекристалізації, як наслідок, зріст зерна і втрата високих фізико-механічних властивостей. Інтенсивність цього процесу, що призводить до зросту зерен, визначається ступенем і часом температурної дії [1]. У зв'язку з цим може мати значну перспективу комбінований метод плоского шліфування таких матеріалів в суцільному шарі ЗОТС (наприклад, електроліті, рис.1). У ній використаний принцип сполучених посудин, що дозволяє надійно забезпечити наявність в міжелектродному зазорі ЗОТС, а, отже, звести до мінімуму вплив температурного фактору.

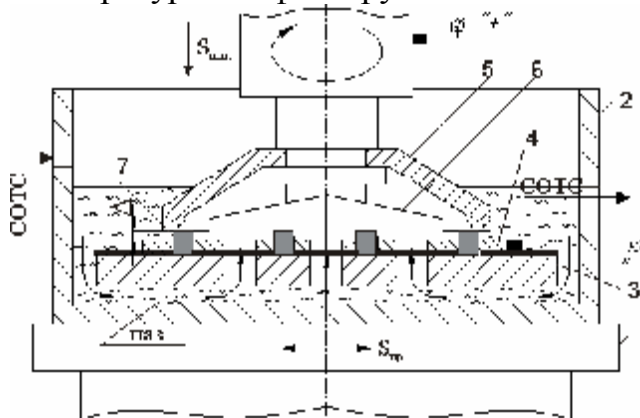


Рис. 1. Принципова схема пристрою для реалізації способу шліфування.

Це дозволяє за рахунок безперервної правки струмопровідного круга із НТМ забезпечувати розвиненість їх ріжучого рельєфу, а, отже, і низький рівень температури в зоні шліфування. Надійність процесу пояснюється тим, що навіть у разі припинення подачі ЗОТС міжелектродний зазор тривалий час буде контролювано заповнений технологічною рідиною.

1. Симонова А.А. Модель управління качеством поверхностного слоя металлов с нано- и субмикроструктурной структурой при механической обработке / А.А. Симонова, Н.В. Везуб // *Машинобудування України очима молодих: Збірник тез доповідей ІХ Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції 26 – 27 листопада 2009р. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – С. 21 – 22.*

УМОВИ САМОНАСТРОЮВАННЯ СИЛОВОГО ЗАМИКАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ НА ТОЧНІСТЬ ЛЕЗОВОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Піпкін Ю.В.

Донбаський державний технічний університет, м. Алчевськ

Верстатне пристосування (ВП) як частина технологічної системи механічної обробки безумовно впливає на точність лезової механічної обробки. Силове замикання ВП, будучи статично невизначною динамічно рівноважною системою, має властивості самонастроювання, що виявляються у вигляді формування врівноважуючої сили на силу різання, що змінюється по величині і напрямку. Ґрунтуючись на теоремі Менабреа, принципі найменшої дії Гамільтона, принципі віртуальних переміщень можна припустити, що мінімальній величині потенційної енергії пружної системи силового замикання ВП можуть відповідати мінімальні відхилення положення заготовки від початкового стану, тобто мінімальна погрішність обробки.

Отримана математична модель у вигляді графа сигналів [1], побудована для просторової розрахункової схеми силового замикання жорсткої заготовки при установці установочною базою на три опорні штирі з одиничним затиском, дозволила встановити наявність і склад управляючих кілець залежностей параметрів силового замикання. Дослідження поведінки силової системи ВП на математичній моделі дозволили визначити характер самонастроювання, який виявляється в тому, що при певних поєднаннях параметрів системи відбувається зрівнювання погрішностей обробки в різних точках траєкторії руху ріжучого інструменту, тобто мінімізується погрішність форми обробленої поверхні. Зміна величини параметрів приводить до зміни характеру відхилення профілю площини з опуклого на увігнутий. Аналіз впливу параметрів системи на характер профілю форми дозволив визначити низку умов, сприяючих самонастроюванню системи силового замикання ВП на точність форми оброблюваної площини.

Література: 1. Пипкин Ю.В. Управление точностью операций механической обработки методом имитационного моделирования станочных приспособлений / Ю.В.Пипкин, А.Н.Зелинский, Н.В.Коцюбинская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – № 3/5 (33). – 2008. – С. 22-29.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАДШВИДКОГО ШЛІФУВАННЯ

Ромашов Д.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Високошвидкісне шліфування - це метод обробки зі швидкостями понад 80м/с, який підвищує продуктивність, точність і якість обробленої поверхні. Але, в той же час, підвищення швидкостей шліфування пов'язане з вирішенням складних завдань - проблем міцності шліфувального круга (розрив), відшарування алмазоносного шару та ін. Рішення поставлених задач по розробленню методології базується на використанні пакетів програм COSMOS, ANSYS, LS-Dyna, призначених для дослідницьких розрахунків методом кінцевих елементів.

Напрями сучасних досліджень в області моделювання процесів обробки можна визначити з урахуванням наступних факторів: створення віртуальної моделі, процесу, дослідження їх точності, дослідження робочих процесів з використанням необхідного інструменту, оптимізація робочого процесу.

Були проведені дослідження за допомогою обчислювального комплексу LS-Dyna. Були проведені розрахунки 3D НДС системи зерно-зв'язка-металофаза в динаміці (рисунок а,б).

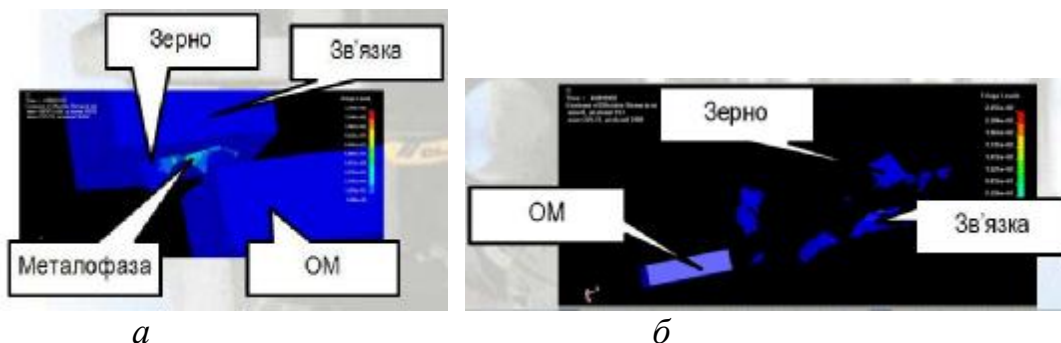


Рисунок – Еквівалентна напруга (фон Мізес): швидкість врізання 200 м/с, зв'язка на основі заліза (а); швидкість врізання 200 м/с, зв'язка на основі алюмінія (б)

При таких швидкостях поки що не можливо прогнозувати поведінку круга. Тому створення методології моделювання даного процесу дасть великі переваги для подальшого використання процесу високошвидкісного алмазного шліфування.

НАНОПОКРИТТЯ ДЛЯ МЕДИЦИНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ

Севидова О.К., Симонова А.А., Тігаренко О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із визначальних напрямів покращення медичного обслуговування населення може бути використання нових наноматеріалів, покриттів та перспективних технологій їх формування.

Відповідно з висновками проведених аналітичних досліджень нанопокриття, які актуальні для застосування на медичних інструментах та виробках, в тому числі біоінженерних, можна розділити на 3 групи: покриття з нанотовщиною; покриття з субмікро- чи нанокристалічною структурою та композиційні металеві покриття з наночастинками алмазів або інших наповнювачів.

На сьогодні, саме композиційні покриття дозволені для використання відповідними нормативними документами. Встановлено, що їх застосування дозволяє в 3 – 4 рази підвищити зносостійкість стоматологічних та інших лезових інструментів, виготовлених із швидкорізальної сталі.

До покриттів з нанотовщиною, перспективних для медицини, належать алмазоподібні вуглецеві товщиною 30 – 300 нм. Їх можна використовувати як просвітлюючі та зносостійкі на офтальмологічних лінзах із поліметилметакрилату. До цієї ж групи відносяться захисні інтерференційно зафарбовані анодні оксидні покриття ($h = 50 - 80$ нм) на біоінженерних виробках із титану та його сплавів, танталу, ніобію чи цирконію. Вони суттєво зменшують корозійно-електрохімічну активність та покращують біосумісність імплантатів.

До найбільш перспективних наноструктурних (субмікрокристалічних) належать біоактивні покриття на основі кальцій-фосфатних матеріалів. Головною проблемою біоактивних покриттів є недостатня адгезійна міцність між ними та матеріалом основи і висока швидкість біорезорбції, що призводить до передчасної втрати ендопротезом функціональних властивостей.

Одним із перспективних рішень даної проблеми, на наш погляд, може бути реалізація комбінованого способу підготовки біоактивної поверхні, а саме – створення розвиненого рельєфу шляхом механічної обробки чи хімічного (електрохімічного) травлення та нанесення відносно тонкого шару покриття з біоактивними компонентами.

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ РЕГУЛЬОВАНОГО КОНФУЗОРНОГО КІЛЬЦЕВОГО СОПЛА

Седач В.В., Нагорний А.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проектуванні проточної частини робочих ділянок аерогідродинамічних пристроїв особлива увага приділяється зниженню гідравлічних втрат, що дозволяє підвищити загальний ККД.

Конфузорні сопла знайшли широке застосування в пристроях гідро- і пневмоавтоматики, фітингах гідравлічних трубопроводах, вентиляторах, витратомірах, трубах Вентурі. Одна з модифікацій такого сопла застосовується в малогабаритних пневматичних ежекторах з периферійним підведенням активного потоку робочого середовища, призначених для пневмотранспорту деталей. Воно являє собою конфузорний кільцевий канал, утворений внутрішньою поверхнею камери живлення з кутом конусності α й зовнішньою поверхнею вакуумного сопла з кутом β . Сопло має можливість переміщення на величину настроювання h з положення повного закриття.

Проведено аналіз геометрії каналу у двох аспектах.

По-перше, отриманий вираз виду $S_{MIN} = f(D, h, \alpha)$ для обчислення площі мінімального вихідного перетину сопла, що визначає, за інших рівних умов, кінцеву швидкість витікання робочого середовища. Встановлено, що при заданих значеннях $D = const$ і $h = const$ функція $S_{MIN} = f(\alpha)$ практично лінійна в діапазоні $\alpha = 20 - 70^\circ$.

По-друге, отримана залежність виду $S_{\dot{O}AE} = f(D, h, \alpha, \beta, \delta)$ для визначення площі прохідного перетину каналу по поточній координаті x уздовж конусної поверхні вакуумного сопла. Обчислення й відповідні графіки виконані в пакеті Mathcad. Проведено аналіз окремих випадків для $D = const$ у вигляді залежностей $S_{\dot{O}AE} = f(D, \alpha, \beta, \delta)$ при $h_{DANx} = const$ та $S_{\dot{O}AE} = f(D, h, \alpha, \beta)$ при $x = x_{DANx} = const$.

Наведені розрахункові залежності дозволяють на етапі проектування за розміром міделевого перетину деталі, її вагою та умовами знімання з лотка, що подає, вибирати раціональні значення кутів α та β , що забезпечують при заданому тиску живлення і параметрах налаштування h мінімальні гідравлічні втрати в конфузорному кільцевому соплі.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ГАЗОВИХ ЕЖЕКТОРІВ ДЛЯ ТЕХНІКИ ТА МЕДИЦИНИ

Седач В.В., Пєвнєв І.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективність застосування малогабаритних ежекторів (МЕ) обумовлена їх здатністю створювати необхідний технологічний вакуум при наявності надлишкового тиску живлення від досить потужного джерела стисненого газу: компресора або балона. Тиск живлення технічних МЕ, зазвичай, не перевищує 1,0 МПа, а в медицині може варіюватися в діапазоні від 0,4 до 2,5 МПа й вище.

У промисловості МЕ найбільше часто застосовуються за двома напрямками: 1) для створення розрідження у вакуумних схоплювачах; 2) у системах автоматичного маніпулювання мініатюрними деталями на операціях поділу потоку, вторинної орієнтації, поштучної видачі та пневмотранспорту на задану технологічну позицію. В останньому випадку, це пневматичні МЕ з периферійним підведенням активного потоку й центральним регульованим вакуумним соплом, діаметр якого обирається за міделевим перетином деталі.

У медицині МЕ застосовують у стоматологічних установках і портативних апаратах надання невідкладної допомоги для реалізації функцій штучного дихання й аспірації. Робочим середовищем у них можуть бути стиснене повітря, кисень або киснево-повітряна суміш.

Складність проектування подібних МЕ полягає у відсутності регулярної методики для їх розрахунків, де не слід урахувати зміну температур робочих потоків і істотний вплив стисливості робочого середовища на глибину створюваного вакууму.

Розглянуто питання раціонального проектування МЕ з погляду мінімізації гідравлічних втрат у проточних трактах і створенні максимально досяжного вакууму при заданих величинах тиску й витрати робочого середовища і з урахуванням специфічних умов їх застосування. Апробовано методику настроювання МЕ на задану величину вакууму при мінімізації енергоспоживання.

Наведено результати розрахунків корпусу типової конструкції МЕ на міцність у пакеті Solidworks і показана можливість його виготовлення з матеріалів, що мають межу міцності до 20,0 МПа при роботі пристрою на тиск живлення до 3,0 МПа.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Стрижак М. Г., Крутіков Г. А.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Серед методів, які використовуються в теорії автоматичного регулювання для аналізу та синтезу лінійних систем, особливо вирізняється метод кореневого годографа, особливістю якого у порівнянні з частотними методами полягає у тому, що він дає можливість встановити однозначний, логічно ясний зв'язок між областю комплексної частоти (s -площиною) та областю часу.

При використанні найрозповсюдженіших частотних методів досліджувана область звужується від усієї площини комплексної частоти (s) до осі $i\omega$ (уявна вісь); дослідник не має можливості контролювати ні частотні ні перехідні характеристики. Метод кореневого годографа позбавлений цього недоліку й дозволяє розкрити всі можливості перетворення Лапласа.

Можливість точної побудови перехідного процесу, яку надає кореневий годограф системи, є тим більш важливою, що при експериментальному дослідженні динамічних властивостей пневматичних пристроїв найбільш доступним методом дослідження є метод перехідних характеристик. Тому застосування кореневого годографа багато в чому полегшить порівняння теоретичних і експериментальних результатів.

Враховуючи, що збурюючий вплив на редукційний клапан близький до східчастого, досліднику найважливіше знати часові показники процесу, а саме: власну частоту та амплітуду коливань, показник загасання і т. д. При дослідженні лінійної моделі електропневматичного перетворювача (ЕП) автори найчастіше віддають перевагу часовим характеристикам процесу: частоті та коефіцієнту демпфування коливань тиску на виході ЕП. Цю інформацію легко отримати з кореневого годографа без побудови перехідного процесу. Метод кореневого годографа також вельми зручний при аналізі впливу конструктивних параметрів на перехідний процес, а також при дослідженні чуттєвості системи до варіації параметрів.

І в кінці-кінців, достатньо ефективно вирішується задача параметричного синтезу ЕП шляхом виділення у площині зображень за Лапласом областей бажаного розташування домінуючих нулів і полюсів і використання закономірностей їх руху у s -площині при варіюванні ключовими параметрами.

ТЕХНОЛОГІЇ, ІНСТРУМЕНТ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ НАРІЗАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

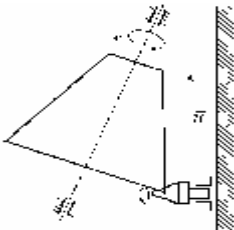
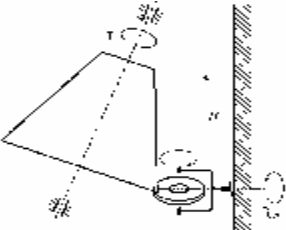
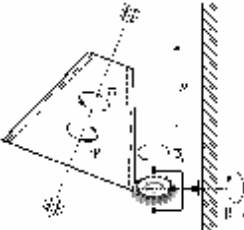
Третяк Т.Є., Мироненко О.Л., Гуцаленко Ю.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В застосуванні до виробництва спеціальних конічних зубчастих коліс використання класичних технологій за табл.1 потребує спеціального фасонного інструменту – пальцевих і дискових фрез (відповідно для копіювання у нарізанні коліс низького і середнього ступенів точності, або попередньому), або довбального (з можливістю отримання теоретично точних профілів бічних поверхонь зубів і виготовлення коліс з високими показниками якості через реалізацію діючих й у робочому зачепленні обкатних формоутворюючих рухів і подолання тім самим пов'язаних з накопленням погрішностей покрокового ділення неминучих похибок профілю у копіювальних технологічних альтернативах).

Таблиця 1 – Методи нарізання конічних зубчастих коліс

Характеристика	Копіювання (з діленням)		Обкатування з точковим торканням
	производящей линией	инструментальной поверхностью	
Кінематична схема			

З використанням заснованого на багатопараметричних відображеннях уніфікованого методичного підходу виконано взаємопов'язане імітаційне моделювання збірного довбального інструменту з призматичними та круглими різцями і процесів нарізання таким інструментом конічних коліс з еквідистантними лініями зубів для удосконалених двопараметричних передач.

Розробкою передбачені компенсаторні можливості підтримання заданих розмірів інструментів після переточувань шляхом регулювання положення фасонних ріжучих кромки за рахунок лінійного переміщення призматичних різців і повороту круглих.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНИМ ІНСТРУМЕНТОМ В РЕЖИМІ САМОЗАТОЧУВАННЯ

Федоренко Д.О

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Найпоширенішим високопродуктивним способом прецизійної обробки є шліфування із застосуванням алмазних кругів. В процесі експлуатації алмазно-абразивних інструментів відбувається зниження їх ріжучої здатності внаслідок зносу абразивних зерен (явище пристосовуваності), а також налипання частинок відходів шліфування на абразивні зерна, відоме як засалювання. В даний час не існує єдиного погляду на природу цих явищ, що ускладнює розробку раціональних методів впливу на робочу поверхню шліфувальних кругів з метою підвищення ефективності шліфування.

В ряді випадків при експлуатації алмазних кругів можуть виникати умови, при яких реалізується режим самозаточування, що викликає мимовільне сколювання алмазних зерен та видалення їх із зв'язки. При цьому ріжуча здатність шліфувальних кругів і теплосилова напруженість процесу шліфування з часом практично не змінюються. Для розробки наукових принципів управління процесом самозаточування шліфувальних кругів необхідне детальне вивчення чинників, що визначають здатність алмазно-абразивного інструменту до самозаточування.

Основою для надання практичних рекомендацій є результати моделювання процесу шліфування зв'язаним зерном при варіюванні зв'язок різної природи. Використання пакетів прикладних програм *COSMOSWork* та *LS-Dyna*, які реалізують метод кінцевих елементів, дозволило дослідити НДС системи «зв'язка–алмазне зерно–металофаза–оброблювальний матеріал» з погляду явищ пристосовуваності, засалювання і самозаточування. Основними перевагами такого підходу є можливість просторового моделювання об'єктів та вивчення їх НДС при зміні фізико-механічних властивостей елементів системи і варіюванні умов навантаження як в статиці, так і в динаміці, що істотно підвищує адекватність теоретичних розрахунків.

В результаті проведених досліджень розраховані поля приведених і головних напруг, встановлено розподіл термосилових напруг, а також визначена частота власних коливань алмазних зерен для випадків застосування зв'язок різної природи, що дозволить визначити умови самозаточування алмазних кругів реалізація яких забезпечить збільшення терміну їх ефективної експлуатації.

СИСТЕМИ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ РІДКИХ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ШЛІФУВАННІ

Фесенко А.В., Любимий Ю.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дослідження способів підвищення продуктивності процесів механічної обробки і, зокрема, круглого зовнішнього шліфування на сьогоднішній день залишаються актуальними.

Одним із способів підвищення продуктивності та якості процесів абразивної обробки є використання активації рідких мастильно-охолодних технологічних засобів (МОТЗ) за допомогою кавітаційних процесів. Використання таких технологій обробки при попередній підготовці МОТЗ і безпосередньо перед введенням її в зону різання дозволяє значно підвищити ефективність шліфування.

Проведено експериментальне дослідження на установках, що використовують різні схеми кавітаційної обробки: активні і пасивні.

В активних пристроях потік МОТЗ отримує енергію в каналах обертового ротора, що мають спеціальні насадки. Були проведені експерименти на роторно-пульсаційному апараті. При цьому в автоматичному режимі знімалися гідродинамічні та енергетичні показники. За результатами дослідів побудовані і проаналізовані графіки, на підставі яких розроблені рекомендації по найбільш ефективним режимам обробки рідких МОТЗ.

Пасивні пристрої, що використовуються при кавітаційній обробці безпосередньо перед введенням МОТЗ в зону різання, не містять у своїй конструкції рухомих елементів. Енергія потоку повідомляється від зовнішніх джерел. У даному випадку кавітаційні процеси в рідкому середовищі відбуваються за рахунок застосування спеціальних насадків. Нами розглянуті різні конструкції насадків та режими їх роботи. Під час проведення експериментів крім зняття гідродинамічних показників здійснювався запис кавітаційного шуму. Обробка результатів експериментів дозволила вибрати конструкції насадків і параметри потоку, що забезпечують найбільшу ефективність активації МОТЗ.

На підставі проведених експериментів запропонована технологічна система підготовки та підведення МОТЗ, що забезпечує підвищення продуктивності процесу шліфування.

КРИВІ ВИЩИХ ПОРЯДКІВ У ПРОЕКТУВАННІ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН РОБОЧИХ КОЛІС ГІДРАВЛІЧНИХ МАШИН

Чаплигін О.О.

Сумський державний університет, м. Суми

У роботі розглядається спосіб аналітичного завдання проточної частини (ПЧ) робочого колеса (РК) із використанням кривих Без'є 1-го і 3-го порядків. На відміну від відомих способів проектування ПЧ за допомогою спряження контуру кривими різних радіусів, спосіб що пропонується дозволяє автоматизувати процес проектування і отримати таку дифузійність ПЧ РК, котра рекомендується практикою проектування. Конттури меридіанного перетину дисків РК задаються кусково-неперервними функціями у параметричному вигляді:

$$j(t) = \begin{cases} B^{(1)}(P_1, P_2, t), t \in [0,1) \\ B^{(3)}(P_2, P_3, P_4, P_5, t-1), t \in [1,2) \\ B^{(1)}(P_5, P_6, t-2), t \in [2,3] \end{cases}$$

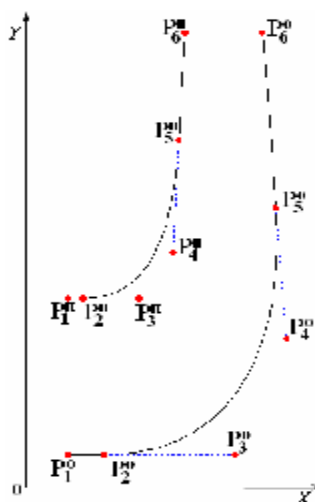


Рис.1

де $B^{(N)}(\{P_i, i = \overline{1, N}\}, t) = \sum_{i=0}^N P_{i+1} \cdot \frac{N!}{i!(N-i)!} t^i (1-t)^{N-1}, t \in [0,1], P_i$ – функція компонент вектора опорних вершин, що дає можливість моделювати і за допомогою координат опорних точок P_i^j і P_i^k відповідно для покриваючого і основного дисків РК (Рис.1) здійснювати управління гладкою геометрією форми його контуру, для досягнення плавності зміни площі нормального перетину меридіанного потоку S_{OPT} від входу до виходу. Описані алгоритми використані у програмному комплексі «ГРАНТ» для автоматизованого проектування проточних частин гідравлічних турбін і відцентрових насосів, розробленого на кафедрі математичного аналізу і методів оптимізації СумДУ.

ОПИС ДИСКРЕТНИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Черниш В.М.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Автоматизація робототехнічних технологічних комплексів потребує створення методів і засобів керування дискретними процесами, які можуть містити велику кількість складних технологічних операцій. Більшість із цих операцій, будучи різними по складності, можуть виконуватися як послідовно, так і паралельно, тобто при наявності між ними часових зв'язків.

Вирішення задачі аналізу і синтезу дискретних пристроїв гідропневмоавтоматики для керування такими комплексами стає можливим шляхом побудови математичної моделі як об'єкту, так і процесу, що реалізується в ньому.

Технологічний процес характеризується множиною технологічних величин, діапазон зміни яких регламентований технологічними внутрішніми та зовнішніми вимогами. У зв'язку з цим математична модель повинна бути наочною і доступною для перевірки коректності в плані виконання регламентованих умов та відсутності тупикових ситуацій. З цією метою об'єкт розбивається на окремі вузли, для яких будується орієнтований граф, вершини якого відповідають режимам технологічної величини, а на дугах у вигляді булевих функцій записують керуючі сигнали, які викликають відповідні умови зміни режимів.

Орієнтований граф кожного вузла дозволяє визначити необхідний маршрут зміни режимів відповідних технологічних величин, котрий дозволяє отримати дводольний орієнтований граф з вершинами двох типів (позиції і переходи).

Цей дводольний граф, у якого відсутні конфліктні та тупикові ситуації, дуги з'єднують тільки різнотипні вершини, помічені, або відповідними режимами, або набором керуючих сигналів, є мережею Петрі.

Застосовуючи математичний апарат мереж Петрі можна наочно зображати властивості складних дискретних процесів, проводити формальними методами їх дослідження, спростити постановку задачі на проектування пристроїв логічного керування технологічним об'єктом.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЧИСТОВОГО ШЛІФУВАННЯ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТИКИ І УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ

Ягьяєв Є.Е.

Республіканський вищий навчальний заклад

«Кримський інженерно-педагогічний університет», м. Сімферополь

Сучасні умови конкуренції вимагають технічного переоснащення машинобудівних підприємств з метою забезпечення зниження витрат на виробництво виробів і підвищення якості продукції, що випускається.

При шліфуванні деталей в автоматизованому виробництві на верстатах з ЧПУ задаються режими обробки і координатні переміщення ріжучого інструменту для вибраної номенклатури деталей. Особливості ж процесів обробки, пов'язані з розкидом параметрів заготовки і впливом збурювальних дій, як правило, не враховуються. Процес шліфування характеризується зміною не лише взаємного розташування заготовки і інструменту, але і зміною параметрів всієї технологічної системи. Зміни параметрів стану технічної системи значно впливають на параметри якості оброблюваних деталей. Точність обробки може мінятися в 1,2 – 1,8 рази, шорсткість поверхні в 1,5 – 2 рази, швидкість знімання металу в 1,3 – 1,6 рази.

Поліпшення можливостей технологічних операцій може бути виконано шляхом реалізації діагностики і управління процесами обробки з урахуванням змін стану технологічної системи. Не дивлячись на свою привабливість, при металообробці ідея управління з урахуванням стану технологічної системи розвинена недостатньо повно. Можливості металорізальних систем використовуються не повністю. Одним з перспективних напрямів підвищення ефективності таких систем є діагностика і управління на основі динаміки зміни вихідних змінних і параметрів стану. Реалізація такого підходу діагностики і управління забезпечить підвищення продуктивності і якості обробки.

В умовах автоматизованого виробництва, облік тільки одного з параметрів стану системи, робочої поверхні абразивного інструменту, дозволяє підвищити продуктивність обробки на 20 – 25% і зменшити дисперсію вихідних параметрів на 15 – 25%.

СЕКЦІЯ 4. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Абляскін О.І., Бондаренко І.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зубчасті передачі мають ряд незаперечних переваг в порівнянні з іншими передачами – високу навантажувальну здатність, надійність, достатньо високий ККД, стабільність передаточного відношення, відносно невеликі габарити і масу. Підтвердженням цьому є широке застосування зубчастих механізмів в трансмісіях та інших приводах не тільки транспортних сухопутних машин, але й в авіації, судобудуванні, верстатобудуванні та в інших галузях. Тому питання підвищення якісних характеристик зубчастих передач, незважаючи на велику кількість досліджень, не втрачає своєї актуальності.

В даній роботі виконується комплексна оцінка впливу різних геометричних (а надалі і інших) факторів на якість передачі, в першу чергу підвищення її навантажувальної здатності.

В перспективі передбачається запропонувати раціональне сполучення геометричних і інших параметрів передачі, яке може забезпечити помітне підвищення її якості за різними показниками – навантажувальна здатність, робоча швидкість, довговічність, шум і таке інше.

Існує багато факторів, які впливають як на геометричні параметри зубців, так і зубчастої передачі в цілому. Ряд цих факторів ураховують безпосередньо при проектуванні передачі (форма зуба, її модифікації в радіальному та в осьовому напрямках, конструкція зубчастих коліс, їх установка на валах, жорсткість валів та їх опор і інше). Інші фактори проявляються під час роботи передачі: деформації зубців, вінців та інших елементів зубчастих коліс, деформація валів та їх опор, корпусних деталей, зношування зубців та інших деталей передачі.

Деякі зі згаданих факторів здійснюють більш значний вплив на експлуатаційні властивості передачі в порівнянні з іншими. Це такі фактори як кут початкового профілю, радіальне зміщення різального інструмента при обробці зубців (коефіцієнт зміщення), повздовжня модифікація зуба (надання зубу діжкоподібності), розташування зубчастих коліс на валах, зношування зубців та інших деталей передачі. В даній роботі розглянуто вплив кожного з цих факторів на якість зубчастої передачі.

Неабиякий вплив на якість передачі здійснює точність виготовлення її деталей. Вплив більшості зазначених факторів ураховує існуюча стандартна методика розрахунків зубчастих передач. Вплив деяких факторів на навантажувальну здатність досліджується експериментально, результати теоретичних та експериментальних досліджень якості передачі та її навантажувальної здатності опубліковані в спеціальній літературі, аналітичний огляд якої зроблено в даній роботі.

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ МАЛОЛІТРАЖНОГО ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ НА СУМІШІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ТА ВОДНЮ

Абрамчук Ф.І., Кабанов О.М., Кузьменко А.П.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

У доповіді показано, що добавка водню до природного газу дозволяє усунути недоліки застосування концепції «бідного горіння», зберігши її переваги.

Запропоновані рівняння змінного показника згоряння і тривалості згоряння для уточненої моделі І.І. Вібе, що дозволяють врахувати вплив добавки водню на ці фактори.

На основі малолітражного газового двигуна 4ГЧ7,5/7,35 створений експериментальний стенд, що дозволяє проводити дослідження на трьох видах палива в будь-яких пропорціях – бензині, водні та природному газі.

На основі проведених досліджень запропонований оптимальний підхід до використання сумішевого палива в малолітражних газових двигунах.

Запропоновано характеристичні карти для систем управління складом паливоповітряної суміші та кутом випередження запалювання блоку управління двигуном.

Порівняльні випробування двигуна на бензині (заводська програма управління) і сумішевому паливі (з використанням одержаних характеристичних карт) показали, що на номінальному режимі потужність не змінюється. Питома ефективна витрата палива на номінальному режимі знижується на 5 %, на режимі M_{max} – на 9 %.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕТОНАЦІЇ В ГАЗОВОМУ ДВИГУНІ З ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ ЗАПАЛЮВАННЯ

Абрамчук Ф.І., Кабанов О.М., Кузьменко А.П., Липинський М.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

На основі двозонної математичної моделі розрахунку робочого процесу запропонована методика вибору максимального ступеня стиску газового двигуна з іскровим запалюванням, що забезпечує бездетонаційне згоряння робочої суміші в циліндрі ДВЗ на всіх режимах його роботи.

В рамках цієї методики вибрано підхід до моделювання детонації в циліндрі газового двигуна, що припускає використання так званого критерія детонації на основі різниці ентальпій незгорілої суміші в циліндрі на початку та у кінці процесу згоряння.

Виконано порівняння результатів розрахунку з використанням запропонованого критерію детонації з експериментальними значеннями даного критерію K_{dmax} . Це порівняння показало, що похибка розрахунків максимального значення критерію детонації в порівнянні з експериментальними значеннями даного критерію становить $\varepsilon = 8,7...11,4$ %.

ДВОЗОННА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЗГОРЯННЯ МАЛОЛІТРАЖНОГО ГАЗОВОГО ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Абрамчук Ф.І., Кабанов О.М., Кузьменко А.П., Липинський М.С.,
Муратов В.М

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

В доповіді пропонується двозонна модель розрахунку процесу згоряння малолітражного газового двигуна з розрахунком тепловіддачі від робочого тіла в стінки камери згоряння та уточненим законом згоряння І.І. Вібе зі змінним показником. Розділення простору циліндру в процесі згоряння на згорілу і незгорілу зони дозволяє більш точно виконувати розрахунок вмісту оксидів азоту у відпрацьованих газах, а також виконувати моделювання процесу детонації.

В роботі запропоновані рівняння для визначення змінного показника згоряння І.І. Вібе m , тривалості згоряння φ_z для малолітражного газового ДВЗ та рівняння розрахунку температур незгорілої суміші і продуктів згоряння.

Наведено методику розрахунку тепловіддачі окремо від згорілої і незгорілої зон. Показано, що для розрахунку теплопередачі в циліндрі малолітражного газового двигуна найкраще підходить формула Аннанда. Перевірка результатів розрахунку за рівнянням Аннанда шляхом перевірки їх за допомогою рівняння внутрішнього теплового балансу складає похибку розрахунку не більше 7 %.

Показано, що похибка розрахунків концентрацій токсичних компонентів з використанням двозонної моделі в порівнянні з експериментальними даними становить для частот обертання більше 3000 хв⁻¹ – 5,8...13 %, на частотах обертання до 3000 хв⁻¹ – 13...18 %.

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ШВИДКОХІДНОГО ДИЗЕЛЯ ЗА РАХУНОК БАГАТОСТАДІЙНОГО ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

Авраменко А.М.

*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

Система Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI) – регульованого гомогенізованого спалаху від стискання передумовлює багатостадійну подачу палива у циліндр ДВЗ з використанням зовнішньої рециркуляції відпрацьованих газів.

Робота присвячена чисельному моделюванню робочого циклу дизеля Д21А (2 Ч 10,5/12) при роботі на режимі номінальної потужності для варіантів зі штатною паливною системою та системою HCCI. У роботі виконано порівняльну розрахункову оцінку складу продуктів згоряння по таким компонентам, як монооксид азоту (NO) та тверді частки з даними експерименту.

Модернізований варіант з системою HCCI має паливну систему типу Common Rail, яка дозволяє реалізовувати багатостадійне впорскування палива.

Такий підхід до організації процесу подачі палива в циліндр дозволяє рівномірно розподіляти паливо по об'єму циліндра та досягнути практично гомогенної суміші.

Встановлено, що використання системи HCCI для дизеля Д21А при роботі на номінальному режимі дозволяє:

- знизити концентрацію NO у ВГ дизеля на 22%, за рахунок вигорання палива при більш низькій максимальній температурі циклу;
- знизити масовий викид сажі та сульфатів на 20% за рахунок переважно об'ємного сумішеутворення та зменшення ділянок “холодного полум'я” у пристіночному шарі камери згоряння.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОДУЛЯТОРА ТИСКУ ЗІ ЗМІННИМИ ПРОХІДНИМИ ПЕРЕТИНАМИ ПРИ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНІЙ МОДУЛЯЦІЇ

Бондаренко А.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання експериментального дослідження роботи модулятора тиску зі змінними прохідними перетинами (МТ зі ЗПП) при широтно-імпульсній модуляції.

Особливість конструкції МТ зі ЗПП: при робочому гальмуванні наповнення керуючої порожнини клапана прискореної дії (КПД) відбувається через канал, що має площу прохідного перетину S_1 , при роботі антиблокувальної системи – S_2 .

Експериментальне дослідження полягає в оцінці працездатності та функціональної придатності розробленого МТ зі ЗПП на базі КПД, визначення необхідної потужності електромагніту, а також впливу площ прохідних перетинів та частоти спрацювання МТ на витрату запасів стислого повітря.

Стенд для випробувань представляє собою модернізовану гілку першого контуру пневматичного гальмівного приводу автомобіля КрАЗ – 6510, яка складається з МТ, ресиверів, КПД, компресора, кранів, виконавчого апарату, трубопроводів, джерела живлення, датчиків тиску, джерела імпульсних сигналів з аналого – цифровим перетворювачем, комп'ютера.

Шляхом експериментальних досліджень було встановлено: котушка МТ, що складається з 1200 витків із діаметром дроту 0,74 мм при подачі напруги з джерела живлення 24 В дозволяє реалізувати фазу спорожнення, при 12 В – фазу наповнення керуючої порожнини КПД через площу прохідного перетину S_2 .

Робочий діапазон частот МТ, при яких можлива реалізація фаз спорожнення та наповнення через ЗПП у діапазоні зміни шпаруватості 0,1 ÷ 0,9, складає 5 – 7 Гц.

Зменшення площі S_2 прохідних перетинів МТ призводить до зниження витрати робочого тіла, проте занижене значення S_2 може спричинити зниження адаптивних властивостей антиблокувальної системи, тому вибір S_2 необхідно звести до вирішення задачі оптимізації як мінімум по двох критеріях: по ефективності гальмування та витраті робочого тіла.

Застосування МТ із ЗПП на базі КПД дозволяє знизити витрату робочого тіла до норм, передбачених СЕК ООН №13.

КОМБІНОВАНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРИВАЛЬНИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ЗА МАСОГАБАРИТНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Бондаренко О.В., Устиненко О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зниження маси та габаритів трансмісій транспортних засобів є актуальною задачею. Одним з перспективних шляхів в цьому напрямку є розв'язання задачі оптимізації за масогабаритними характеристиками.

Розглядається алгоритм оптимізації тривальних коробок передач. У якості змінних проектування прийняті геометричні параметри зубчастих зачеплень коробки.

Рішення оптимізаційної задачі виконується за допомогою комбінованої методики.

1. Основою методики є зондування простору параметрів проектування; у якості пробних точок в одиничному багатомірному кубі (кількість вимірів n рівняється кількості змінних проектування) використовуються точки ЛПт-послідовності.

2. Метод ЛПт-пошуку дозволяє оперувати значною кількістю параметрів (до 51), але має обмеження на кількість рівномірно-розподілених пробних точок (до 2^{20}). Цієї кількості пробних точок недостатньо для дослідження задачі, що розглядається, тому було запропоновано доповнити рішення алгоритмом послідовного звуження n -вимірною паралелепіпеду змінних проектування. Для рішення даної задачі було обрано правило зменшення інтервалу поділом на деяке число Ω . Воно може бути різним для кожної змінної.

Таким чином в задачі з'явилося ще змінні проектування Ω_i , вибір яких буде здійснюватися також за ЛПт-послідовністю. Але у зв'язку з вище згаданим обмеженням ЛПт-послідовності на кількість пробних точок прийнято рішення вивести параметри Ω_i у зовнішню "оболонку" задачі. Виникаюче накладення ЛПт-послідовності самої на себе дозволяє збільшувати кількість пробних точок.

Комбінований алгоритм показав свою перспективність під час чисельного експерименту з мінімізації міжосьової відстані коробки передач. Він дозволив знаходити оптимальні рішення для випадків, коли рішення задачі методом тільки ЛПт-пошуку не приводило до суттєвого зниження міжосьової відстані.

ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ БІРОТОРНОГО ШИБЕРНОГО КОМПРЕСОРА

Братченко О.В., Логвіненко О.А., Чубикало М.Б.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Показано, що одним з перспективних напрямків досягнення високих техніко-економічних показників перевізного процесу є розробка і впровадження на залізничному транспорті нових типів локомотивних компресорів, які на відзнаку від існуючих повинні забезпечувати потрібні характеристики функціонування систем повітропостачання сучасного тягового рухомого складу (ТРС) при виконанні вимог надійності, зменшення габаритних розмірів та витрат потужності на привод, що підтверджується Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України.

Встановлено, що одним з перспективних напрямків вирішення вказаної задачі є створення і використання компресорів нової конструкції до яких можна віднести розроблені в Українській державній академії залізничного транспорту біроторні шиберні компресори (БШК), які мають суттєві переваги у порівнянні з існуючими поршневыми компресорами (типів КТ-6, КТ-7, К-3, ПК-3,5, ПК-5,25, ЭК-4 та ін.), що в нинішній час використовуються на магістральних і маневрових тепловозах, електровозах і моторвагонному рухомому складі, за вказаними вимогами.

За результатами проведених досліджень було виявлено, що наприклад у порівнянні з компресорами КТ7, які використовуються у складі систем повітропостачання магістральних тепловозів та електровозів, біроторні шиберні компресори при тому ж значенні продуктивності мають менші масо-габаритні показники, витрати потужності на привод, рівні вібрацій та шуму, а також не потребують використання редукторів для їх приводу.

Відмічено, що суттєву роль при проектуванні нових компресорів відіграють результати математичного моделювання динамічних процесів, які протікають в їх механічних системах.

Представлені математичне описання та розрахункова схема для проведення динамічного дослідження механічної системи БШК, а також результати розрахунку реакцій в усіх його кінематичних парах, що утворені ланками механізму, та зрівноважувальних моментів, які необхідно прикласти до початкової ланки, щоб вона рухалася за заданим законом.

РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЗНОСІВ КОЛІНЧАТИХ ВАЛІВ ЛОКОМОТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Братченко О.В., Тіщенко В.С.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Представлено розроблене математичне забезпечення для проведення розрахункових досліджень експлуатаційних навантажень та зносів колінчатого валу локомотивної енергетичної установки (ЛЕУ), яке об'єднує математичні моделі функціонування виділених при розробці формалізованого описання механічної системи (МС) сучасних ЛЕУ підсистем конструкції. Серед них математична модель підсистеми розподільного валу (ММПРВ), математична модель підсистеми циліндрових модулів (ММПЦМ) та математична модель підсистеми колінчатого валу (ММКВ). Математичне забезпечення дозволяє проводити дослідження формування навантажень у вузлах та деталях МС ЛЕУ з урахуванням особливостей взаємодії між виділеними підсистемами конструкції.

Представлено схему проведення розрахункових досліджень експлуатаційних навантажень та зносів колінчатого валу ЛЕУ з використанням розробленого математичного забезпечення, а також розглянуті особливості формування вихідних даних для кожної з математичних моделей. Обґрунтована доцільність використання представленого математичного забезпечення при дослідженнях навантажено-деформованого та зношеного стану колінчатих валів сучасних ЛЕУ в експлуатації.

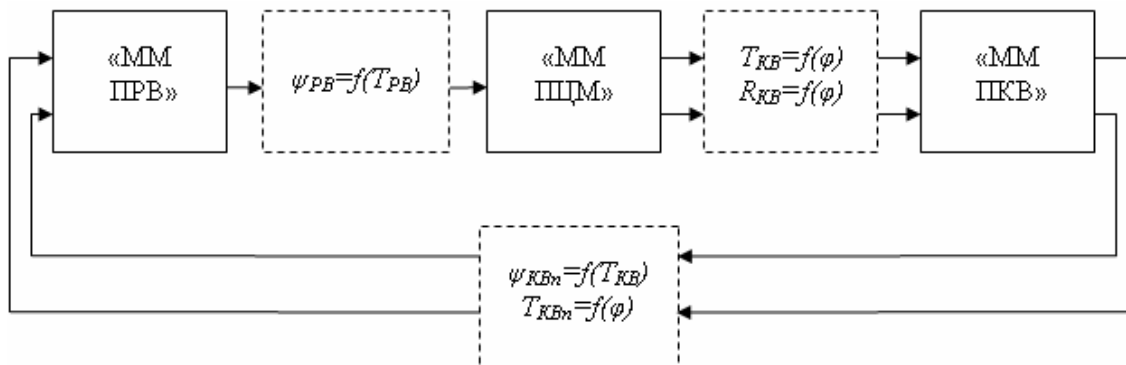


Рисунок 1 – Схема проведення розрахункового дослідження експлуатаційних навантажень та зносів колінчатого валу ЛЕУ

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ БРОНЕКОРПУСІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН

Бруль С.Т., Мазнін В.М., Ткачук М.А.

Департамент розробок і закупівлі озброєння і військової техніки

Міністерства оборони України, м. Київ,

ДП «Завод ім. Малишева»,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Конструктивно-технологічне забезпечення тактико-технічних характеристик легкоброньованих колісних та гусеничних бойових машин складає зміст проектно-конструкторських робіт та циклу технологічної підготовки їх виробництва. При цьому необхідно у ході цих робіт проводити дослідження напружено-деформованого стану бронекорпусів під дією різноманітних навантажень. У той же час потрібно враховувати змінність конструктивних рішень та особливості технології виготовлення елементів бронекорпусів. Дана обставина різко збільшує обсяг досліджень.

Таким чином, необхідно розробити підхід, який би зробив можливим проведення великої кількості проектних досліджень в умовах, коли варіюються не тільки числові параметри, але й структура, конструктивні схеми елементів та способи їх з'єднання. Для цього природним чином пристосований метод узагальненого параметричного опису складних механічних систем, який у даній роботі адаптований для дослідження бронекорпусів бронетранспортерів.

Варійовані параметри визначаються із умов конструктивної міцності, забезпечення ГТХ проєктованих бойових машин, технологічності та економічності їх виготовлення. Рішення щодо вибору того чи іншого конструктивно-технологічного рішення здійснюється також із залученням експертних оцінок.

Таке поєднання формально-критеріального та експертного підходів не тільки не суперечить сучасним тенденціям проєктування, але й чітко у них вбудовується. На цій основі, зокрема, можна будувати спеціалізовані інтегровані САПР для проектно-технологічного циклу при створенні легкоброньованих машин, які доповнені модулями аналізу напружено-деформованого стану та синтезу раціональних варіантів бронекорпусів як з точки зору конструктивних рішень та параметрів, так і з точки зору технології виробництва.

УДАРНИЙ РЕЗОНАНС У БРОНЕКОРПУСАХ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН: МОДЕЛІ, ДЖЕРЕЛА, ПРОЦЕСИ

Бруль С.Т., Ткачук М.А., Карапейчик І.М.

Департамент розробок і закупівлі озброєння і військової техніки

Міністерства оборони України, м. Київ,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків,

ВАТ «Азовмаши», м. Маріуполь

Бронекорпуси сучасних легкоброньованих машин сприймають у процесі бойового застосування дії навантажень високої інтенсивності та широкого частотного спектру. У зв'язку з цим при їх проектуванні виникає актуальна і важлива задача обґрунтування конструктивних рішень і параметрів, які забезпечують заданий рівень міцності, жорсткості, захищеності бронекорпусів.

Особливої *актуальності* дана задача набуває при дослідженні реакції корпусів проєктованих виробів на дію послідовності імпульсних сил при здійсненні серії пострілів із бойового модуля. Корпус бойової машини замикає силові потоки в машині як єдиній складній механічній системі. Для забезпечення живучості і міцності виробу та точності стрільби в умовах бойового застосування необхідно, щоб його корпус, що є основним силовим і захисним елементом виробу, забезпечував можливість виконання бойових завдань, в т.ч. при дії реактивних зусиль віддачі.

Одним з основних чинників, які суттєво впливають на реакцію бронекорпусу на дію реактивних зусиль віддачі, є та особливість, що ці зусилля є високочастотним імпульсним збуренням. При його прикладанні можливе виникнення ударного резонансу. Порівняно з простим резонансом ударний резонанс може виникати не тільки при співпаданні частот збурюючих сил із власними, але й при кратних їх співвідношеннях. Даний чинник призводить до різкого підвищення вимог до спектрів власних частот проєктованих бронекорпусів.

У даній роботі запропоновані підходи, методи, моделі і алгоритми, що забезпечують розв'язання задачі, яка виникає.

ДІЯ УДАРНОЇ ХВИЛІ НА БРОНЕКОРПУС ЛЕГКОБРОНЬОВАНОЇ МАШИНИ

Васильєв А.Ю., Кохановська О.В., Васильєва Т.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останніми роками істотно зросла кількість робіт, присвячених питанням проектування і модернізації легкоброньованих машин (ЛБМ). Це відбувається внаслідок збільшення ролі ЛБМ у військових доктринах багатьох країн і, як результат, відбувається істотна зміна вимог, що висуваються до ЛБМ та їх тактико-технічних характеристик. Щоб задовольнити сучасним тенденціям, необхідно істотно підвищити рівень рухомості, вогневої потужності і захищеності. В той же час слід зазначити тенденції до зростання потужності зброї масового ураження, збільшення кількості терористичних актів, у тому числі із використанням різних вибухових пристроїв високої потужності, а також участь ЛБМ в локалізації крупних техногенних аварій і стихійних лих, а також в ліквідації їх наслідків. Таким чином, для визначення міри відповідності ЛБМ останнім вимогам до захищеності і живучості машини, зокрема, бронекорпуси повинні розраховуватися на весь комплекс вражаючих факторів, у тому числі на дію ударних хвиль різного походження.

Цим питанням приділена увага в роботах багатьох дослідників. Кожна із запропонованих раніше методик має свої достоїнства, проте в той же час стосовно задач моделювання дії ударної хвилі на бронекорпус ці методики мають ряд загальних недоліків. Наприклад, у традиційних методиках не розв'язані такі задачі як: урахування рухомого характеру ударно-хвильового навантаження; урахування нерівномірного характеру газодинамічного обтікання корпусу ЛБМ; урахування нелінійної деформації матеріалу бронекорпусу.

В той же час для машин серії МТ-ЛБ уже при невеликому тиску спостерігається початок нелінійної поведінки матеріалу. Погрішність моделювання за лінійними моделями при великих тисках може досягати сотень відсотків.

Таким чином, виникає протиріччя між потребами в забезпеченні захищеності бронекорпусів від дії ударно-хвильового навантаження на етапі проектування, з одного боку, і використовуваними розрахунковими моделями із іншого. Це зумовило актуальність і важливість задачі, поставленої і розв'язаної в роботі на основі використання нелінійних моделей фізико-механічних процесів при обтіканні корпусів легкоброньованих машин ударною хвилею.

ІНТЕГРОВАНІ ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ КОМПЛЕКСИ НА БАЗІ SIEMENS NX У НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ У ЦЕНТРІ «ТЕНЗОР»

Васильєв А.Ю., Ткачук М.А., Легостаєв Р.О., Халченко С.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Українське машинобудування та галузі народного господарства, що використовують машини, механізми, агрегати, обладнання вітчизняного виробництва, на даний час конче потребують вискоефективних проектних рішень, які б дозволили досягнути високих технічних, технологічних, економічних та екологічних характеристик виробів нашої промисловості. Для цього необхідно проводити значний обсяг досліджень на перших етапах проектування в умовах невизначеності, мінливості, варійованості конструктивних рішень, критеріїв та обмежень. У зв'язку з цим виникає актуальна і важлива задача розробки методів, моделей та засобів для здійснення великих обсягів числових досліджень із залученням потужного програмно-апаратного забезпечення.

У НТУ «ХПІ» в центрі «Тензор» склався колектив дослідників, що мають багаторічний досвід дослідження елементів складних машинобудівних конструкцій. Розроблено оригінальні методи математичного моделювання робочих процесів у машинах, а також розрахунків найбільш навантажених і відповідальних їхніх елементів. Для розробки моделей елементів сучасної техніки залучаються як оригінальні методи і програмне забезпечення, так і сучасні системи автоматизованого проектування (Siemens NX). Учені колективу тісно зв'язані з реальними науково-технічними задачами на вітчизняних підприємствах.

В НТУ «ХПІ» розроблено основні підходи до розв'язання поставленої задачі як в теоретичному плані, так і з точки зору формування числових моделей. Створено спеціалізований програмно-апаратний комплекс, що оснащений ліцензійним програмним забезпеченням. Все це поєднується у єдиному процесі із навчанням студентів. Реальні проекти є темою їхніх дипломних та курсових робіт, що неодноразово займали призові місця на конкурсах студентських робіт. Зокрема, із застосуванням системи NASTRAN проведено низку навчально-дослідницьких робіт. Наприклад, досліджено кінематику, статику, контактну взаємодію та напружено-деформований стан металокопструкції механізму нахилу дугової сталеплавильної печі. Одержані дуже цінні результати, які використані в курсовому та дипломному проектуванні.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ КОРПУСІВ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

Веретельник О.В., Веретельник В.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дослідження напружено-деформованого стану гідроциліндрів привело до появи нових конструктивних і технологічних рішень – паяних корпусів силових гідроциліндрів, а також до нових скінченно-елементних моделей, які моделюють їх напружено-деформований стан.

З появою паяного корпусу гідроциліндрів, виготовлених з двох частин – гільзи і кришки, вдається досягти істотної економії матеріалу при виготовленні (до 80 %) порівняно з раніше застосованою технологією виготовлення корпусів з цілісної заготовки. У паяних корпусах при виготовленні гільз доцільно використовувати трубу з відповідними зовнішніми і внутрішніми діаметрами, а потім за допомогою високотемпературного паяння при 1135°C сполучати її з кришкою, при цьому товщина паяного шва не перевищує 0,1 мм.

Природним чином при дослідженні напружено-деформованого стану паяного корпусу гідроциліндра виникає ряд завдань: розгляд напружено-деформованого стану паяних корпусів залежно від наявності і довжини сполучного шва; розгляд концентратора напружень корпусів і спроба зменшення їх впливу шляхом додавання скруглень у відповідних областях; розгляд напруженого стану корпусів залежно від значень параметрів, що визначають зовнішні габарити корпусу; дослідження впливу футерувального шару з різних матеріалів на напружено-деформований стан корпусів гідроциліндра.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ШИЙНОГО ВІДДІЛУ ХРЕБТА З ОРТЕЗОМ

Веретельник О.В., Веретельник Ю.В., Радченко В.О., Тимченко І.Б.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

Індустріальна група «У.П.Е.К.»,

*Інститут патології хребта і суглобів ім. проф. Ситенка АМН України,
м. Харків*

Зазвичай одним з ключових етапів дослідження механічної поведінки різних тіл або конструкцій, а саме – визначення їх напружено-деформованого стану, був натурний експеримент фізичних моделей. Але останнім часом з розвитком комп'ютерного моделювання натурний експеримент відійшов на завершальний етап дослідження тіл або конструкцій. Це викликано тим, що завдяки комп'ютерному моделюванню можливо отримати результати, на основі яких можна уточнювати початкові моделі до проведення натурального експерименту; таким чином, відпадає необхідність в проведенні дорогих натурних експериментів на проміжних етапах дослідження.

Натурний експеримент, що проводиться на завершальних етапах дослідження, служить для верифікації результатів, отриманих в ході комп'ютерного моделювання. Тим самим отриманий симбіоз – комп'ютерне моделювання (на ранніх стадіях дослідження) і натурний експеримент (на завершальних етапах дослідження) – дозволяють отримати достовірні результати, а також істотно скоротити витрати на проведення всього дослідження в цілому.

Натурний експеримент, що проводиться в рамках даного дослідження, служить для верифікації отриманих переміщень в результаті числових досліджень, скінченно-елементного моделювання механічної поведінки біомеханічної системи на прикладі шийного відділу хребта з ортезом.

Даний експеримент складався з двох етапів. На першому етапі розглядалася повна модель, що складається з ортеза, верхньої і нижньої опор (елемент-голова і елемент-передпліччя), з направляючими стрижнями і елементом-шиєю. На другому етапі дослідження в експерименті брала участь фізична модель без ортеза. Одержані дані були покладені в основу для обґрунтування параметрів скінченно-елементних моделей біомеханічних систем.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ДАТЧИКОВОЇ АПАРАТУРИ ДЛЯ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ ВІЙСЬКОВИХ КОЛІСНИХ МАШИН

Волонцевич Д.О., Богач В.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання вибору раціональної датчикової апаратури для побудови системи стабілізації курсової стійкості автомобіля підвищеної прохідності.

Для військових колісних машин на відміну від звичайних автомобілів побудова системи стабілізації курсової стійкості має відмінності, які обумовлені особливостями конструкції, швидкісними характеристиками, роботою в важких дорожніх умовах, тощо. Суттєвим критерієм вибору датчикової апаратури також є надійність датчиків, та їх можливість роботи в важких умовах експлуатації.

В роботі розглянуті різні датчики сучасних систем стабілізації курсової стійкості автомобілів, дається оцінка їх параметрів, а також запропонована методика відбору необхідної кількості датчиків та їх основних параметрів, які забезпечують виконання необхідних функцій стабілізації руху.

Вважаючи на той факт, що ціна сучасних систем стабілізації доволі висока, в роботі запропоновані варіанти здешевлення вартості всієї системи стабілізації курсової стійкості автомобіля за рахунок використання відповідних типів датчиків без істотного погіршення параметрів системи.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДВИГУНА З РОЗДІЛЕНИМ ЦИКЛОМ

Ліньков О.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто сучасний стан практичних розробок двигунів з іскровим запалюванням та розділеним циклом. Пропонується нова схема двигуна, що має ряд переваг перед іншими схемами. Як і в відомих двигунах з розділеним циклом у схемі нового двигуна один циліндр є компресорним, а інший робочим. Особливістю двигуна що пропонується є камера згоряння встановлена між циліндрами, тобто процес згоряння здійснюється в окремому об'ємі з інтенсивним вихором. Час що відводиться на процес згоряння збільшується завдяки цьому в декілька разів. Запропонована конструкція двигуна забезпечить більш повне згоряння палива та підвищить коефіцієнт корисної дії двигуна.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ РОЗБИВКИ ПЕРЕДАТОЧНИХ ЧИСЕЛ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ З ТОЧКИ ЗОРУ НАЙКРАЩОЇ ДИНАМІКИ РОЗГОНУ ВІЙСЬКОВИХ МАШИН В РІЗНИХ ДОРОЖНІХ УМОВАХ

Волонцевич Д.О., Веретенніков Є.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання досягнення максимально можливої рухливості військових гусеничних та колісних машин при фіксованих потужності енергетичної установки, типу трансмісії та кількості передач за рахунок раціональної розбивки передатних чисел в межах обраного кінематичного діапазону трансмісії.

Для військових гусеничних та колісних машин на відміну від звичайних автомобілів доля пробігу, що припадає на покращені дороги з твердим покриттям, значно менша, а доля пробігу по ґрунтових дорогах і бездоріжжю більша. При вирішенні бойових задач машина має якнайшвидше досягати максимальної можливої в даних умовах швидкості. Безумовно, для реалізації цієї якості в повній мірі неможливо використовувати апарат теорії автомобіля з рекомендацій по розподілу передаточних чисел в межах кінематичного діапазону, який побудований для доріг з твердим покриттям.

В роботі пропонується методика розбивки передаточних чисел коробки передач механічної трансмісії при обраних потужності і типу енергетичної установки, розрахованих і прийнятих максимальній і мінімальній швидкостях руху, кількості передач в трансмісії і закону розподілу пробігу по дорогах з відповідним коефіцієнтом опору руху.

Для виконання пропонованої методики розроблений узагальнений критерій динаміки розгону на дорогах з різним коефіцієнтом опору руху при відомому законі їх розподілу. Цей узагальнений критерій дозволяє в автоматичному режимі з використанням оптимізаційних алгоритмів обирати найбільш ефективну розбивку при обраній кількості передач і в ручному режимі приймати рішення про мінімальну раціональну кількість передач в трансмісії.

ОЦІНКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДИЗЕЛЯ ДЛЯ ПРИВОДА ГЕНЕРАТОРА НАЗЕМНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МАШИНИ

Галкін С.Г., Парсаданов І.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підвищення технічного рівня дизеля для привода генератора наземної транспортної машини пов'язано з суттєвим поліпшенням його паливно-економічних, екологічних показників та надійності роботи. Для вирішення цієї актуальної задачі, що має практичне значення, необхідно удосконалення сумішоутворення і підвищення ефективності згоряння.

В основу проведеного дослідження покладені розрахунково-аналітичні методи математичного моделювання і експериментальні методи фізичного моделювання робочого процесу дизеля.

При виконанні дослідження дана оцінка конструкції й показників високообертового дизеля для привода генератора наземної транспортної машини, запропоновані і обґрунтовані заходи по покращенню показників паливної економічності, проведено модулювання робочого процесу, рекомендовані термодинамічні та регульовані параметри, розроблена схема та основні елементи сумішоутворення – розпилювач форсунки з корегованими осями п'ятьох розпилюючих отворів і конструкції камери згоряння, в тому числі, що забезпечують локальну турбулізацію заряду.

Проведене дослідження показало, що запропонована схема організації сумішоутворення з локальними турбулізаторами заряду та п'ятидирчатим розпилювачем форсунки дозволить підвищити ефективність сумішоутворення дизеля для привода генератора наземної транспортної машини при відсутності тангенціального руху заряду в камері згоряння.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЦИСТЕРН ПАЛИВОЗАПРАВНИКІВ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Глинін Г.П., Ткачук М.А.

*ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний
інститут», м. Маріуполь,*

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Бурхливий розвиток сучасного машинобудування відбувається як у напрямі зростання технічних і тактико-технічних характеристик проєктованих машин, що виготовляються, так і у напрямі різкого скорочення термінів і вартості проєктування і технологічної підготовки виробництва нових виробів. Особливої специфіки при цьому набувають проблеми, пов'язані з розробкою і виготовленням елементів високовідповідальних машин. Це, наприклад, машини для роботи на режимних об'єктах (аеродроми, АЕС, підприємства хімічної промисловості), машини для транспортування небезпечних вантажів (рідин, газів і т.д.). До них пред'являються особливі вимоги. При цьому умови роботи даних машин пов'язані з виконанням регламентованих операцій, а виконувані функції настільки відповідальні, що потрібні висока надійність, недопущення поломок і аварій. При проєктуванні таких машин через наявність багатьох чинників, стохастичних дій, нелінійностей заздалегідь складно передбачити і розрахувати навантаження, що діють в ході експлуатації, що утрудняє розрахункове обґрунтування параметрів високовідповідальних елементів машин.

Практика проєктно-дослідницьких робіт, що існує на даний час і базується на широкому використанні CAD/CAM/CAE-технологій для обґрунтування конструктивних рішень і параметрів проєктованих машин шляхом числового моделювання фізико-механічних процесів, не забезпечує в даному випадку достовірного результату, оскільки навантаження, що діють в процесі експлуатації машини, часто невідомі не лише за величиною, але і за складом, а також за законами розподілу в просторі і в часі. Виникає протиріччя між потребами машинобудування, машинознавства, з одного боку, а також теорією і практикою оптимального проєктування елементів машин, – з іншого. Розв'язання даної актуальної і важливої задачі складає мету і зміст даної роботи. У ній запропонований підхід, що використовує для визначення навантажень, що діють на проєктовану машину, результатів експериментальних досліджень машин-аналогів.

МОДЕЛЬ ВІБРОУДАРНОЇ СИСТЕМИ З НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Грабовський А.В., Костенко Ю.В., Барчан Є.М., Артьомов І.В.
*Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут», м. Харків,
ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний
інститут», м. Маріуполь*

Сучасні віброударні машини проектуються для виконання широкого спектру функцій. Це змушує проектувальників розширювати принципи роботи нових машин. Зокрема, в даний час різко зростають області застосування вібраційних машин. Вони використовуються в якості транспортних і технологічних машин у різних галузях промисловості: у металообробці, в металургії, в обробці будівельних матеріалів, у сільському господарстві та переробці сільськогосподарської продукції. Цьому сприяють унікальні особливості вібраційних машин, зумовлені специфічними властивостями нелінійних динамічних систем.

У той же час зростаючі вимоги до технічних характеристик, а також інтенсифікація режимів експлуатації вібромашин призводять до різкого зростання їхньої динамічної навантаженості. При цьому особливе значення дані фактори мають для важконавантажених вібраційних машин, зокрема, віброударних, тому що при цьому традиційні підходи до моделювання динамічних процесів і напружено-деформованого стану не дають адекватних результатів.

Особливий інтерес при цьому викликає не тільки пошук сили ударної взаємодії, але і специфічне підресорювання як корпусу вибивної вібраційної машини в цілому, так і підресорювання секцій решіток, об які вибивається піщано-глиниста суміш. Проте застосування такого підходу вимагає вдосконалення вже існуючих математичних моделей або створення нових моделей.

Таким чином, виникає актуальна задача розробки удосконалених підходів, методів і моделей, а також виявлення особливостей динамічних процесів у віброударних машинах з нелінійними елементами, розподілу сили ударної взаємодії при його частковому руйнуванні і залежності напружено-деформованого стану елементів вібромашин від параметрів елементів віброударної системи.

ВЛИЯНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ВЫБОР ВИДА ЕГО РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

Данильченко О.В., Манзюк В.Н., Малютин П.В.,

Швец И.А., Литвин С.Н.

*Первомайский политехнический институт Национального
университета кораблестроения имени адмирала Макарова,
г. Первомайск*

Известно: 1. Дизельное топливо практически всегда дороже любого газообразного. 2. Газодизельный двигатель по сравнению с однотипным газовым или дизельным двигателем сложнее по устройству и дороже в изготовлении. 3. Коэффициент полезного действия газодизельного двигателя находится на уровне дизельного и заметно выше, чем у газового двигателя с воспламенением от искры.

В связи с этим становится актуальным вопрос, какой двигатель, точнее какой рабочий процесс, является наиболее предпочтительным с точки зрения потребителя. Ответ на данный вопрос будет зависеть от задач, которые необходимо решить потребителю при помощи данного двигателя: 1. Бесперебойное энергоснабжение. 2. Утилизация бросовых или использование дешевых топлив. 3. Когенерация–комплексное получение тепловой и электрической энергии.

При решении задачи бесперебойного обеспечения объектов электроэнергией основное внимание уделяется вопросам надежности установки в целом и процесса пуска в особенности. В связи с этим при решении задачи бесперебойного обеспечения объектов электроэнергией предпочтение следует отдать дизельному или газодизельному циклу. Двигатели с таким рабочим процессом относительно дорогие но имеют хорошие пусковые качества и достаточно надежны.

Для утилизации бросовых топливных газов целесообразно использовать газодизельные двигатели с малой запальной дозой жидкого топлива. Перспективно использование в качестве запального топлива жидких дешевых топлив не нефтяного происхождения. Применение малых запальных доз жидкого топлива снижает долю затрат на них в общей массе расходов на топливо, а применение газодизельного цикла обеспечивает высокий КПД двигателя. При когенерации важное значение имеют коэффициент использования топлива и его цена, поэтому целесообразность использования газовых двигателей с воспламенением от искры очевидна. В данном случае тепловые потери будут утилизироваться при производстве тепловой энергии. Сделанные выводы подтверждены технико-экономическими расчетами, выполненными при различных соотношениях цен на жидкие и газообразные топлива имевших место в течении последних 20 лет.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТА ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ НА БАЗІ СИНХРОННОГО ДВИГУНА ЗІ ЗБУДЖЕННЯМ ВІД ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ

Демидов О. В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В статті досліджено роботу тягового електроприводу з синхронними двигунами зі збудженням від постійних магнітів для пригородного електрорухомого складу залізниць. Звернено увагу на особливості роботи тягових перетворювачів, та методи керування ними.

Головною перевагою такого приводу є його високі енергетичні показники, що дозволяє реалізувати безредукторний привод.

Серед різноманітних схем та конструкцій тягового перетворювача найбільше поширення здобули дво- та трьохрівневі інвертори напруги. Щодо систем керування, найбільш ефективними наразі є мікропроцесорні системи, що реалізують керування методом просторово-векторної ШІМ.

Одним з перспективних напрямків удосконалення електрорухомого складу є поліпшення енергетичної ефективності тягового приводу шляхом подальшого зниження втрат в тяговому перетворювачі, двигуні та механічній частині приводу.

Найбільш значущими в тяговому перетворювачі є динамічні та статичні втрати силових напівпровідникових приборів, втрати снаберних кіл, вхідних та вихідних фільтрів. Втрати в двигуні можна поділити на втрати в міді та сталі від основної та вищих гармонійних.

Для дослідження роботи приводу розроблено комплексну модель в середовищі Matlab-Simulink, яка включає в себе підсистеми тягового перетворювача, двигуна та механічної частини. Модель дозволяє вирахувати втрати на різних ланках тягової передачі, та вплив окремих елементів на підсумковий ККД приводу. Змінюючи налаштування системи керування, конструкцію та параметри тягового перетворювача та двигуна, можна промодельовати різноманітні варіанти приводу та обрати найбільш підходящий для кожного з конкретних випадків.

Модель можливо покласти в основу основною для багатокритеріальної оптимізації елементів приводу в цілому.

Запропоновано провести визначення електромагнітних та геометричних параметрів тягового шляхом рішення задачі синтезу. Це можливо зробити шляхом багатокритеріальної оптимізації з використанням комплексної моделі тягового приводу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО КУТОВИХ КОЛИВАНЬ КОЛІСНОЇ МАШИНИ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПІДВІСКИ

Дущенко В.В., Груньов С.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних транспортних засобах використовуються різні види систем управління пружними і демпфіруючими елементами підвіски для забезпечення високих показників плавності руху. Однак у складі військових машин система управління пружними елементами (УЕ) підвіски на сьогоднішній день не застосовується. Це пов'язано з важкими умовами експлуатації даного типу машин.

Сучасний рівень технологій дозволяє створити систему управління УЕ підвіски для військових колісних машин (КМ), яка забезпечує мінімальні коливання підресореного корпусу при будь-яких умовах руху. Для формування законів управління необхідно визначити оптимальний алгоритм регулювання УЕ підвіски. Таким чином, дана робота присвячена дослідженню коливань колісної машини при русі за заданим профілем, з метою отримання передумов до створення алгоритму управління системою УЕ підвіски.

Дослідження коливань КМ проводилися за допомогою повної математичної моделі шасі БТР-4, розробленої в КП ХКБМ ім. Морозова для тренажера механіка-водія.

Сформульовано вимоги до системи управління пружними елементами підвіски військових КМ. На базі комплексу чисельних експериментів отримано алгоритм системи управління УЕ, який дозволяє підвищити плавність руху БТР-4.

**ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ДЛЯ
КЕРУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВУЗЛІВ СИСТЕМ
ПІДРЕСОРЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Дущенко В.В., Кумосін М.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Застосування електромагнітних полів у системах керування характеристиками пружних елементів та демпфіруючих пристроїв підвіски транспортних засобів дозволяє на порядок підвищити швидкодію та спростити конструкцію вузлів. Однак, залишаються актуальними питання їх вартості, енергоспоживання, ваги та габаритів.

У роботі проведено аналіз відомих технічних рішень використання електромагнітних полів (теплового, магнітного, електричного) для керування характеристиками систем підресорювання. Це магнітореологічні амортизатори, фрикційні амортизатори з використання ефекту Джонсона-Рабека, електромагнітна підвіска із застосуванням лінійних електродвигунів та ін. Розглянуто недоліки даних вузлів, причини їх виникнення та сформульовано протиріччя розвитку.

Проведено аналіз та розрахунок енергоспоживання розглянутих технічних рішень та сформульовано головні проблеми, що заважають широкому впровадженню таких систем керування у підвісках транспортних засобів, зокрема на військових гусеничних та колісних машинах.

На основі проведених досліджень сформульовано можливі напрямки вирішення виявлених проблем та зроблено висновки про перспективність застосування електромагнітних полів у системах керування характеристиками вузлів підвіски транспортних засобів.

**ГОРДОСТЬ И СЛАВА НТУ "ХПИ"
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н.А. СОБОЛЯ)**

Епифанов В.В., Писарская Н.В.

Национальный технический университет

“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

В 2010 году исполнилось 100 лет со дня рождения известного руководителя промышленности Украины, выпускника нашего ВУЗа Николая Александровича Соболя.

Н.А. Соболев родился 6 (19) февраля 1910 года в селе Большая Рублевка Полтавской губернии в семье учителя. В 1929 году окончил Богодуховскую профшколу и начал трудовую деятельность техником на Харьковском паровозостроительном заводе (ныне – ГП "Завод имени Малышева"). Без отрыва от производства закончил с отличием в 1936 году Харьковский механико-машиностроительный институт и получил квалификацию "инженер-механик". На заводе работал помощником начальника отдела технического контроля, затем начальником отдела эксплуатации. В период Великой Отечественной войны назначен заместителем начальника отдела технического контроля Уралвагонзавода (г. Нижний Тагил).

Сразу же после освобождения Харькова от немецко-фашистских захватчиков Н.А. Соболев возвращается на родной завод. В 1947 году назначен начальником производства, в 1949 году – главным инженером завода. В начале 1950-х годов сотрудники конструкторского бюро завода по разработке тяжелых гусеничных артиллерийских тягачей и инженерных машин на их базе создало семейство изделий. Н.А. Соболев принимал непосредственное участие в постановке на производство этих транспортных средств и в 1951 году вместе с коллегами был удостоен Государственной премии СССР.

В 1954 году Николай Александрович стал во главе многотысячного коллектива завода. С 1958 года – председатель совета народного хозяйства (СНХ) Харьковского экономического административного района, с 1960 – председатель СНХ УССР, с 1961 – 1-й секретарь Харьковского обкома компартии Украины (КПУ), с 1963 – 2-й секретарь центрального комитета КПУ, с 1966 – 1-й заместитель председателя Совмина УССР, с 1972 – на пенсии. За заслуги перед государством удостоен 2-х орденов Ленина, 4-х орденов Трудового Красного Знамени, орденов Красной Звезды и "Знак почета", многих медалей.

Умер Н.А. Соболев в 1991 году.

ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ТИСКУ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА КОМБІНОВАНОЮ ПАЛИВНОЮ СИСТЕМОЮ ДИЗЕЛЯ

Єлістратов В.О.

*Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського, м. Кременчук*

Недоліками класичної паливної системи дизеля, яка складається з ПНВТ, форсунок, муфти випередження впорскування палива, є нестабільність тиску впорскування палива на різних режимах роботи дизеля та залишкового тиску в трубопроводі високого тиску, низький тиск упорскування на малих кутових швидкостях колінчастого вала двигуна, нестабільність подачі палива від циклу до циклу та пропуски подач на режимах холостого ходу.

Для усунення вказаних недоліків пропонується обладнати дизель комбінованою паливною системою, а саме:

– замість муфти випередження впорскування палива встановити регульований привод нерівномірного обертання кулачкового вала ПНВТ, який у поєднанні із стабілізацією об'ємної швидкості подачі палива плунжером ПНВТ виконує функції муфти випередження впорскування палива;

– оснастити класичну паливну систему дизеля модуляторами імпульсів тиску палива, які встановлюються біля форсунок;

– обладнати класичну паливну систему дизеля зворотними клапанами, які встановлюються над нагнітальними клапанами, створюючи клапани подвійної дії.

Регульований привод ПНВТ перетворює рівномірне обертання приводного вала ПНВТ в нерівномірне обертання кулачкового вала ПНВТ і забезпечує безступінчасте регулювання ступеня нерівномірності обертання кулачкового вала ПНВТ, що дозволяє зберігати високу лінійну швидкість плунжера при нагнітанні палива на часткових швидкісних режимах дизеля.

Клапан подвійної дії дозволяє підвищити рівень залишкового тиску палива в паливній системі дизеля при його роботі на часткових швидкісних режимах.

Застосування модуляторів імпульсів тиску палива дозволяє додатково підвищити тиск упорскування на часткових швидкісних режимах роботи дизеля і перебудувати цей процес таким чином, що середній тиск упорскування палива на вказаних режимах зростає, а тривалість впорскування скорочується.

**ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАЛИШКОВИХ ГАЗІВ У
ДВОТАКТНОМУ ДВИГУНІ ТРИВИМІРНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ
ГАЗОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Єрощенко С.А., Корогодський В.А., Василенко О.В.
Українська Державна Академія Залізничного Транспорту,
Хандримайлов А.О.**

*Харківський Національний Автомобільно-Дорожній Університет,
м. Харків*

У роботі авторами проведені дослідження з визначення коефіцієнта залишкових газів (γ) у циліндрі двотактного двигуна з повітряним охолодженням, іскровим запалюванням, кривошипно-камерною продувкою при забезпеченні зовнішнього сумішоутворення (карбюратор). Кількість залишкових газів у циліндрі двигуна дозволяють судити про досконалість організації процесу газообміну, який впливає на індикаторні й ефективні показники. Для оцінки відповідності математичної моделі були проведені експериментальні дослідження шляхом газового аналізу в циліндрі двигуна та у випускній системі по навантажувальних характеристиках при частоті обертання колінчатого вала $n=3000 \text{ хв}^{-1}$. Значення коефіцієнта залишкових газів у циліндрі двотактного двигуна на першому етапі досліджень визначалися з використанням газового аналізатора СТ 300.02. с класом точності 1. Газовий аналізатор дозволив виміряти концентрацію у відсотках наступних газів O_2 , CO , CO_2 і C_mH_n . Відбір газів проводився із циліндра двигуна та його випускної системи. На режимах навантажувальної характеристики за результатами газового аналізу і його подальшій обробці отримані наступні дані коефіцієнта залишкових газів: при навантаженні $P_e=0,21 \text{ МПа}$ значення γ склало 22,75%; з підвищенням навантаження до $P_e=0,37 \text{ МПа}$ значення γ знизилася до 18,3%; при максимальнім навантаженні ($P_e=0,45 \text{ МПа}$) значення γ досяглося 16,58%. На другому етапі досліджень значення коефіцієнта залишкових газів визначалися шляхом тривимірного чисельного моделювання газової течії в циліндрі двигуна. Моделювання та обробка отриманих результатів виконані з використанням програмного комплексу MTF5®. За результатами моделювання отримані значення коефіцієнта залишкових газів, які змінюються від $\gamma=18,42\%$ при $P_e=0,37 \text{ МПа}$ до $\gamma=17\%$ при максимальнім навантаженні ($P_e=0,45 \text{ МПа}$). Отримані результати коефіцієнта залишкових газів при математичнім моделюванні мають відносну максимальну погрішність 2,47% стосовно даних проведеного газового аналізу, що не перевищує максимальну припустиму погрішність в 5%.

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОДИСКОВОЇ ГІДРАВЛІЧНОЇ МІЖОСЬОВОЇ МУФТИ

Завгородній А.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання дослідження багатодискової гідравлічної міжосьової муфти автомобіля.

Перевага міжосьової муфти порівняно з віскомуфтою полягає в можливості регулювання крутного моменту в залежності від режимів руху автомобіля. При цьому відпадає необхідність в застосуванні обгінної муфти, яка повинна забезпечувати нормальну роботу антиблокувальної системи гальм.

В роботі визначені оцінки працездатності та функціональної придатності розробленої муфти. Теоретично доведено і визначено необхідну потужність гідрооб'ємного насоса включення гідравлічної муфти.

ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ ПОХИБОК ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Зеленський В. Б., Зарубіна А. О., Храмцова І. Я., Сафонова З. С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглядається важільний механізм, який використовується для здійснення допоміжних рухів у гнучких автоматичних лініях як стаціонарна система з n ступенями свободи і q_i узагальненими координатами. Для цієї системи пропонуються рівняння динамічних помилок, що визначають точність позиціонування досліджуваного механізму.

Відхилення від програмного руху, обумовленого, наприклад, пружними властивостями ланок механізму, вимагають введення нових узагальнених координат. З урахуванням цього з рівняння кінетичної енергії системи, що розкладається в ряд Тейлора з членами не вище другого порядку, та рівняння Лагранжа другого роду, що включає в себе програмні відхилення, виходять диференціальні рівняння динамічних помилок механізму в загальному вигляді.

Ці рівняння розв'язуються чисельними методами інтегрування. Для практичного використання рівнянь складена програма, за допомогою якої визначені динамічні помилки заданого руху антропоморфного механізму.

Одержані залежності дозволяють числовим методом оцінити характер та величини динамічних похибок, а також точність позиціонування схвата, які визначені відхиленнями центру схвата від точок заданої траєкторії.

ЗАДАЧА СИНТЕЗУ ДЛЯ РІЗНИХ ВИДІВ МЕХАНІЗМІВ

Зінченко О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Задача побудови механізму, який зможе задовольнити всім наперед заданим умовам, завжди цікавила механіків. По суті, вона є однією із найголовніших в кінематиці механізмів.

В області синтезу кулачкових механізмів велися і продовжують вестися роботи по уточненню вибору закону руху веденої ланки і визначенню основних розмірів механізму. В результаті багаточисельних досліджень з'ясувалося, що цей закон слід вибирати не лише з врахуванням заданих кінематичних і динамічних величин, але і з врахуванням технології виготовлення кулачка і точності відтворення його профілю. Накопичені дані по зв'язку точності відтворення профілю кулачка з основними кінематичними і динамічними параметрами механізму дозволили обґрунтувати систему допусків на робочий профіль і пов'язану з нею таблицю законів руху веденої ланки, що рекомендувалися. Можна стверджувати, що передбачувані переваги деяких складних законів руху не можуть бути реалізовані при існуючих методах обробки профілю кулачка.

Синтез комбінованих механізмів (кулачково-важільних, зубчасто-важільних та ін.) цікавий тим, що він заснований на органічному злитті методів синтезу важільних механізмів з методами синтезу кулачкових, зубчастих та інших механізмів.

Досить повно досліджені і триланкові мальтійські механізми з прямолінійними радіальними пазами. Механізми мальтійських хрестів вивчалися Р. Альтом, Р. Бейером, І.Е. Беккер, З.Б. Конторовичем, І.П. Варенцовим та ін. Пізніші роботи належали Л.Н. Решетову, Е.Г. Нахапетяну та ін.

Без сумніву, створення основ сучасних методів наближеного синтезу шарнірно-важільних механізмів пов'язано з іменами П.Л. Чебишева и Л. Бурместера.

П.Л. Чебишев в 1853 році вперше сформулював задачу наближеного синтезу таких механізмів. У подальших дослідженнях П.Л. Чебишев розробив метод підбору параметрів кінематичної схеми, при яких функція, відтворювана механізмом, має наближення до заданої безперервної функції на заданому відрізьку з найменшими по модулю відхиленнями. Таке наближення назване найкращим наближенням.

СИНТЕЗ ПЛАНЕТАРНОГО МЕХАНІЗМУ \overline{AA} З ВРАХУВАННЯМ КУТІВ ЗАЧЕПЛЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ПЕРШОЇ ТА ДРУГОЇ СТУПЕНЕЙ

Кавецький С.М.

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

Показана можливість застосування методики синтезу планетарних механізмів зі зв'язаними колесами на прикладі механізму \overline{AA} . Показана можливість виготовлення зубчастих коліс які входять до складу механізму, з використанням стандартного ріжучого інструмента та вже існуючих блокуючих контурів. Реалізовано алгоритм проведення синтезу на прикладі механізму \overline{AA} за допомогою прикладного математичного пакета Mathcad 11. Розроблено алгоритм проведення синтезу з можливістю використання стандартних функцій математичного пакета Mathcad 11, що дає переваги у зв'язку з відсутністю необхідності розробки прикладного пакета для проведення розрахунків. Показана залежність результатів синтезу від параметрів, які обираються на початковому етапі його проведення, наведені рекомендації що до вибору параметрів синтезу, та початкових коефіцієнтів зміщення зубчастих коліс.

У ході проведення синтезу виявлено зв'язок між параметрами синтезу, параметрами початкового вибору коефіцієнтів зміщення та якісними показниками пари зубчастих коліс.

Наведено рекомендації щодо вибору коефіцієнтів зміщення ріжучого інструменту, які забезпечать допустимі якісні показники зубчастої пари коліс. Результати розрахунків дали змогу стверджувати, що виготовлення планетарного механізму \overline{AA} зі зв'язаними колесами можливе за допомогою стандартного ріжучого інструменту.

БРОНЕКОРПУС ЛЕГКОБРОНЬОВАНОЇ МАШИНИ: АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА СИНТЕЗ ПАРАМЕТРІВ

Карапейчик І.М., Литвиненко О.В., Ткачук М.А., Бруль С.Т.

ВАТ «Азовмаш», м. Маріуполь,

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

*Департамент розробок і закупівлі озброєння і військової техніки
Міністерства оборони України, м. Київ*

У сучасних умовах роль військових гусеничних і колісних машин (ВГКМ) зростає, особливо з урахуванням їх широкого застосування в локальних конфліктах, миротворчих операціях і безпосередньо в передових підрозділах збройних сил різних країн. Разом з тим зростає потужність засобів ураження, особливо небезпечних для легкоброньованих цілей. Виникаюча суперечність полягає, з одного боку, в збільшенні кількості легких ВГКМ, а з іншої – в неможливості захистити їх від існуючих засобів ураження. Дана суперечність може бути усунена шляхом установки на цьому класі машин різних додаткових засобів захисту з серії активної або пасивної. У свою чергу це стримується можливістю корпусів легких ВГКМ за *міцнісними, жорсткісними та динамічними характеристиками*. У зв'язку з цим аналіз динамічних характеристик найбільш навантажених і відповідальних елементів легкоброньованих машин (ЛБМ) – необхідний і важливий етап проектних робіт. Це обумовлено тим, що дані машини призначені для роботи в екстремальних умовах вантаження, зокрема, при дії широкого спектру динамічних та імпульсних навантажень.

Авторами розроблені теоретичні основи та створено спеціалізований програмно-модельний комплекс для аналізу динамічних процесів і характеристик бронекорпусів легкоброньованих ВГКМ та їх синтезу за критеріями міцності, жорсткості при дії динамічних навантажень. Для цього застосовано метод узагальненого параметричного опису складних механічних систем. Як узагальнені параметри варіюються силова структура, геометричні характеристики елементів бронекорпусу ЛБМ (розміри та форма броньових панелей у різних проекціях, їх товщини, форма перерізів елементів підсилення), властивості матеріалів, параметри навантажень, які діють у процесі бойового використання (частоти і амплітуда зусиль, місце їх прикладання та розподіл у різних проекціях тощо).

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ МОДУЛЯ ФІЛЬТРА ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ДИЗЕЛЯ

Кондратенко О. М.

*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

Зменшення викидів твердих частинок (ТЧ) з відпрацьованими газами (ВГ) дизелів є важливою науково-технічною задачею. Одним з найдієвіших методів вирішення цієї задачі є очищення ВГ різноманітними пристроями. Особливе місце серед них посідають фільтри твердих частинок (ФТЧ).

Авторами було запропоновано нова конструкція та спосіб функціонування ФТЧ на основі фільтруючого елемента (ФЕ) поверхнево-адсорбційного типу.

Для попереднього визначення оптимальних геометричних параметрів всього ФТЧ необхідно спочатку визначити їх для одного модуля ФЕ. Для виконання математичного моделювання газодинамічних процесів у модулі ФЕ синтезовано його вихідну геометрію у системі графічного проектування SolidWorks2006. У середовищі COSMOSFlowWorks виконано розрахунок руху текучого середовища методом кінцевих об'ємів для варіантів конструкції ФТЧ із різними значеннями діаметру сполучних отворів.

Результати розрахунку свідчать, що модуль ФЕ із прийнятими геометричними параметрами сполучних отворів характеризується значним гідравлічним опором. Оптимальним значенням діаметра сполучних отворів з точки зору технологічності конструкції ФЕ є 1,0 мм. Це зумовлено тим, що отвори діаметром менш ніж 1,0 мм отримати свердлінням, штампуванням чи лазерним різанням у такій кількості (1500 отворів на весь ФТЧ) із прийнятним рівнем якості та низькою собівартістю досить важко. Також такі отвори більше наражаються на засмічування. Отвори діаметром більшим за 1,0 мм при незмінній їх кількості доцільно вибрати не менші за 3,5 мм, що впливає з результатів розрахунку, що чинитиме негативний вплив на характер течії у модулі та знизить таким чином його ефективність.

Тому слід прийняти значення діаметру сполучного отвору 1,0 мм и при цьому збільшити їх кількість до 25...50 на одне місце сполучення комірок модуля ФЕ. При цьому слід відмовитись від нанесення пористого покриття на пластину із сполучними отворами.

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОАГЕНТНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Коноваленко О.Є., Брусенцев В.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

Харківська державна академія культури, м. Харків

Сучасний інформаційний світ характеризується зростаючим значенням освіти, особливо вузькоспеціальної, а професійні кадри завжди були і є унікальним ресурсом розвитку будь-якого підприємства або організації. У зв'язку із цим зростає актуальність дистанційного навчання, що покликане забезпечити безперервне навчання і перенавчання фахівців в умовах швидкого відновлення професійних знань та умінь, характерних для становлення інформаційного суспільства.

Впровадження технологій дистанційного навчання в сучасний навчальний процес з використанням багатоагентних систем потребує побудови ефективної високотехнологічної інфраструктури. Концепція використання багатоагентної системи є одним із самих перспективних напрямків для розвитку та побудови віртуальних освітніх середовищ у сучасному дистанційному навчанні.

Основними технологіями, що застосовуються для організації дистанційного навчання, є наступні: CASE-технологія, телевізійно-супутникова технологія, мережна технологія. Але на практиці використовуються різні сполучення зазначених технологій, які реалізовані у вигляді гібридних програмних і програмно-апаратних комплексів. Перспективним для широкого спектру завдань навчання вважаємо агентну технологію. Цей підхід заснований на розгляді розподілених систем (а дистанційна система навчання завжди розподілена) як сукупності автономних модулів (інтелектуальних агентів), здатних аналізувати ситуацію, приймати рішення, взаємодіяти з іншими агентами, у тому числі вести переговори один з одним для розв'язання виникаючих конфліктів і потім інформувати систему і користувача про результати своїх дій.

Досвід практичної реалізації, побудови та застосування ряду компонентів пропонованої структури мультиагентної системи підтримки дистанційного навчання (мультимедійні віртуальні підручники, кілька варіантів інтелектуальної тестувальної системи, тренувальна інтелектуальна система, мультиагентна система) переконує авторів у доцільності проведення подальших досліджень.

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ФВА ПРИ СТВОРЕННІ НОВОЇ ТЕХНІКИ

Кузьменко Л.В., Сергієнко А.М., Сергієнко М.Є.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуті проблеми використання функціонально – вартісного аналізу (ФВА) для забезпечення калькулювання по методу таргет-костінг. Пропонується для аналізу витрат функцій використовувати метод аналізу ієрархій (MAI), який дозволяє поліпшити оцінку значущості головної функції і зробити якісний аналіз показників порівнюваної техніки.

У ринкових умовах для забезпечення конкурентоспроможності виробів необхідно враховувати безперервну зміну попиту, конкуренції, економічної ситуації в країні та ін.

Калькулювання витрат є важливим інструментом досягнення конкурентоспроможності. Існує множина систем і методів калькулювання. Особливе місце в ній займає метод цільових витрат або ж таргет-костінг, який в найбільшій мірі відповідає вимогам зовнішнього середовища. Суть цього методу:

$$C = Ц - Пр,$$

де С, Ц, Пр – собівартість, ціна та прибуток на виріб, відповідно.

При цьому ціна визначається ринком, а прибуток – підприємством.

Ціль таргет-костінг – розробка продукції з заздалегідь визначеною собівартістю. Отже витрати повинні бути мінімально можливими і лише тими, що забезпечують необхідні споживчі властивості виробу, тобто тими, які готовий оплачувати споживач.

В цих умовах доцільно використовувати функціонально-вартісний аналіз (ФВА) – метод комплексного дослідження функції об'єктів для забезпечення необхідних споживчих властивостей при мінімальних витратах на їх прояв на всіх етапах життєвого циклу виробу. Мета ФВА – виявлення, попередження, скорочення або ліквідація зайвих витрат. Для аналізу витрат функцій розроблено ряд методів. Особливий інтерес представляє метод зіставлення витрат на функції з бальними оцінками значущості функції; метод дослідження факторів зниження витрат на функції. ФВА ефективний засіб, однак, істотним недоліком є його слабка формалізація. Особливо складним є поділ головної функції на її складові та оцінка їх значущості. У цих умовах доцільно використовувати метод аналізу ієрархій (MAI), який дозволяє представити головну функцію у вигляді ієрархії (дерева) ряду рівнів, що включають як складові головної функції, так і критерії оцінки їх значимості. MAI дозволяє формалізувати судження експертів щодо елементів ієрархії, використовуючи для цього матриці попарного порівняння, визначити значущість як складових функцій, так і головної.

Основною проблемою реалізації MAI є організація системи експертних оцінок, в тому числі забезпечення однаковості висловлювань експертів.

УТОЧНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕПЛОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ КЛАПАННОГО ВУЗЛА ШВИДКОХІДНОГО ДИЗЕЛЯ

Куртов Д.А., Тринев О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Форсування сучасних дизелів супроводжується значним збільшенням складових теплонапруженого стану (ТНС) деталей камери згоряння (КЗ), зокрема деталей клапанного вузла. При цьому обов'язковою умовою надійної роботи форсованого ДВЗ є також і детальний розрахунково-експериментальний аналіз ТНС.

Як свідчить досвід, дійсний ресурс ДВЗ у значній мірі визначається умовами їхньої експлуатації, зокрема, інтенсивністю та частотою зміни режимів. При перехідних процесах скидання-накидання навантаження характер теплообміну в циліндрі істотно відрізняється від теплових процесів на сталих режимах роботи двигуна.

Ціль дослідження-підвищення якості проектування деталей клапанного вузла швидкохідного дизеля, збільшення їхнього моторесурса за рахунок більш повного аналізу їх теплонапруженого стану на перехідних режимах скидання - накидання навантаження. Для досягнення поставленої мети в дослідженні вирішуються наступні завдання: розрахунково-експериментальний аналіз зміни механічного навантаження, пов'язаної з тиском газів у циліндрі дизеля, при перехідних процесах скидання-накидання навантаження; оцінка впливу характеру зміни механічного навантаження на теплонапружений стан випускного клапана та інших деталей клапанного вузла; уточнення ГУ завдання теплопровідності в сполученні стрижень клапана-напрямна втулка, розробка керуючих функцій для перехідних процесів скидання-накидання навантаження; розрахунковий аналіз ТНС деталей клапанного вузла залежно від характеру протікання перехідного процесу.

Аналіз зміни механічного навантаження по перехідних режимах скидання-накидання базується на моторному експерименті, підготовленому на кафедрі НТУ «ХПІ» з використанням тензометричних датчиків і засобів цифрової обробки сигналів у швидкозмінних процесах. Побудовані за результатами моторного експерименту керуючі функції дозволяють змоделювати вплив змінного механічного навантаження на ТНС деталей клапанного вузла, оцінити рівень напруг залежно від характеру перехідного процесу.

МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ДВЗ

Левтєров А.М.

*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

В доповіді розглядається методологія дослідження основних показників транспортних ДВЗ при використанні традиційних та альтернативних палив. Споживання нафтового палива, 80 % якого йде на потреби транспорту, значно перевищує його виробництво в усіх енергодефіцитних країнах, і з плином часу різниця збільшується. Дефіцит палива компенсується імпортом, або поступовою заміною альтернативними паливами, підвищенням економічності двигунів та впровадженням транспортних засобів з іншими енергоперетворювачами. Як і раніше, захист навколишнього середовища залишається проблемою, пов'язаною з викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами транспортних засобів. Усе це залишає на часі дня як дослідження показників ДВЗ, що проектуються, модернізуються, так і тих, що перебувають в експлуатації величезного парку автомобілів. В Україні у відповідності до прийнятого законодавства передбачається значно збільшити споживання природного газу, біогазу, біодизельного та бензоетанольного палив на транспорті.

ДВЗ – система з ієрархічною структурою підсистем, достеменно дослідження яких не можливе без системного комплексного підходу, математичного та фізичного моделювання, експериментальних досліджень. Основні показники двигуна, за якими визначається його конкурентоспроможність, залишаються незмінними – це його економічність, питома потужність, токсичність та надійність. Уявляється доцільним проведення досліджень за двома головними напрямками: дослідження робочих процесів ДВЗ та дослідження термонапруженого стану циліндропоршневої групи, яка є найбільш навантаженою.

Для дослідження робочих процесів використовується квазивимірна термодинамічна модель, що дозволяє отримувати як основні характеристики двигуна, так і спектр складових компонентів відпрацьованих газів. Для отримання показників надійності, зокрема моторесурсу, використовувались програмні комплекси вітчизняної та зарубіжної розробки. Методологія апробована при дослідженні зазначених характеристик двигунів 5ДН 12/(2×12), 4Ч 7,9/8,0, 2Ч 10,5/12 (дизельний та газовий варіанти), що працювали на традиційних (бензин, дизпаливо, стиснений природний газ) та альтернативних (бензоетанол, біогаз, сумішеве біодизельне паливо, водень) паливах.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРЫ СЕДЛО-КЛАПАН
ДВИГАТЕЛЯ 6ЧН25/34 ПРИ РАБОТЕ НА ГАЗООБРАЗНЫХ
ТОПЛИВАХ
Литвин С.Н.**

*Первомайский политехнический институт
Национального университета кораблестроения
имени адмирала Макарова, г. Первомайск*

При конвертации дизельных двигателей на газообразные топлива, как правило, наблюдается существенное повышение температуры отработавших газов. Так, например, температура отработавших газов двигателей 6ЧН25/34 при конвертации на природный газ возрастает в зависимости от модификации на 80...120°С, что приводит к снижению ресурса пары седло-клапан.

Замена штатного для дизельного двигателя 6ЧН25/34 материала седла – специальный чугун по ТИЗ387.25311.00003, ресурс которого составлял при работе на дизельном топливе 10...12 тысяч моточасов и снизился до 500...700 моточасов при конвертации двигателя на газ, седлом из сплава ХН70МВТЮБ с одновременной заменой материала клапана обеспечила увеличение ресурса пары до 4...6 тысяч моточасов, что также недостаточно. Не увеличила заметно ресурс пары и замена материала клапана, а также использование на нем различных наплавов.

С целью дальнейшего увеличения ресурса пары седло – клапан на двигателе 6ЧН25/34 были испытаны седла с материала в состав которого входили специальные лигатуры на основе ванадия, марганца, хрома и других легирующих компонентов.

Проведенные испытания седел со специальными лигатурами 1 и 2 показали увеличение ресурса пары до 8...10 тысяч моточасов при сохранении штатного материала клапана.

Увеличение минимального количества хрома в лигатуре 1 с 3,2% до 4,5% в лигатуре 2 заметного влияния на ресурс пары седло – клапан не оказало.

Выводы:

1. Ресурс пары седло – клапан при использовании материала на основе лигатур 1 и 2 составил 8...10 тысяч моточасов.

2. Использование лигатуры 2 нецелесообразно в связи с более высокой ее стоимостью по сравнению с лигатурой 1 и отсутствием заметного увеличения ресурса пары седло – клапан.

ВИБІР ТИПУ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ СУЧАСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Любарський Б.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В практиці проектування рухомого складу (РС) для залізниць євросоюзу на даному етапі проводиться попереднє рішення тягової задачі руху РС по ділянці колії. По результатах визначаються тягова характеристика яка забезпечує швидкісний режим РС на всій ділянці колії. Такий підхід для залізниць України непримиренний оскільки РС експлуатується на різних ділянках з різними вантажо- та пасажиропотоками. Для вибору типу тягового приводу сучасного РС пропонується наступний алгоритм.

1 етап - визначення основних вимог які пред'являється до РС: рід служби, його масу, розрахункову швидкість руху, конструкційну швидкість, з якою може рухатися РС та географія його застосування.

2 етап – проектування альтернативних конструкцій тягових приводів. На цьому етапі пропонується провести оптимальне проектування альтернативних типів тягових приводів РС по визначеним на першому етапі характеристикам. Залежно від роду струму РС можливий певний набір типів тягових приводів, що реалізовує характеристики РС, які вимагають застосування різних типів електромеханічних перетворювачів енергії (тягових двигунів). Для кожного цих типів тягового приводу проводиться оптимальне проектування елементів його конструкції.

3 етап – визначення оптимальних управляючих дій у всьому просторі тягових характеристик приводу і миттєвого ККД. Двовимірний простір швидкість руху РС – сила тяги визначає всі статичні режими роботи тягового приводу. На цьому етапі для кожної точки цієї області необхідно знайти оптимальне значення вектора управляючих дій і визначити ККД тягового приводу при їх оптимальних співвідношеннях.

4 етап – визначення режимів роботи тягового приводу. На цьому етапі необхідно визначити вірогідність роботи приводу для будь-якої точки простору сила тяги – швидкість руху. Пропонується для оцінки ефективності тягового приводу застосувати критерій інтегрального ККД. Такий інтегральний ККД може характеризувати тяговий привід як з погляду реалізації його якнайкращих енергетичних характеристик в певних режимах, так і з погляду використання приводу в них.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИМ ПІДВІШУВАННЯМ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ СТЕНДУ

Макаренко Ю.В., Маслієв А.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуто питання щодо експериментального дослідження характеристик системи керування пневматичним підвішуванням транспортного засобу в умовах стенду.

Стенд являє собою платформу, яка шарнірно закріплена до рами, що встановлена на фундаменті. З протилежного боку платформи розміщено вантаж, який спирається на верхнє днище пневматичної ресори діафрагменного типу, а її нижнє днище розміщено на рамі. Вантаж має змогу здійснювати вертикальні коливання на пневматичній ресорі. Шарнірне закріплення платформи забезпечує йому тільки одну ступінь свободи.

Вантаж розміщено, таким чином, що його центр має співпадає з вертикальною віссю симетрії пневморесори. Це дозволяє уникнути зайвих перевантажень у перерізах платформи і зменшити витрати матеріалу на її виготовлення без зменшення жорсткості у поперечному та продольному напрямках, а також кутову жорсткість.

Пневматична ресора сполучена патрубком з додатковим резервуаром, ємність якого приблизно в п'ять разів більша за номінальну ємність пневматичної ресори. Це дозволило отримати частоту власних коливань вантажу на пневматичній ресорі близько 1,5 Гц, тобто наближену до частот коливань кузовів на пневматичних ресорах у транспортних засобах, що знаходяться в експлуатації.

Система живлення пневморесори складається з регулятора положення кузова по висоті, до складу якого входять безконтактні індуктивні датчики, від яких надходять сигнали до мікропроцесора, що проводить їх аналіз та надає управляючий імпульс до одного з електропневматичних клапанів, через які стисле повітря подається від компресора до пневморесори або випускається його надлишок в атмосферу.

Стенд та усі складові системи доведено до робочого стану. Проведено цикл випробувань, який дозволив отримати характеристики перехідних процесів системи регулювання, зокрема реакцію системи на різноманітні збудження та обрати тривалість імпульсів подачі стислого повітря до пневморесор, щоб запобігти виникненню автоколиваний.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВНОСТІ РУХУ ТА НАВАНТАЖЕНОСТІ ХОДОВОЇ СИСТЕМИ КОЛІСНОГО ТРАКТОРУ ОСНАЩЕНОГО ПНЕВМОРЕСОРНОЮ ПІДВІСКОЮ

Мамонтов А.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При існуючому стані автомобільних доріг для забезпечення гарної плавності ходу СМ необхідно створювати екіпажі з досить «м'яким» ресорним підвішуванням. Для цієї мети часто застосовують пневматичне ресорне підвішування. Конструкції з таким підвішуванням дозволяють забезпечити кращу пристосованість до дорожніх умов, що змінюються, і забезпечити високі показники плавності руху СМ. Крім цього, таке підвішування виконує як пружню, так і дисипативу функції, тобто не вимагає застосування спеціального гасителя коливань.

Для зниження динамічної навантаженості й поліпшення плавності руху була розроблена комбінована пневморесорна підвіска для колісного трактора Т-150КМ. Її комплект складається з листової ресори й пневматичних пружних елементів, з'єднаних з додатковими повітряними резервуарами (гідролічні амортизатори в конструкції підвіски відсутні).

У результаті проведених експериментальних досліджень параметрів плавності руху трактора, були визначені амплітуди середніх квадратичних вертикальних прискорень і відносних переміщень, а також були отримані динамічні навантаження на передніх і задніх колесах трактора при русі його по синусоїдальних нерівностях.

Аналіз проведених експериментальних досліджень по визначенню параметрів плавності руху трактора, показує, що зі збільшенням тиску повітря в пневматичній системі амплітуди вертикальних переміщень переднього мосту щодо рами трактора знижуються. Так само при збільшенні тиску в системі з 0,22 до 0,35 МПа амплітуди переміщень переднього мосту трактора щодо рами знижуються в 3 - 3,5 рази на фоні з кроком 1400 мм. На фоні з кроком 350 мм це зниження становить 1,1 - 1,2 рази, а динамічна навантаженість на передніх колесах трактора в 2...2,5 рази менша, ніж на задніх при русі трактора по синусоїдальних нерівностях.

Таким чином, застосування пневморесорної підвіски дає можливість регулювання тиску в пневматичному пружному елементі самохідної машини, що дозволяє змінювати в широкому діапазоні параметри плавності руху трактора.

**СИНТЕЗ СТАЦІОНАРНИХ ТА НЕСТАЦІОНАРНИХ ТЕОРЕТИЧНИХ
МОДЕЛЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ**

Матвєєнко В.В., Пильов В.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Створення конкурентоспроможних двигунів потребує від дослідників виконання протирічливих вимог високої паливної економічності, низької емісії шкідливих речовин з відпрацьованими газами та забезпечення заданого ресурсу роботи. Подальше форсування двигунів до перспективних рівнів призводить до суттєвого загострення проблеми прогнозування та забезпечення необхідної ресурсної міцності їх деталей. З метою скорочення строків проектно-конструкторських робіт розвивається концепція використання математичних моделей різних рівнів складності. Передбачається використання спрощених математичних моделей на початкових стадіях проектування, а деталізованих – для уточнення результатів.

Для незмінної конструкції поршня ресурсна міцність його кромки камери згоряння визначається прийнятою математичною моделлю втрати міцності та прийнятою моделлю експлуатації двигуна. В напрямі розвитку математичних моделей втрати міцності ведеться достатньо багато робіт. В той же час дослідження моделей експлуатації двигунів потребує свого розвитку.

В роботі виконано синтез стаціонарних моделей експлуатації трьох рівнів складності для тракторних двигунів II-ї, III-ї та IV-ї категорій та на їх основі отримано відповідні нестационарні моделі.

Розроблені моделі експлуатації нижчих рівнів складності рекомендується використовувати на початкових стадіях проектування поршнів.

Подальший напрям робіт пов'язано з розрахунковою оцінкою ресурсної міцності кромки камери згоряння поршня за нестационарними моделями.

УТОЧНЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛАПАНІВ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ Д49

Мороз В.І., Братченко О.В., Астахова К.В.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

В доповіді наведено описання результатів досліджень з розробки уточненої методики розрахунку кінематичних характеристик клапанів тепловозного дизеля типу Д49.

Обґрунтовано складність моделювання процесів газообміну в циліндрах, оцінювання динаміки, показників міцності та надійності кулачкового механізму газорозподілу при відсутності точного аналітичного описання закономірностей руху ланок КМГР.

Відзначено, що основою для розробки уточненої методики розрахунку кінематичних характеристик клапанів тепловозного дизеля типу Д49 є метод проекцій замкненого векторного контуру на координатні вісі, при цьому в якості базового механізму КМГР дизеля Д49 (рис. 1) використовується кулачковий механізм.

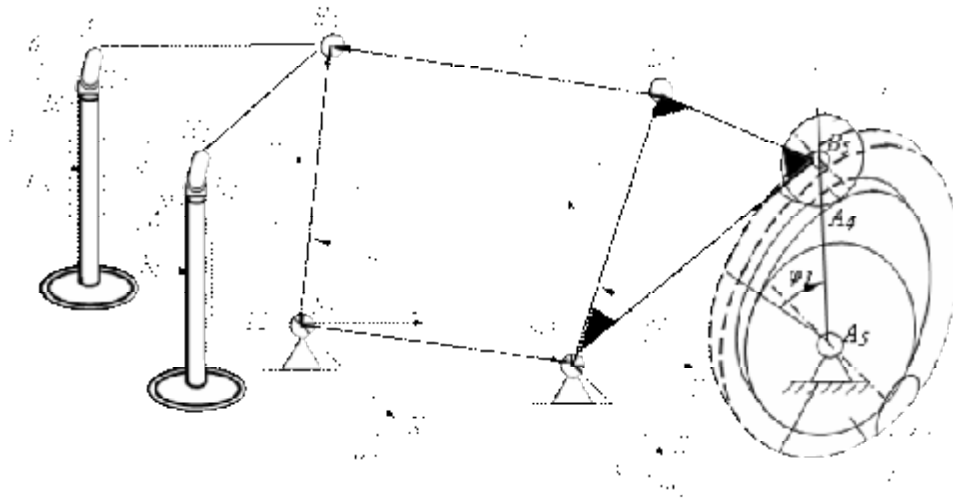


Рисунок 1 – Кінематична схема механізму привода клапанів дизеля Д49

Показано, що отримані в ході дослідження залежності дозволили розробити точне математичне описання закономірностей руху клапанів і відповідну математичну модель, які використовуються для оцінки кінематики та динаміки КМГР дизелів типу Д49.

Доведено, що за рахунок використання розробленого аналітичного описання замість спрощеної методики може бути досягнуто суттєве (до 15 %) уточнення рівнів кінематичних параметрів руху клапанів дизеля Д49, що має велике значення для підвищення достовірності результатів математичного моделювання динаміки приводу, оцінки показників міцності та надійності КМГР.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Мороз В.І., Братченко О.В., Бобрицький С.В.

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

Розглянуто особливості конструкції тягових приводів (ТП) тепловозів, електровозів, електропоїздів. Наведено загальноприйнятну класифікацію ТП, запропоновану Бірюковим І. В., яка ґрунтується на розділенні ТП по класам в залежності від ступіню підресореності тягового двигуна та тягової зубчастої передачі (ТЗП) (клас I – з опорно-вісьовим розташуванням тягових електродвигунів (ТЕД) та ТЗП; клас II – з розташуванням ТЕД на підресореній частині рухомого складу (рамі візка або кузова) та опорно-вісьовим розташуванням ТЗП; клас III – з розташуванням як ТЕД, так і ТЗП на підресореній частині рухомого складу).

Встановлено, що розглянуту класифікацію доцільно доповнити інформацією про особливості конструкції тягового приводу в цілому та його окремих складових зокрема.

Запропоновано виділення окремих модулів конструкції ТП: модуля ТЕД; модуля першого вузла з'єднання (належить передавальний механізм між електродвигуном та вхідним валом ТЗП); модуля ТЗП; модуля другого вузла з'єднання (належить механізм передачі обертального руху від вихідного валу ТЗП на колісну пару). Використання такого підходу дозволяє описувати особливості конструкції ТП сучасних локомотивів та моторвагонного рухомого складу за допомогою структурних формул (запису, який характеризує структуру основних модулів конструкції тягового приводу відповідного класу). Наведені приклади структурних формул ТП для вітчизняного та зарубіжного рухомого складу.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ СТІНИ БОКОВОЇ УНІВЕРСАЛЬНИХ НАПІВВАГОНІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАЛЬНОЇ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ

Мороз В.І., Фомін О.В., Бурлуцький О.В.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Державною програмою «Український вагон» (затверджена Міністерством інфраструктури України 04 лютого 2011р.) передбачено у найближчі 3 роки оновити парк універсальних напіввагонів Укрзалізниці. У якості технічної бази реалізації цієї програми передбачається використати власні вагонобудівні потужності – ДП «Стрийський вагоноремонтний завод», ДП «Дарницький вагоноремонтний завод», ДП «Укрспецвагон». Базовою моделлю універсальних напіввагонів, які виготовляють ці підприємства є модель 12-9745.

Аналіз блочно-ієрархічного описання та відповідних математичних моделей формування матеріалоємності на піввагонів 12-9745 дозволив виявити складові їх конструкції за рахунок модернізації яких доцільно знижувати тару вагона. До складу зазначених елементів входять і елементи каркасу стіни бокової: верхнє обв'язування та вертикальні стійки, які виконані відповідно зі зварених двох гарячекатаних кутників та профілю вагонної стійки із сталі марки 09Г2. Для удосконалення зазначених елементів було проведено науково-дослідні роботи при яких варіювались різні можливі конфігурації профілів (труби прямокутного та квадратного перерізу, швелера, двотаври, замкнуті профілі та інш.) та матеріали (різні марки сталі, сплави на основі алюмінію і інш.) для виготовлення досліджуваних складових. З'ясовано, що в якості обв'язування верхнього та стійки вертикальної доцільно використовувати профілі труби прямокутного перерізу зі сталі марки 09Г2, виготовлення яких засвоєно вітчизняними металургійними підприємствами.

Проведені оптимізаційні дослідження дозволили визначити раціональні параметри запропонованих конфігурацій профілів при яких будуть забезпечені зниження матеріалоємності та виконання умов міцності. В результаті запропонованої модернізації каркасу стіни бокової напіввагонів моделі 12-9745 збільшено масу перевозимого вантажу у складі поїзда з 60 – ти таких вагонів більше ніж на 12т, що свідчить про доцільність використання запропонованих авторами підходів до удосконалення конструкції кузовів вантажних вагонів.

**ОЦІНЮВАННЯ ПИТОМОЇ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ
СКЛАДОВИХ КОНСТРУКЦІЇ ОКАТИШЕВОЗІВ
ВИРОБНИЦТВА ДП «УКРСПЕЦВАГОН»**

Мороз В.І, Фомін О.В., Фомін В.В.

*Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків,
ЗАО «Донецксталь»- металургический завод», м. Донецьк*

Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки, передбачено оновлення вантажного вагонного парку новими та модернізованими моделями універсальних і спеціалізованих вагонів вітчизняного виробництва з сучасним рівнем техніко-економічних показників (ТЕП). Одним з основних ТЕП, значення якого безпосередньо впливає на економічну ефективність експлуатації вантажного вагону є матеріалоемність (тара). При цьому більшість моделей вагонів вантажного парку була спроектована за традиційними методами. Це визначає актуальність проведення науково-дослідних робіт з удосконалення конструкції вантажних вагонів за критерієм мінімальної матеріалоемності. Вирішення такого завдання аргументує необхідність розв'язання складної задачі – визначення питомої матеріалоемності окремих складових конструкції вагону та виділення складових, за рахунок яких доцільно знижувати тару. В якості базового вагону розглядається напіввагон-хопер моделі 20-9749.

На сьогоднішній день більша частина спеціалізованих напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату (окатишевозів) парку Укрзалізниці досягла призначеного терміну служби, що визначає необхідність їх поповнення. Вагомий внесок у оновлення парку цих напіввагонів вносить Державне підприємство «Укрспецвагон».

Для дослідження матеріалоемності окатишевоза моделі 20-9749 авторами була розроблена блочно-ієрархічна схема його конструкції та відповідні математичні описання формування маси. Їх аналіз дозволив визначити питому вагу складових елементів у загальній конструкції. З'ясовано, що найбільшу питому вагу мають: модуль ходової частини (39%), модуль рами (24,4%), модуль кузова (24,1%). Представлені результати робіт з аналізу і оцінювання питомої ваги конструктивних елементів модуля кузова: стіна бокова (64%), стіна торцева (28,7%), вузол огороження, підніжок та дробин (1,3%), вузол посилення та з'єднання елементів кузова (4,8%), вузол кріплення кришки люка (1,2%).

Отримані результати орієнтовані на використання в подальших дослідженнях зі зниження матеріалоемності окатишевозу моделі 20-9749.

ПАРАМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ МЕХАНІЗМУ НАХИЛУ ПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ: КОНТАКТНА ВЗАЄМОДІЯ І НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ПРИ РІЗНИХ КУТАХ НАХИЛУ

Негробова Н.Б.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механізм нахилу забезпечує нахил плавильної печі в бік випуску зливного жолобу на кут 20° і на кут 15° в бік робочого вікна для скачування шлаку. Під час експлуатації на ці механізми при номінальному положенні та нахилі діють великі навантаження. Наприклад, для печі для виплавки 60 т сталі ці навантаження складають більше 300 т. В силу високої навантаженості потрібно було дослідити еквівалентні напруження та контактні тиски, які виникають в конструкції. Для цього було запропоновано створити параметричні моделі макету механізму нахилу плавильної печі з урахуванням повороту конструкції (0° , 20° та -15°) та дослідити контактну взаємодію і напружено-деформований стан отриманих моделей.

У роботі була вирішена нелінійна задача при навантаженні конструкції 5000 Н. Проведена оцінка точності розрахунків. Похибка результатів не перевищує 10%, що є допустимим для інженерних задач. Отримані картини напружено-деформованого стану та контактних тисків. Максимальні еквівалентні напруження та контактний тиск були отримані на моделі з кутом нахилу 20° .

При розрахунку моделі механізму нахилу плавильної печі було отримано несиметричний контактний тиск, тому що на конструкцію було накладено несиметричне обмеження (місце кріплення гідроциліндра). Таким чином, максимальний тиск виникає в контактній парі, яка знаходиться з незакріпленої сторони. Також розрахунок показав, що контактні плями зміщуються залежно від кута нахилу моделі макета механізму нахилу плавильної печі. Це обумовлено розташуванням ребер жорсткості на конструкції.

Таким чином, під час виконання роботи було побудовано параметричну модель механізму нахилу плавильної печі, проведені розрахунки моделі з різним кутом нахилу моделі з урахуванням контактної взаємодії у місцях перекочування механізму, що робить задачу нелінійною. Були отримані картини напружено-деформованого стану та контактних тисків, проаналізовані та узагальнені одержані результати.

ВИКОРИСТАННЯ ДОМІШКИ ВОДНЮ, ЯК КОМПОНЕНТА СУМІШЕВОГО ПАЛИВА НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ З ПОРШНЕВИМ ДВЗ

Нечволод П.Ю.

*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

Використання когенераційних установок на базі поршневих ДВЗ для утилізації шахтного метану дозволить знизити рівень викидів метану в атмосферу в області добичі вугілля та отримати економічний ефект від використання вентиляційного метану. Такі когенераційні установки, як правило використовуються для виробництва електроенергії та обігріву прилежних приміщень. При використанні когенераційної установки в якості мотор-генератора та підключенні її до електромережі виникає проблема при збільшенні або зниженні рівня енергоспоживання, при цьому треба збільшувати чи зменшувати кількість виробленої електроенергії, тобто збільшувати рівень споживання палива (метану – мережевого та вентиляційного).

При збільшенні рівня викиду вентиляційного метану в атмосферу його можна компримувати та в подальшому використовувати як паливо для ДВЗ, або за рахунок енергій виробленої мотор-генераторною установкою в електролізері виробляти водень та товарний кисень. Подальше додавання водню до основного палива дозволяє покращити екологічні показники когенераційної установки з поршневим ДВЗ та поліпшити екологічну ситуацію в районах видобутку вугілля.

Як свідчать літературні джерела додавання водню в межах 5 – 15% до основного палива (метану) дозволяє знизити рівень токсичних викидів в середньому на 5%.

НАКОПИЧУВАЧІ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Овер'янова Л. В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті накопичувачі енергії для електрорухомого складу залізниць. Акцентується увага на п'яти типах накопичувачей: електрохімічний, ємнісний традиційний і суперконденсатор, інерційний електромеханічний, надпровідний індуктивний.

Головною перевагою застосування накопичувача на електрорухомому складі є те, що енергія рекуперації, як правило, циркулює в системі тягового приводу, а не надходить назад в контактну мережу.

З усіх типів накопичувачів практичне впровадження на сьогоднішній день знайшли електромеханічні накопичувачі, що представляють собою сукупність маховика і електромеханічного перетворювача енергії. У порівнянні з іншими, цей тип накопичувача кращий за таким показником, як ступінь узгодження його характеристик з характеристиками об'єктів тягової мережі – і в електричному рухомому складі і у накопичувачі енергетичні процеси мають електромеханічний характер.

Базуючись на сучасних нанотехнологіях, наполегливо ведуться роботи по застосуванню електрохімічних і ємнісних накопичувачів енергії.

Одним з перспективних пристроїв такого роду є надпровідний індуктивний накопичувач. Як показав досвід створення надпровідних магнітів, на шляху реалізації цієї технології немає нездоланих технічних проблем.

Застосування накопичувачів енергії безпосередньо на електрорухомому складі дозволить: накопичувати енергію гальмування і використовувати її для розгону поїзда, що дає економію до 30% електроенергії, яка витрачається на тягу; вилучити втрати електроенергії в контактній мережі (як мінімум на 10%) як при споживанні електроенергії, так і при її рекуперації; знизити навантаження на контактну мережу і стабілізувати її напругу, компенсуючи провали напруги в момент розгону електропоїздів; забезпечити автономний хід електрорухомого складу в межах декількох кілометрів, а також живлення власних потреб транспорту без зовнішньої мережі.

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ

Осетров О.О., Кравченко С.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Скорочення природних запасів традиційних палив і екологічні проблеми, пов'язані з їх використанням, гостро ставлять питання впровадження альтернативних джерел енергії.

Першим етапом дослідження використання альтернативних палив є математичне моделювання роботи двигуна. При розробці сучасних математичних моделей необхідно знати теплофізичні властивості продуктів згоряння альтернативних палив. Їх можна отримати в результаті розрахунків рівноважного складу продуктів згоряння, але цей розрахунок є трудомістким, і його використання в інших програмних продуктах призведе до суттєвого збільшення часу розрахунку. Доцільно використовувати емпіричні залежності теплофізичних властивостей продуктів згоряння від параметрів робочого тіла.

На цей час запропоновані емпіричні залежності теплоємностей, ентальпій та рівноважного вмісту окремих елементів продуктів згоряння від температури, тиску і коефіцієнту надлишку повітря для традиційних палив – бензину та дизельного палива. Для альтернативних палив такі дані недостатньо широко висвітлені.

В роботі проведено планування розрахункового експерименту, виконані розрахунки рівноважного складу в точках плану за методом Зельдовича і Полярного для водню, метилового та диметилового ефірів, ріпакової олії, аміаку, етилового та метилового спирту, природного та зрідженого нафтового газу, а також для сумішей вказаних палив з традиційними паливами. В результаті обробки даних експерименту за методом найменших квадратів отримані коефіцієнти емпіричних залежностей теплоємностей, ентальпій та рівноважного вмісту N_2 , O_2 , NO , O , CO , H_2 в продуктах згоряння означених палив від температури, тиску і коефіцієнту надлишку повітря.

ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН, ЩО ПРАЦЮЄ НА РІПАКОВІЙ ОЛІЇ

Осетров О.О., Латишев О.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність використання альтернативних палив в сучасній енергетиці не викликає сумнівів. Для дизельних двигунів поширення отримали біопалива, що одержують з рослинних олій. Ці палива мають відносно низьку собівартість, їх паливні властивості забезпечують ефективне протікання робочого процесу двигуна, при їхньому використанні дотримується баланс вуглекислого газу в атмосфері.

Рослинні олії можна використовувати як у чистому вигляді, так і у вигляді ефірів, що отримують в результаті реакції олій зі спиртами в присутності каталізаторів. В останньому випадку на реакцію переетерифікації затрачується значна кількість енергії, що зменшує енергетичну ефективність використання ефірів порівняно з чистими оліями.

Основною проблемою використання чистих олій є їхня висока в'язкість, що призводить до погіршення сумішоутворення в циліндрі, зменшення індикаторного ККД двигуна і підвищеного нагароутворення на деталях камери згоряння. При зниженні температури навколишнього середовища в'язкість олій значно збільшується, що ускладнює їх прокачування по трубопроводах і погіршує показники двигуна. Високі температури помутніння і застигання олій унеможливають роботу двигуна в зимовий період без вживання додаткових заходів.

Вирішити означені проблеми можна підігрівом олії, що зменшує її в'язкість. Для кожного конкретного двигуна необхідна розробка певної схеми конвертації, що враховує конструктивні особливості двигуна.

Запропоновано схему конвертації тракторного дизеля Д-245.5 для роботи на рослинній олії. Конвертація двигуна включає постановку другого бака для олії, установку фільтру та підігрівача палива, що підігріваються охолоджувальною рідиною, електричного підігрівача палива в баці, заміну розпилювачів форсунок і поршнів.

Для обраної схеми розроблено конструкцію, виконані розрахунки і обґрунтовані конструктивні параметри теплообмінників. Розраховано робочий процес за допомогою програмного комплексу Diesel-RK, що підтвердив ефективність схеми конвертації.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО СТРУМОЗНІМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Павиенко А.В.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Проведено аналіз існуючих струмознімальних пристроїв моторвагонного та електротягового рухомого складу підвищеної швидкості, а також обґрунтовані перспективні напрямки удосконалення їх конструкцій. Встановлено, що провідна роль в забезпеченні якісного струмознімання належить достатньо складній в конструктивному плані механічній системі струмознімального пристрою.

Зазначена доцільність розробки та використання на сучасному рухомому складі нових конструкцій механічних систем струмознімальних пристроїв, які відрізнялися від існуючих меншою кількістю рухомих ланок та їх з'єднань, меншою зведеною до верхнього шарніру масою та силою тертя і більшою повздовжньою та поперечною жорсткостями.

Представлена нова патентозахищена конструкція рамно-трапецеїдального струмознімального пристрою. Розглянуті методики визначення основних характеристик функціонування нового струмознімального пристрою.

Запропонований підхід до обробки отриманих експериментальних даних інерційних та силових характеристик механічної системи. Проведено аналіз результатів (рис.1), який свідчить про доцільність використання запропонованих розрахункових методик для визначення інерційно-силових параметрів струмознімальних пристроїв при створенні різних варіантів конструкцій.

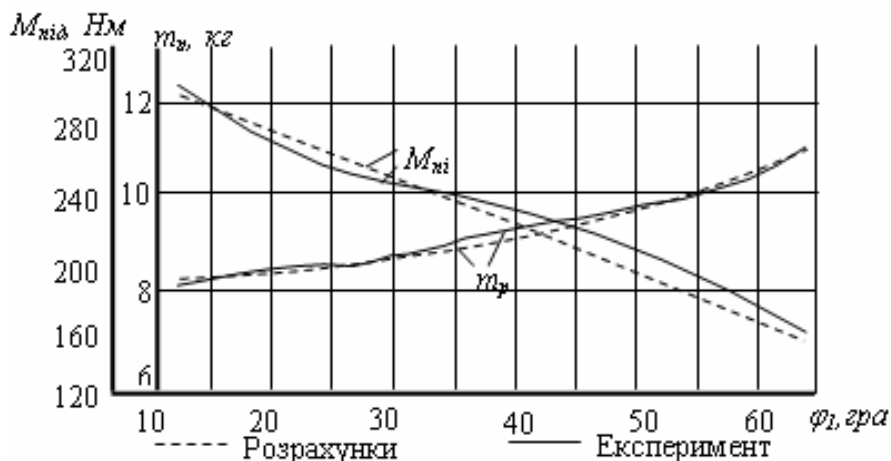


Рисунок 1

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ, СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛЫ С ОТЛИЧАЮЩИМИСЯ СВОЙСТВАМИ

Парсаданов И.В., Веретельник О.В., Белик С.Ю.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Исследования различных элементов конструкций, содержащих материалы с отличающимися свойствами, в настоящее время приобретают особую актуальность, особенно в связи с модификацией их поверхностных слоев с использованием, например, технологий гальваноплазменной обработки.

В качестве такого элемента может быть рассмотрена пара “гильза цилиндра – поршень”, входящая в цилиндро-поршневую группу (ЦПГ) дизеля.

Экспериментальные исследования, проводимые на дизеле 4 ЧН 12/14 с использованием поршней, прошедших гальваноплазменную обработку (ГПО), показали повышение технико-экономических показателей за счет снижения механических потерь в ЦПГ.

С целью сокращения затрат и расширения спектра исследований параллельно с моторным экспериментом проведено компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) пары “гильза цилиндра – поршень”.

Для исследования НДС пары “гильза цилиндра – поршень” с моделированием различных характеристик материала поршня была предложена новая параметрическая конечно-элементная трехмерная геометрическая модель.

В этой модели в качестве варьируемых параметров выступают механические и физико-механические характеристики материала поверхностного слоя, образываемого при ГПО.

ВПЛИВ ТА УРАХУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ФОРСУНКИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

Пойда А.М., Сівих Д.Г., Карсекін Р.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуті питання математичного моделювання, що дозволяє виконувати розрахунок параметрів електромагнітного приводу прямої дії електрокерованої форсунки з урахуванням гідродинамічних процесів у системі безпосереднього впорскування бензину.

Двигуни з мікропроцесорним управлінням безпосереднім впорскуванням бензину при глибокому розшаруванні заряду забезпечують низьку токсичність відпрацьованих газів (ВГ) та економію бензину 10...15% на часткових навантаженнях (до 30% потужності) в порівнянні з двигунами з впорскуванням бензину у впускний колектор.

При впорскуванні бензину в циліндр необхідно значно змінювати кут випередження впорскування палива, забезпечувати дві подачі за цикл. При цьому скорочується час на сумішоутворення, потрібен більш високий тиск палива перед форсункою (5,0...14,0 МПа), тривалість впорскування змінюється від 0,4 мс до 5 мс. Перераховані фактори висувають ряд специфічних вимог до форсунок. Її привід повинен забезпечувати достатній хід за короткий час, при цьому розвивати велике зусилля. Перехідні процеси в електромагніті приводу не повинні перевищувати 0,15...0,2 мс. Це обумовлює актуальність дослідження.

Рішення даного завдання дозволило одержати наступні результати: розроблена математична модель; обрані феромагнітні матеріали з асортименту, що випускаються в країнах СНД; визначені параметри електромагнітної форсунки безпосереднього впорскування бензину.

Так як тривалість відкритого стану клапана форсунки $t_{\text{енр}}$ відрізняється від тривалості електричного керуючого імпульсу t_y , що подається на обмотку електромагніту форсунки на величину запізнювання перельоту клапана t_1 при підйомі і t_2 при посадці, при цьому $t_{\text{енр}} = t_y - t_1 + t_2$, то величини t_1 і t_2 необхідно знати і вводити їх в алгоритм управління. Для одержання вихідних даних та перевірки адекватності математичної моделі розроблено і виготовлено установку з електромагнітною форсункою безпосереднього впорскування бензину від серійного двигуна. Результати експерименту: $t_1=0,15$ мс, $t_2=0,2$ мс. За результатами розрахунку: $t_1=0,2$ мс, $t_2=0,28$ мс.

НОВІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ МАСОВИХ ВИКИДІВ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ГАЗАМИ ДИЗЕЛІВ

Полив'янчук А.П., Гречишкіна К.О., Холкіна О.О., Свистун І.М.

«Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля», м. Луганськ

Введення в дію стандартів EURO-IV і EURO-V викликало застосування нових технологій, таких як: створення малотоксичних дизелів, застосування сажових фільтрів та каталітичних нейтралізаторів, що забезпечує значне зниження викидів дизельних частинок. Але при цьому виникли проблеми з об'єктивністю оцінки цих викидів існуючим методом, заснованим на гравіметричних вимірах. Зокрема, двигуни, обладнані фільтром сажі, мають такі низькі рівні викидів твердих частинок (ТЧ), що гравіметричний аналіз проб здійснюється на рівні межі вимірювання. Похибка визначення викидів при цьому досягає таких значень, які позбавляють будь-якого сенсу всю процедуру тестування двигуна за даним параметром. Тому виникли нові вимоги до процедури оцінки викидів ТЧ з відпрацьованими газами дизелів. Перспективні методи повинні володіти високою чутливістю і точністю при дуже низьких концентраціях частинок і високою швидкістю (високою роздільною здатністю за часом), що дозволяє проводити безперервні вимірювання в ході випробувань за найбільш динамічними циклами. До таких циклів відносяться: European Transient Cycle (ETC), Worldwide Transient Vehicle Cycle (WTVS), Worldwide heavy-duty transient cycle (WHTC) та ін.

На сучасному етапі найбільш ефективними динамічними методами вимірювань масових викидів дизельних ТЧ являються: 1) Method for Real-Time Mass Microbalances – метод, оснований на контролі зміни частоти коливань чуттєвого елемента (мікроваг), на яких осідають частинки; 2) Laser Induced Incandescence - метод вимірювання за допомогою індукованого лазером розжарювання частинок. Межа детектування концентрації частинок, яка вимірюється, для вказаних методів складає $0,002 \text{ мг/м}^3$ при діапазоні значень, що визначаються – $0,25 \dots 1,25 \text{ мг/м}^3$ (для викидів ТЧ, які відповідають вимогам норм EURO- III та EURO-IV).

Названі динамічні методи вимірювань являються високотехнологічними та вартісними. Спеціалістами Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля (СНУ ім. В. Даля) розроблено новий метод визначення масових викидів дизельних частинок, який має точність на рівні світових аналогів та значно меншу вартість обладнання.

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У БРОНЕКОРПУСАХ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

Пономарьов Є.П., Ткачук М.А., Васильєв А.Ю., Пелешко Є.В.

*ВАТ «Харківський тракторний завод»,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
Індустріальна група «У.П.Е.К.», м. Харків*

Розрахунок напружено-деформованого стану найбільш навантажених і відповідальних елементів легкоброньованих машин (ЛБМ) – необхідний і важливий етап проектних робіт. Особливої актуальності дана задача набуває при дослідженні реакції корпусів нових проєктованих виробів на дію динамічних навантажень.

Корпус бойової легкоброньованої машини замикає силові потоки в машині як єдиній складній механічній системі. Для забезпечення живучості ЛБМ в умовах бойового застосування необхідно, щоб їх корпус, що є основним силовим і захисним елементом виробу, забезпечував можливість виконання бойових завдань при дії усього комплексу навантажень.

В процесі проєктування тієї чи іншої ЛБМ отримуваний механічний просторовий об'єкт характеризується індивідуальним набором масово-розмірних параметрів. Його корпус є просторовою тонкостінною зварною конструкцією з множиною вирізів, підкріплень, посилень, стійок та інших елементів. На корпусі розміщені різні агрегати і системи. Для обґрунтованого визначення конструктивних параметрів бронекорпусів найбільш доцільне проведення розрахунково-експериментальних досліджень, що передбачають розробку оригінальних математичних моделей, методів дослідження їх поведінки і відповідного програмного забезпечення, а також проведення експериментів. Таким чином, розв'язання задачі створення методів, алгоритмів і програмного забезпечення як інструменту оперативного комп'ютерного моделювання динамічних процесів і напружено-деформованого стану корпусу для забезпечення необхідного рівня їх тактико-технічних характеристик є актуальною науково-технічною задачею.

В роботі запропонована загальна математична модель напружено-деформованого стану корпусу гусеничної машини. Приведені загальні співвідношення методу скінченних елементів, типи використовуваних скінченних елементів, а також загальна схема моделювання дії навантаження на ансамбль скінченних елементів, що моделюють корпус. Також описаний загальний підхід до розрахунково-експериментального обґрунтування параметрів скінченно-елементних моделей, що забезпечують задану точність числових досліджень.

ЗІСТАВЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК, КОНТАКТНОЇ ТА ЗГИННОЇ МІЦНОСТІ ЕВОЛЮТНИХ ПЕРЕДАЧ З ОДНО- ТА ДВОСТОРОННІМ ЗАЧЕПЛЕННЯМ

Протасов Р.В., Устиненко О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Провідною тенденцією сучасного машинобудування є поліпшення масогабаритних характеристик зубчастих передач. Основний чинник, що впливає на габарити коліс, – низька контактна міцність традиційних евольвентних поверхонь зубців (двоопуклий контакт поверхонь). Її можна підвищити за рахунок використання опукло-увігнутого зачеплення із збільшеним приведеним радіусом кривизни, наприклад, еволютного.

Еволютне зачеплення може бути виконане як двостороннім (зубець шестерні та колеса мають як опуклу, так і увігнуту ділянку профілю), або одностороннім (зубець шестерні опуклий, а колеса – увігнутий чи навпаки).

Авторами проводиться порівняльний аналіз цих різновидів еволютного зачеплення з точки зору якісних геометричних характеристик, особливостей нарізання зубців, контактної та згинної міцності. Для цього на основі методу профільних нормалей отримані в загальному вигляді рівняння робочих профілів та галтелей зубців, побудовані скінченно-елементні моделі коліс, запропонована методика визначення радіусів кривизни еволютних зубців. Розрахунки на контактну міцність виконуються двома способами: традиційна методика визначення контактних напружень на основі формули Герца і дослідження контактної взаємодії зубців методом скінченних елементів. Останній також використовується для аналізу згинної міцності зубців.

ВИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРОБІЖНОЇ СИЛИ ПРИ РУСІ РУХОМОГО СКЛАДУ У КРИВІЙ ДІЛЯНЦІ КОЛІЇ

Редченко О.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Задля розробки концепції силової установки коткового стану з можливістю імітації нахилу кузова вагона початковим параметром необхідно мати значення центробіжної сили, що діє на екіпаж у кривих ділянках колії, а також мати закон, по якому вона змінюється у функціях швидкості руху екіпажу, його маси, радіусу кривої ділянки колії та підвищення зовнішньої рейки колії.

Проведення теоретичної роботи з оцінювання величини центробіжної сили містилось у створенні математичної моделі, диференціальні рівняння якої описують рух поїзда по кривій ділянці колії. При цьому враховувались означені параметри. Для визначення максимальної центробіжної сили у різних умовах варіювались величини швидкості руху екіпажу та радіусу кривої. Для швидкості руху був прийнятий інтервал значень від 60 до 200 км/год, для радіусу – від 600 до 2000 м.

Розв'язанням системи диференціальних рівнянь є значення центробіжної сили, та необхідного кута нахилу кузовів, при якому відбудеться повна компенсація непогашеного бокового прискорення. Результатом проведення теоретичного обчислювання є визначення максимального значення центробіжної сили, яке становить 148 кН під час руху екіпажа по ділянці радіусом 600 м зі швидкістю 200 км/год. При цьому розрахунковий кут нахилу кузова, що є необхідним задля повної компенсації бокового прискорення, буде складати 28°. В реальних умовах сучасний рухомий склад з кузовами, що нахиляються забезпечує кут нахилу кузовів вагонів до 11°. Це обумовлено рядом технічних перешкод, а також негативним впливом на самопочуття пасажирів, викликаючи у них при більшому куті нахилу кузовів відчуття невагомості і так звану «морську хворобу».

Отже, параметрами, які у значній мірі впливають на зміну значення центробіжної сили є швидкість руху екіпажа та радіус кривої ділянки колії. Вплив деформації ресорного підвішування на кут нахилу кузова, як показав розрахунок, є незначним і становить 30%. Значення непогашеного бокового прискорення не виходять за межі допустимого ($\pm 0,7 \text{ м/с}^2$), а значить при прийнятому максимальному куті нахилу кузовів 11° ним можна знехтувати.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В УДОСКОНАЛЕННІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЬОВАНОГО ТУРБОНАДДУВУ

Самойленко Д.Є., Прохоренко А.О., Косулін А.Г., Зінченко О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні тенденції в удосконаленні систем регульованого турбонаддуву та світовий рівень розвитку мехатроніки свідчить про можливість забезпечення високих показників ДВЗ за рахунок електронного приводу відцентрового компресору з забезпеченням оптимального рівня повітропостачання на всіх режимах роботи двигуна. Це дозволяє реалізовувати схеми регульованого турбонаддуву з утилізацією енергії відпрацьованих газів (ВГ) без жорсткого зв'язку між турбіною і компресором. При такій схемі утилізація робота ВГ, що отримана на турбінній ступені може бути перетворена в електричну енергію і направлена в акумулятор. Регулювання процесу повітропостачання, при цьому, може бути здійснено за допомогою відцентрового компресора, енергія на привід якого частково або повністю отримана з акумулятора.

Окремо розглянуті питання уточнення математичної моделі поршневого ДВЗ з системою регульованого турбонаддуву, в якій відсутній жорсткий зв'язок між турбінної і компресорною ступенями, а тому і не виконується рівняння балансу потужностей між ними.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОПАРАМЕТРОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Самородов В.Б., Сергиенко А.Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В докладе представлены результаты исследований, направленные на совершенствование методики построения многопараметровой характеристики автомобильного двигателя и использования ее при оценке технико-экономических показателей автомобилей. Итогом исследований является уточненная методика расчета и графического представления многопараметровой характеристики автомобильного двигателя как в 2-х мерных так и 3-х мерных координатах, которая дает погрешность в сравнении со стендовой характеристикой не более 7-10%.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РАБОТ И НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Сергиенко А.Н.

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

В докладе представлены результаты анализа основных работ и направлений исследований ведущих автопроизводителей по повышению технико-экономических показателей (ТЭП) за 2008-2011 годы. Проанализированы решаемые задачи для новых автомобилей и модернизируемых серийных. Анализ показал, что при внедрении новых систем и устройств в автомобиле, таких как система рекуперации энергии, система Start-Stop, гибридных и электрических схем привода, имеются резервы повышения ТЭП, сокращения уровня загрязнения окружающей среды и снижения потребления энергоресурсов. На сегодняшний день практически все автопроизводители ведут работы по рациональному использованию энергии автомобиля в целом и отдельных его систем в частности. Популярна схема силовой установки автомобиля включающая: ДВС малой мощности – электродвигатель-(генератор) – накопитель энергии – рекуператор энергии.

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГИЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Сергиенко А.Н., Маренич А.Н., Сергиенко Н.Е.

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

Анализ использования энергии автомобиля показал резервы ее рационального использования. В ходе исследований выявлены пути экономии затрат энергии. В работе представлены математическая модель, алгоритмы управления, интерфейс программы и оригинальное техническое решение, по которому получен патент Украины. Предварительные результаты показывают возможность получения экономии топлива, улучшения динамических качеств автомобиля и снижение вредных выбросов в атмосферу.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ И ТОПЛИВНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Сергиенко А.Н., Сергиенко Н.Е., Самородов В.Б.

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

В докладе представлены результаты исследований тягово-скоростных и топливно-экономических показателей автомобилей и их пространственно-топологическое представление, позволяющее оценивать каждый показатель по нескольким параметрам одновременно. Итогом работы стала усовершенствованная методика расчета тягово-скоростных и топливно-экономических показателей автомобилей с использованием пространственных графиков и топологий.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ «АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» НА СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЯ

Сергиенко Н.Е., Маренич А.Н.

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

Водитель автотранспортной техники играет определяющую роль в системе «водитель – окружающая среда – дорога – автомобиль (ВОДА)». Для снижения нагрузки на водителя многие автопроизводители внедряют новые информационные, советующие и автоматические системы управления.

Для диагностики изменения состояния водителя предлагается использовать автономную систему, определяющей показатели воздействия составляющих системы «ВОДА» на водителя. Показатели предлагается использовать в многофакторном оценочном функционале, который определяет реакцию человека на изменение параметров окружающей среды, дороги, автомобиля, усталости, заболевания и др. Разработана методика определения весовых коэффициентов функционала.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Сергиенко Н.Е., Маренич А.Н.

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

Сегодня важной задачей в обеспечении безопасности движения автомобилей является внедрение в систему управления транспортным средством системы, которая оценивает состояние здоровья водителя. Этим вопросом в последнее время занимаются ведущие автопроизводители. Для разработки алгоритма функционального взаимодействия систем требуется определение параметров критического состояния здоровья водителя.

В работе представлен алгоритм совместной работы систем и методика определения основных критериев. Для повышения точности оценки состояния водителя предлагается использовать комплексный показатель.

ЭКСПРЕСС АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА

Сергиенко Н.Е., Маренич А.Н., Сергиенко А.Н., Малакей С.А.

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

Использование дорогостоящих комплексов для диагностики автомобильных генераторов не всегда целесообразно с точки зрения материальных и временных затрат. Выходные характеристики генератора определяют функциональные показатели и надежность составляющих элементов электрооборудования и микропроцессорной техники автомобиля.

В докладе рассматривается применение автономного устройства на базе контролера ATMEGA 16, позволяющего диагностировать элементы электрической части автомобильного генератора непосредственно на автомобиле.

Программное обеспечение разработано на базе NI LabVIEW. Рассматривается вопрос внедрения устройства как отдельного блока диагностического оборудования и как составляющего блока микропроцессорной системы диагностики автомобиля.

СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ШТАМПУВАННЯ

Сердюк Ю.Д., Дьоміна Н.А, Ткачук М.А., Мухін Д.С.

*ЗАТ «АзовЕлектроСталь», м. Маріуполь, Таврійський державний
агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Національний технічний
університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Як показує світова практика, одним із пріоритетних напрямів сучасного машинобудування стає широке впровадження прогресивних технологічних процесів. Отримання деталей з листових матеріалів пластичною деформацією за допомогою високопродуктивного ковальсько-пресового устаткування є однією з найбільш прогресивних металозберігаючих технологій. Характерною для розвинених країн світу є тенденція подальшого розвитку листового штампування, що забезпечує зниження витрат на виробництво, підвищення продуктивності при забезпеченні необхідної якості виробів. Подальшого поширення набувають гнучкі виробничі системи, які дають змогу швидко перебудовуватися на нову продукцію з мінімальними витратами і високими результатами. При цьому листоштампувальне виробництво все більшою мірою має змішаний характер – від одиничного, дослідного до серійного, крупносерійного і масового. У зв'язку з цим є досить важливим розробка конструкцій штампів, які були б ефективні за різної серійності продукції, що випускається. Для цього свого часу були запропоновані різні серії переналагоджуваних розділових штампів, а також розроблені методи їх розрахунку. Відповідно свого часу була розроблені аналітичні, напіваналітичні та числові методи для дослідження їх напружено-деформованого стану (НДС) з урахуванням контактної взаємодії, оскільки сам технологічний процес безпосередньо полягає у розділенні матеріалу за допомогою контакту ріжучих елементів штампів із заготовкою, а інші елементи штампів знаходяться у силовій контактній взаємодії, яка забезпечує передачу технологічних зусиль і рухів в оснащенні.

На даний час недостатньо сформований узагальнений підхід до розв'язання задачі про НДС елементів штампового оснащення з урахуванням контактної взаємодії. Тому така складова проблеми як удосконалення методів розрахунку елементів штампового оснащення на основі аналізу напружено-деформованого стану з урахуванням контактної взаємодії на прикладі розділових штампів складає актуальну науково-практичну задачу, яка поставлена і розв'язана у даній роботі.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ І АНАЛІЗУ КОМПЛЕКСУ, ЩО СКЛАДАЄТЬСЯ З ДЕКІЛЬКОХ МЕХАНІЗМІВ

Сериков В.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час існує необхідність в автоматизації процесу проектування і аналізу не лише окремих механізмів, що входять в комплекс механізмів технологічного ланцюжка, але і всього комплексу в цілому. Такий аналіз, окрім використання адекватних математичних моделей, немислимий без подання у вигляді візуальної моделі, доступної для розуміння дослідника. Більш того, результати розрахунків мають бути представлені не лише в чисельному вигляді, який дозволить достовірно проаналізувати результати розрахунків, але і у вигляді графіків, анімації. Останнє дозволить значно скоротити час на вказаний аналіз і ухвалення рішення про зміну конструкції, параметрів механізму або принципової схеми роботи того або іншого механізму. До теперішнього часу визнається доведеним той факт, що одна сторінка відео або графічної інформації замінює 5-21 сторінку друкарського тексту.

При цьому відзначимо необхідність єдиного підходу у відображенні інформації в межах комплексу програмного забезпечення, призначеного для розв'язання даної задачі. Тобто комплекс повинен мати єдиний інтерфейс.

Частиною існуючого програмного забезпечення, що найменш відпрацьована, є кінематичний аналіз проектованого механізму на стадії роботи над кінематичною схемою і аналізу всього комплексу.

Етап роботи над кінематичною схемою переслідує дві мети:

1. Створення власне кінематичної схеми проектованого механізму, яка б задовольняла загальному вигляду (характеру) траєкторії виконавчого органу.
2. Уточнення кінематичної схеми проектованого механізму з метою повного збігу траєкторії механізму з потрібною (що може бути регламентоване габаритами області роботи механізму, умовами збірки і іншими технологічними вимогами).

ЗВ'ЯЗАНА ЗАДАЧА СТОНШУВАННЯ І НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Танченко А.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Велика кількість машинобудівних конструкцій працює в умовах корозійного або іншого виду зношування. При цьому їх напружено-деформований стан (НДС) залежить від ступеня стоншування, спричиненого цим процесом. Особливо це актуально для тонкостінних конструкцій, у яких товщина стінки може в межах допустимого зменшитися за термін служби при дії цих чинників до 20-25% і більше. У свою чергу, швидкість стоншування може залежати від напружено-деформованого стану. Таким чином, виникає зв'язана задача визначення НДС тіл і їх стоншування, у свою чергу залежного від НДС. У роботі описана загальна постановка цієї задачі, а також розглянуті окремі випадки на прикладі шарнірно опертого стрижня та мостового перевантажувача.

Залежність швидкості зміни від параметрів НДС визначається на основі розв'язання додаткової задачі або встановлюється емпіричним шляхом. Зокрема, запропоновано багато моделей стоншування.

При переході від модельних задач для стержнів, пластин або оболонок до розрахунку реальних конструкцій відбувається не просто механічне ускладнення досліджуваного об'єкта, але й зростання кількості чинників, що впливають на досліджувані процес і стан. Більш того: дані додаткові чинники діють багато в чому випадково. Враховуючи випадковий характер, з одного боку, і наявність обмежень на стоншення елементів металоконструкції підйомно-транспортних машин – з іншого, можна видозмінити початкову задачу - вона може бути представлена як забезпечення заданого рівня міцності при довільній (але в межах нормативних границь) зміні товщин різних елементів цих машин. Таким чином, поєднуються випадковість процесу зовнішньої дії та детермінованість обмежень за кожним окремо взятим елементом конструкції. А вже маючи даний інструмент аналізу, на основі статистичної обробки результатів моделювання напружено-деформованого стану елементів досліджуваних конструкцій можна робити висновки про її термін служби за тими чи іншими умовами експлуатації.

ОЦІНКА РІВНЯ ЯКОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ НЕСАМОХІДНИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД

Терлич С.В.

*Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Херсон*

Аналітичний розв'язок задач, пов'язаних із вирішенням питань якості модульного формування приміщень несамохідних плавучих споруд та несамохідних суден можливо тільки за умов високого рівня точності при використанні прикладних програмних засобів (CosmosFloWorks, Fluent, Napa, Fogan та інших). Використання програмних засобів дозволяє візуалізувати динаміку навантажень та деформацій елементів модульного зашиття, температурних режимів, міцнісних характеристик та технологічних параметрів виготовлення деталей кріплення, ізоляції й композитних панелей. Результатом комп'ютерного моделювання є динамічна оцифрована 3D модель. Для її виконання необхідно використання наступних умов:

- опис у одому з сучасних програмних пакетів побудови трьохмірних моделей геометричних особливостей модулюємих об'єктів (житлових, службових та суспільних приміщень);
- розробка раціональної сітки із кількості осередків, достатньою для виявлення тонких структур визначення необхідних параметрів;
- коректування граничних умов та припущень;
- вибір або розроблення ефективних моделей приміщень із насиченням;
- виконання обов'язкової перевірки адекватності запропонованих моделей та алгоритму вирішення задач.

Література:

1. *Терлич С.В.* Разработка методики расчёта прочности панелей для зашивки кают несамоходных плавучих сооружений / *Терлич С.В.* // Последние научные достижения-2010. Материалы за VI международная научная практическая конференция. - София: Бял Град-БГ, 2010. - С. 10-16.

2. *Царёв Б.А.* Проблема модульного формирования помещений и оборудования при проектировании кораблей / *Царёв Б.А., Шагиданов В.И., Гайкович Б.А., Суров М.А., Еркович Д.В.* // Труды всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 200-летию образования высшего военно-морского инженерного училища имени Ф.Э. Дзержинского. С-Пб.: ВМИИ, 1998. – С. 72-78.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЯ ЗАЗ - 1102 ЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНОМ

Ткачов О.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання доцільності і ефективності застосування електричного двигуна на автомобілі ЗАЗ - 1102. Проведено розрахунковий та порівняльний аналіз динамічних показників автомобіля ЗАЗ 1102 з електродвигуном та штатним двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ). Проведено порівняння швидкісних характеристик автомобіля «Таврія» при використанні різних типів двигунів.

Особливість конструкції електромобіля на базі «Таврії»: застосування асинхронного електродвигуна (АД) з частотним керуванням в якості джерела механічної енергії та одноступеневим редуктором, дає змогу знизити до нуля викиди відпрацьованих газів та забезпечити плавне трогання та розгін автомобіля в міському русі.

Доцільність дослідження полягає в порівняльному аналізі швидкісних характеристик автомобіля «Таврія» при застосуванні різних типів двигунів.

Експериментальне дослідження полягає в оцінці працездатності розробленого електричного приводу, визначення необхідної потужності електродвигуна.

Шляхом дослідження на математичній моделі електромобіля було встановлено: вибраний електродвигун потужністю 20,3 кВт задовольняє вимогам, щодо подолання моменту опору при початку руху автомобіля з місця. Були отримані тягова та часова характеристики розгону.

Застосування електричного приводу дає змогу відмовитись від дефіцитних та дорогоцінних енергоносіїв на базі вуглеводнів, відмова від рідкого пального в міському русі являється економічно ефективним.

Слабким елементом системи залишається акумуляторна батарея (АКБ), тому для вирішення проблеми збільшення відстані пробігу необхідно використовувати АКБ нового покоління.

Проведене дослідження показало, що автомобіль ЗАЗ - 1102 із застосуванням асинхронного двигуна розганяється до швидкості 100 км/год за менший час ($t = 23$ с) порівняно з ДВЗ ($t = 27$ с), інтенсивність розгону обмежена лише глибиною розряду АКБ та умовою зриву в буксування.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ СИЛОВИХ ЧИННИКІВ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОПЕРЕДАЧІ

Ткачук Г.В., Мартиненко О.В., Бондаренко Л.М., Міхєєнко О.К.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Серед основних тенденцій світового і вітчизняного танкобудування виділяється прагнення до підвищення рухомості і керованості об'єктів бронетанкової техніки. Це приводить до необхідності вирішення масштабних науково-технічних проблем по основних системах і агрегатах бойових броньованих машин, зокрема, по забезпеченню тактико-технічних характеристик (ТТХ) системи двигун – трансмісія – рушій.

Для вітчизняного танкобудування традиційним також є використання поперечного розташування силового агрегату. Крім того, зменшення силуету і збереження високої питомої потужності порівняно із зарубіжними зразками танків досягається оригінальною конструкцією двотактних двигунів серії 5ТД, 6ТД з обмеженим об'ємом моторно-трансмісійного відсіку. Оснащення вітчизняних танків гідрооб'ємними трансмісіями породжує у зв'язку з указаними обставинами надзвичайно складну задачу розробки такого конструктивного рішення, яке дозволило б розмістити спроектовану гідрооб'ємну передачу (ГОП) в обмежених габаритах моторно-трансмісійного відсіку, а також забезпечити при цьому міцність і жорсткість основних найбільш навантажених елементів конструкції. Принципова ставка на радіальну гідрооб'ємну передачу розв'язує першу частину задачі – створення досить компактної конструкції. Проте при цьому загострюється друга складова частина задачі – забезпечення міцності і жорсткості найбільш відповідальних елементів конструкції.

Дійсно, для гідрооб'ємних передач радіального типу характерні значно більші порівняно з аксіальними машинами зусилля у сполученнях елементів конструкцій. У зв'язку з цим необхідний науково обґрунтований вибір раціональних конструктивних параметрів. На перших етапах науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт дуже важливим питанням є вибір матеріалів для виготовлення елементів гідрооб'ємної передачі. Зокрема, відкритою є можливість і доцільність застосування для виготовлення найбільш навантажених і відповідальних деталей агрегату високолегованих сталей, кераміки. Інша сторона задачі – дослідження впливу конструктивних рішень на технічні характеристики гідропередачі. У роботі проведений комплексний аналіз впливу різних чинників на їх міцність, жорсткість, а також розроблені рекомендації з вибору основних параметрів гідропередачі.

ПАРАМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ДІЇ НЕПЕРІОДИЧНИХ ДИНАМІЧНИХ ТА ПЕРІОДИЧНИХ ІМПУЛЬСНИХ СИЛ

Ткачук М.А., Миргородський Ю.Я., Малакей А.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
ДП «Завод ім. Малишева», м. Харків*

Корпуси легкоброньованих військових гусеничних та колісних машин (ВГКМ) (бронетранспортери, тягачі, бойові машини піхоти тощо) у процесі бойового застосування підлягають дії різноманітних силових навантажень, у тому числі – динамічних. Серед останніх можна виділити дві групи силових чинників: періодичні імпульсні та неперіодичні динамічні. Перші виникають при здійсненні пострілів із бойових модулів, оснащених кулеметним або гарматним озброєнням. Другі – при пересуванні по місцевості, коли через елементи підвіски на корпус діють опорні динамічні реакції, які залежать від рельєфу місцевості, швидкості та напрямку руху машини.

Незважаючи на те, що рівняння динамічного напружено-деформованого стану бронекорпусів ВГКМ при дії і першого типу сил, і другого формально не відрізняються, сам аналіз при цьому відрізняється суттєво. Справа в тому, що імпульсні реактивні сили віддачі діють протягом коротких інтервалів часу, а частота цих імпульсів – висока. Зусилля від підвіски мають більш плавний характер зміни у часі, проте вони діють постійно, змінюючись у часі відповідно до характеру руху.

У роботі запропоновані нові підходи до аналізу напружено-деформованого стану бронекорпусів ВГКМ при дії обох типів навантажень. Для першого типу навантажень розраховується методом прямого інтегрування динамічний процес у бронекорпусі. При цьому визначається напружено-деформований стан бронекорпусу методом скінченних елементів на часовому інтервалі, який відповідає часу здійснення черги із кулеметного або гарматного озброєння. Для другого типу визначається спочатку закон руху машини як твердого тіла, після чого – зусилля, що при цьому виникають в елементах підвіски. У подальшому ці сили прикладаються до бронекорпусу, і визначається напружено-деформований стан у ньому методом скінченних елементів.

ВЗАЄМОДІЯ ПЛОСКОГО ШТАМПУ З НАПІВПРОСТОРОМ: МОДЕЛІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Ткачук А.М., Ткачук М.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досліджується вплив чинників шорсткості поверхні і величини радіусу скруглення кромки на характер розподілу контактного тиску в сполученні плоского штампу з напівплощиною. Для розв'язання цієї задачі використовується нова модифікація методу граничних інтегральних рівнянь, адаптована для цієї задачі. Для цього в середовищі MatLab написана програма „МГІР-2D”, що будує і задовольняє систему розв'язувальних співвідношень. Інтерес представляє вплив указаних вище чинників на характер розподілу контактного тиску. З цією метою вводяться безрозмірні варійовані параметри: відносна міра скруглення кромки; відносна величина контактної жорсткості; відносна інтегральна навантаженість поверхні штампу. Остаточна система співвідношень розв'язується чисельно прямим або ітераційним способом. Зокрема, в середовищі MatLab була розроблена спеціальна програма, що містить модулі обчислення елементів матриці системи розв'язувальних рівнянь і правих частин, а також власне розв'язання отримуваної системи рівнянь. У даному дослідженні використовувалося близько 200 точок дискретизації. Було потрібно 5 циклів ітераційного процесу для встановлення контактної майданчика і контактного тиску. Числове розв'язання задачі контактної взаємодії плоского штампу з напівпростором забезпечує можливість одержання сімейства розподілів контактних тисків, як параметри у яких виступають контактна жорсткість і радіус скруглення. Отримані деякі характерні розподіли відносного контактного тиску. Крім того, представляється можливою побудова узагальнених залежностей характеристик контактного тиску як функцій даних аргументів.

Таким чином, запропонований напіваналітичний метод моделювання контактної взаємодії плоского штампу з напівпростором (напівплощиною) надає в руки дослідника зручний, точний, економічний інструмент аналізу впливу чинників жорсткості контактної кромки і радіусу скруглення кромки на контактний тиск, а також розв'язання оберненої задачі синтезу параметрів за критерієм обмеження контактного тиску.

Оскільки жодних принципів обмежень на кількість і природу варійованих чинників не накладалося, то запропонований підхід природним чином може бути узагальнений на більшу множину параметрів.

ЩОДО УТОЧНЕННЯ ДОПУСТИМИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕВОЛЬВЕНТНИХ ЗУБЦІВ НА ЗГИННУ ВИТРИВАЛІСТЬ

Устиненко О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з найважливіших проблем сучасного машинобудування є поліпшення масогабаритних характеристик зубчастих передач. До основних шляхів її рішення належить уточнення методик розрахунків зубців на міцність.

На даний час найбільш поширеним є визначення напружень в корені зубця методом скінченних елементів в об'ємній постановці. Цьому сприяли його зручність і адекватність при дослідженні ПДВ тіл складної конфігурації (до яких цілком можна віднести зубчасте колесо), а також широке поширення прикладних програмних комплексів, наприклад, Ansys, Pro/Engineer, Cosmos.

Однак не слід забувати, що дослідження міцності будь-якого тіла полягає у визначенні як діючих, так і допустимих напружень. Норми допустимих згинних напружень для зубчастих передач були вироблені ще в 70-х роках минулого століття (нагадаємо, що мова йде про втомні *максимальні місцеві* напруження). Вони визначались натурними випробуваннями зубчастих коліс на витривалість з подальшим перерахунком навантажень, що руйнують, в напруження. Причому у кращому випадку застосовувалися методики розрахунку на базі плоскої задачі теорії пружності (зазвичай метод В.Л. Устиненка на основі конформного відображення), а іноді і методи опору матеріалів (А.І. Петрусевича або ламаних перерізів О.В. Верховського).

Таким чином, на сьогоднішній день ми маємо явну неадекватність між розрахунковими діючими та допустимими згинними напруженнями для зубчастих коліс. Вихід з цього становища бачиться у використанні методики визначення допустимих напружень за результатами математичного моделювання втомних процесів. Також можна запропонувати і альтернативний підхід: скористатися даними випробувань зубчастих коліс, за якими були вироблені нині діючі норми межі згинної витривалості зубців. У цьому випадку необхідно провести перерахунок напружень, що руйнують, методом скінченних елементів.

Застосування визначених таким способом допустимих напружень істотно підвищить достовірність розрахунків зубців на міцність методом скінченних елементів.

ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ ПЛАТФОРМ

Федосов В.Є., Степанов М.М., Ткачук М.А.

ДП «Харківський бронетанковий ремонтний завод»,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне бронетанкобудування розвивається за різними напрямками. Однією з основних тенденцій на даному етапі є створення високоуніфікованих універсальних бойових броньованих платформ (УББП), на які за модульним принципом встановлюються ті або інші бойові модулі, капсули, відсіки. В деяких випадках це можуть бути навіть змінні вузли, системи, агрегати, або такі, що агрегатуються. Але принцип залишається тим самим – всі вони вмонтовуються на єдиному універсальному шасі.

Даним шляхом йдуть і вітчизняні бронетанкобудівники. При цьому спостерігається досить стійка прогресивна тенденція в бронетанкобудуванні, яка поширюється і на важкі бойові машини. Проте при цьому виникає множина проектних задач, які необхідно розв'язувати на основі комплексу критеріїв і обмежень із залученням методів математичного моделювання фізико-механічних процесів і станів основних елементів проєктованих машин. На даний час відсутні відпрацьовані підходи і математичні моделі для розв'язання сформульованої проблеми.

Мета даної роботи – розробка нових підходів до обґрунтування структури, конструктивних параметрів для забезпечення високих тактико-технічних характеристик універсальних бойових броньованих платформ на основі математичного моделювання фізико-механічних процесів і станів, що супроводжують бойове застосування створюваних машин.

Запропонований підхід об'єднує етапи аналізу фізико-механічних процесів в створюваних конструкціях УББП, а також структурної і параметричної оптимізації. Даний підхід використовує як основу узагальнений параметричний опис УББП, що складає перевагу порівняно з традиційними методиками за часом розрахунків, ступенем інтеграції в сучасні CAD/CAM-системи, а також за можливостями розрахунково-експериментального обґрунтування достовірності числових досліджень.

СУЧАСНІ ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ І СТАНІВ У СКЛАДНИХ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Чепурний А.Д., Ткачук М.А., Кохановський В.І.

*ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний
інститут», м. Маріуполь,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
Індустріальна група «У.П.Е.К.», м. Харків*

У рамках договорів про науково-технічну співпрацю між НТУ «ХПІ», Головним спеціалізованим конструкторсько-технологічним інститутом та ІГ «У.П.Е.К.» реалізуються спільні науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи. Основним змістом цієї роботи є інтеграція навчального, виробничого і науково-дослідного процесів на основі створення виробничо-науково-освітнього комплексу.

Даний стратегічний напрям може успішно розвиватися при всемірній підтримці і зацікавленості і з боку науки, і з боку виробництва.

Зокрема, представляє значний інтерес концентрація наукових кадрів на тих напрямках фундаментальних і прикладних досліджень, які мають перспективу впровадження у виробництво. При цьому очікується позитивний ефект як з точки зору підвищення технічних характеристик продукції, так і скорочення термінів проектування і технологічної підготовки виробництва, зниження вартості досліджень і випробувань.

Само по собі поєднання зусиль науки і виробництва мало що дає без наповнення його новим змістом. Йдеться про принципово нові наукові розробки у сфері інтеграції найбільш передових технологій для розв'язання конкретних задач, що представляють практичний інтерес. Саме спосіб інтеграції наукових розробок вітчизняних вчених, наприклад, з передовими комп'ютерними технологіями дає можливість отримати величезний ефект. При цьому виходять принципово нові програмно-модельні засоби для аналізу фізико-механічних процесів, що дають можливість обґрунтувати раціональну структуру і параметри створюваних машинобудівних конструкцій. Як приклади таких спільних розробок можна навести розрахунки міцності елементів вітроенергетичних установок, переважувачів, паливозаправників, віброударних машин, механізмів нахилу важкоавантажених машин тощо. Ці розробки здійснені із залученням сучасних програмно-апаратних комплексів, що з'єднують комп'ютерний кластер «Політехнік-125», розгорнутий в центрі «Тензор» НТУ «ХПІ» (64 ядра, 128 Гб ОЗУ), а також ліцензійні версії Pro/ENGINEER, NASTRAN, SolidWorks. Завдяки такому поєднанню забезпечується висока ефективність числових досліджень і технічних рішень, що приймаються на їх основі.

ВПЛИВ МІСЦЕВОГО ЗВУЖЕННЯ В КАНАЛІ ГАЗОЗМІШУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ НА ЙОГО ПАРАМЕТРИ

Швець І.А., Литвин С.М.

*Первомайський політехнічний інститут
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Первомайськ*

Характерною особливістю геометрії сучасних змішувальних пристроїв є наявність місцевого звуження в центральній частині каналу. Таке конструктивне рішення використовується в багатьох пристроях, серед яких необхідно виділити і газоповітряні змішувачі та дифузори в карбюраторах двигунів.

Зміна поточної величини живого перетину ω до величини ω_c в найвужчому місці каналу змішувального пристрою забезпечує умови за яких п'єзометрична лінія може знаходитись на від'ємному рівні відповідно утворюючи вакуум в даному перетині. Так в роботі [1] зауважено що для рівняння (1) можливий варіант рішення, коли $H < \frac{Q^2}{\omega_c^2 \cdot 2g}$ що в свою чергу залежить від досягнення величиною ω_c певного критичного значення.

$$h = H - \frac{Q^2}{\omega_c^2 \cdot 2g}, \quad (1)$$

де h – п'єзометрична висота утворена при русі рідини (газу);

H - величина повного напору;

Q - сумарна витрата рідини (газу);

ω_c - величина живого перетину в найвужчому місці пристрою;

g - гравітаційне прискорення;

Таким чином при введенні додаткового каналу в місці звуження створюються сприятливі умови для процесів ежекції. Дане явище широко використовується в сучасних змішувальних пристроях.

Але дуже часто проектування такого роду пристроїв пов'язане з виконанням суперечливих умов. Так з одного боку необхідно збільшувати величину вакууму для збільшення витрати газу, за рахунок зменшення величини живого перетину ω_c . З іншого боку значне зменшення ω_c призводить до зростання місцевих втрат тиску внаслідок зростання коефіцієнту місцевих опорів. Тому визначення величини живого перетину ω_c при розрахунку газозмішувальних пристроїв є актуальним завданням оптимізації.

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика: Учебник для вузов – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.:Энергоиздат. Ленингр. отд., 1982 г. – 672 с., ил.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН З ДИСКРЕТНО ЗМІЦНЕНИМ ПОВЕРХНЕВИМ ШАРОМ

Шеремет В.М., Ткачук М.А., Курпіль І.І., Гончаров В.Г.

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

Робота присвячена розробці науково-технічних основ підвищення ресурсу та забезпечення високої надійності, довговічності, технічних і тактико-технічних характеристик форсованих двигунів, військової і цивільної техніки за рахунок дискретного та інших способів зміцнення, а також впровадження у виробництво нових енергозберігаючих і економічних способів збільшення їх конструктивної міцності.

На основі теоретико-множинного підходу запропоновані нові *концепція, методи і моделі* для підвищення *ресурсу* двигунів, об'єктів військової і цивільної техніки на базі технології дискретного зміцнення та інших методів модифікації поверхонь елементів конструкцій, а також розв'язані такі фундаментальні та прикладні задачі:

1. Розроблено *концепцію* узагальненого параметричного опису складних систем, аналізу процесів та синтезу нових способів зміцнення елементів машин.

2. Створено *метод синтезу* раціональних конструктивних параметрів та нових способів зміцнення приповерхневого шару деталей високонавантажених об'єктів на основі розрахунку їх напружено-деформованого стану.

3. Науково обґрунтовані *матеріали, режими та параметри* процесу зміцнення.

На цій основі обґрунтовані принципово нові *технічні рішення* для забезпечення високої надійності та ресурсу об'єктів військової і цивільної техніки: гідروпередачі для танкових трансмісій, бронезахисні конструкції, двигуни для військової техніки, тепловозні двигуни, колісні пари рухомого складу залізниць, електродвигуни, верстати, валки прокатних станів тощо. Обґрунтовані також альтернативні шляхи зміцнення – використання вставок із спеціальних матеріалів та підсилення силової структури. Розроблені процеси є енергоефективними і потребують менше енергії у 6–8 разів, ніж для традиційних. При цьому підвищується ресурс на 40 % зі зменшенням витрат на 70 % та скороченням часу обробки на 80 %.

ЧИСЛОВЕ ТА АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЗМУ НАХИЛУ ПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ

Шкода В.А., Головченко В.І., Поліщук Т.В., Полетун Л.Ю
ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний інститут», ВАТ «Азовмаш», м. Маріуполь

При проектуванні механізму нахилу унікальної дугової сталеплавильної печі у ВАТ «Азовмаш» виникла актуальна і важлива задача різкого прискорення етапу дослідних робіт. Справа в тому, що сама конструкція механізму нахилу є складною, навантаження, яке на неї діє, переміщується при нахилі печі, а опираюча всієї багатосоттонної конструкції здійснюється на локальних площадках. У зв'язку з цим загострюється проблема забезпечення адекватності математичних і числових моделей, які пропонуються для дослідження напружено-деформованого стану і контактної взаємодії металоконструкції механізму нахилу печі, а також достовірності і точності одержуваних із їх застосуванням результатів і рекомендацій. Для розв'язання даної задачі запропоновано технологію розрахунково-експериментальних досліджень, яка базується на залученні макетного моделювання. Її особливість полягає в тому, що перед застосуванням числових моделей для розрахунку параметрів реальної конструкції механізму нахилу проводиться оцінка точності числового моделювання стосовно макету, виготовленого у масштабі.

Запропонований підхід володіє цілою низкою переваг. По-перше, він дає змогу кардинально прискорити сам процес проектних досліджень. По-друге, забезпечується необхідна точність та достовірність результатів досліджень і рекомендацій на їх основі. По-третє, у процесі досліджень макету проводиться ідентифікація параметрів скінченно-елементних моделей, які забезпечують задану точність моделювання. У подальшому визначені таким чином скінченно-елементні моделі застосовуються уже для дослідження моделі реальної металоконструкції.

Підсумовуючи, можна відмітити суттєві переваги запропонованої технології досліджень. Рекомендації, розроблені з її використанням, були втілені у реальній конструкції дугової печі ДСП-60 та пройшли перевірку в умовах експлуатації.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИВОДА НАХИЛУ КУЗОВА ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ НА БАЗІ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА

Якунін Д.І., Єрціян Б.Х.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто результати вирішення тестової задачі за допомогою удосконаленої моделі приводу системи нахилу кузовів на базі лінійного двигуна.

За допомогою пакету візуального програмування Simulink створено імітаційну модель приводу нахилу кузовів, доведено її достовірність та вирішено тестову задачу. У межах тестової задачі визначено граничні значення кінематичних параметрів, обрано параметри лінійного двигуна та оцінено ефективність електромеханічного перетворювача енергії.

Модель відрізняється від попередньої тим, що її удосконалено шляхом введення пружньо-дисипативних зв'язків між тілами, які імітують кузов і балку, що нахилиється. Це дозволило дослідити вплив динамічної складової навантаження на роботу імітаційної моделі.

З використанням удосконаленої імітаційної моделі проведено цифрове моделювання нахилу кузова поїзда на заданий кут $\theta = 7^\circ$ при заданій максимальній швидкості нахилу $2^\circ/\text{с}$.

Показано, що коливання кузова на пневматичних ресорах приводять до зміщення кута нахилу у межах $\pm 0,32^\circ$. Досягнення встановленого кута нахилу відбувається за 4,8 с., при цьому максимальне значення напруги на транзисторах регулятора, що живлять лінійний двигун приводу, складає 230В, а струму 80А.

Рекомендовано обирати IGBT-транзистори, параметри яких дозволяють комутувати напругу і струм не менш вказаних. Цим вимогам відповідають модулі фірми Fuji Electric 2MBI 100N-060 або 2MBI 100TA-060, що мають потрібні параметри.

Вказані модулі призначені для комутації ланцюгів напругою до 600 В із струмом до 100 А і є напівмостами IGBT, що дозволяє на одному модулі реалізувати всю силову частину регулятора. Ці модулі вельми надійні, адже їх призначено для комутації ланцюгів великої потужності та управління двигунами постійного і змінного струму.

Задля зменшення навантажень на силову частину приводу запропоновано використання активного керування пневматичним ресорним підвішуванням, яке забезпечує додатковий нахил кузова на кут до 2°

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

Яловол І.В., Самородов В.Б.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розроблено математичні моделі процесу розгону автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» з штатною механічною трансмісією і за умов переобладнання в гібридний автомобіль. За результатами моделювання проведено вибір раціональних параметрів гібридного автомобіля, а також виконано розрахунковий та порівняльний аналіз зміни динамічних характеристик ЗАЗ-1102.

Особливістю роботи є створення математичної моделі і вибір раціональних параметрів альтернативної гібридної силової установки (рисунок 1) виконаної за паралельною схемою (Mild Hybrid), котра забезпечує 4 основних режими роботи на 7 діапазонах (табл.1).

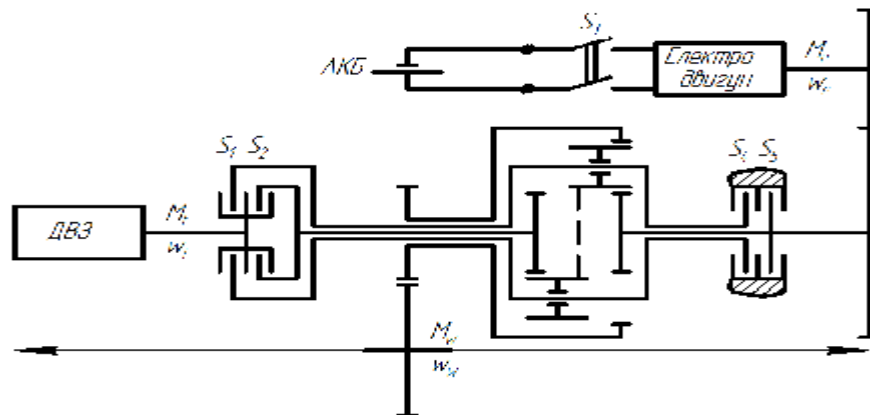


Рисунок 1 – Кінематична схема гібридної силової установки

Таблиця 1 – Діапазони роботи гібридної силової установки

№ діапазону	Увімкнуті керуючі елементи	Режим роботи
1	S3, S4	електродвигун
2	S2, S3	електродвигун + ДВЗ
3	S1, S3	електродвигун + ДВЗ
4	S2, S4	ДВЗ
5	S2, S5	ДВЗ
6	S1, S2	ДВЗ
7	S1, S5	ДВЗ
-	-	заряд акумулятора в режимі рекуперативного гальмування (можливий на всіх діапазонах)

**СЕКЦІЯ 5. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В
ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНОМУ, ЕНЕРГЕТИЧНОМУ
ОБЛАДНАННІ ТА ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**ENERGOECOLOGICAL UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE IN
CEMENT PRODUCTION**

Klimenko M.A.

*A.M. Pidhorny Institute of Mechanical Engineering Problems of National
Academy of Science of Ukraine, Kharkiv*

Accumulation of a great amount of sewage sludge complicates work of treatment facilities (processing expenditures are up to 50% of total consumption of treatment facilities). Unlike other waste amount of sewage sludge cannot be reduced due to change of economical and social policy in the society.

The existent methods for sewage sludge processing are reduced to sewage of sludge volume and change of their structure for the subsequent application. Due to a great amount of heavy metals, an obnoxious odour, probable helminth infection, sewage sludge requires an additional processing, which is not always technologically possible or economically sound.

The technology developed makes it possible to utilize sewage sludge as mineral addition in cement production, practically, without after-treatment.

To calculate natural gas saving, a rotary calciner used in cement production by wet-mix method with efficiency 75 t/h and size 5x185m. was chosen. Sewage sludge with minimum amount of combustible (9,28 MJ/kg) also was taken for calculation. The result of the calculation of sewage sludge as an additive – inert material showed that due to the exceeding amount of silicon in silt, the additive of sewage sludge is limited up to 6,14% (up to 9827kg/h). Saving of natural gas used in the rotary calciner will be about 3,34% (up to 8,7 m³ per 1 tonne of cement).

Introduction of the technology makes it possible to reduce a risk of further contamination of soil, ground water and underground waters and to better the ecological situation and social-hygienic conditions of population residence near treatment facilities and sewage sludge sites.

In addition, the utilization technology makes it possible to lower cement cost due to saving of energy and material resources and to reduce expenditures on sewage sludge storage.

**PLASMA HYDROGEN TECHNOLOGY FOR NEUTRALISATION OF
ECOLOGICALLY-HAZARDOUS CARCINOGENIC AND MUTAGENIC
COMPOUNDS FORMED BY BURNING
ORGANIC FUELS**

Solovey V. V., Kanilo P. M., Vorobjova I. A., Klimenko M.A.

*A.M. Pidhorny Institute of Mechanical Engineering Problems of National
Academy of Science of Ukraine, Kharkiv*

Ecologically-clean technology for neutralisation of carcinogenic and mutagenic compounds with formation of hydrocarbon synthesis-gas by recycling ecologically hazardous waste is obtained due to the new technology of thermal-plasma-chemical processing of carcinogenic and mutagenic compounds in the gas flow at elevated pressure, that enables efficient recycling of hazardous substances, which are formed in power, transport and stationary installations. Power expenditures for recycling are defined depending on chemical composition of the product that is recycled.

The plasma chemical technology for neutralization of ecologically hazardous waste and the installation for its realization are based on jet MW-plasmatron in which the discharge is excited near the central conductor of open end of the coaxial waveguide.

The technical solution of plasma-chemical reactor proposed is easy in application and enables to form non-equilibrium plasma with the high specific energy content. Such level of energy put into the discharge will provide formation and support of the strong non-equilibrium state of the plasma needed for the effective activation of hydrocarbon reagents. Under these conditions the value of average oscillatory energy of molecule- reagents is 0,1-1,0 eV, which provides the effective reduction in the activation barrier and selective increase of rate constants of plasma-chemical reactions, the end product of which is hydrocarbon synthesis – gas. Due to the method, expenditures on production of hydrocarbon synthesis – gas and neutralization of carcinogenic and mutagenic compounds are considerably lower in comparison with thermal gasification methods.

Versatility of the plasma chemical technology proposed increases scopes of its application. The commercial realization of the plasma-chemical installation and technology is promising both from the ecological and energy points of view.

АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ ТРУБОПРОВОДАМИ МЕРЕЖІ ОПАЛЕННЯ ПРИ УТЕПЛЕННІ БУДІВЕЛЬ МІКРОРАЙОНУ

Алексахін О.О., Бобловський О.В., Єна С.В.

*Харківська національна академія міського господарства,
Національний технічний університет “ХПІ”, Харків*

При проведенні енергозберігаючої політики в будівельній галузі все ще залишається актуальним зниження витрати тепла на опалення будівель за рахунок підвищення термічного опору конструктивних елементів. Для будинків збудованих до прийняття нових, підвищених нормативних значень опору теплопередачі це може бути забезпечено за рахунок утеплення зовнішніх огорожень.

Після додаткової теплоізоляції будівельних конструкцій зниження опалювальної навантаження будівлі може бути забезпечено або реконструкцією системи опалення з метою зменшення площі поверхні опалювальних приладів, або зменшенням температури теплоносія на вузлах вводу, наприклад, збільшенням коефіцієнта змішування при залежних схемах приєднання, що, швидше за все, є менш витратним. Як наслідок застосування другого способу слід очікувати зниження температури теплоносія в зворотній магістралі та зменшення втрат теплоти трубопроводами мікрорайонної мережі.

У роботі представлені результати розрахунків тепловтрат трубопроводами опалення при зниженні розрахункової витрати теплоти на опалення для груп будинків в цілому на 10, 20, 30, 40 і 50% (при навантаженні для початкового варіанту 8,99 МВт). При цьому прийнято, що максимальне зниження розрахункового опалювального навантаження окремої будівлі складає 50%. Тепловтрати трубопроводами прийняті на рівні нормативних значень для прокладки в непрохідних каналах при температурі ґрунту 5°C. Визначено показники для трьох характерних значень температури зовнішнього повітря: розрахункової для системи опалення; в точці вилому графіка температур і середньої за опалювальний період у м. Харкові.

Аналіз отриманих результатів показав, що максимальне зниження втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі слід очікувати при утепленні найбільш віддалених від центрального теплового пункту будівель.

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ТЕПЛООБМІНУ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ВИХІДНОГО ПАТРУБКА ЦВТ

Альохіна С. В., Скворцова О. С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із місць, де утворюються тріщини в процесі експлуатації парових турбін, є вихідні патрубки циліндрів високого (ЦВТ) й середнього тиску. Причиною цього є рівень термонапруги, який викликає значні термомодеформації металевого корпусу. Для того, щоб запобігти руйнуванню вихідних патрубків, необхідно змінювати їх конструкцію з урахуванням теплових та газодинамічних процесів, або проводити оптимізацію режимів роботи енергоблоку. Все це не можливо без проведення детальних термоміцнісних досліджень, що, у свою чергу, вимагає точного задавання коефіцієнтів теплообміну на внутрішніх поверхнях патрубка з урахуванням зміни режимів роботи турбіни.

В роботі шляхом розв'язання прямих спряжених задач теплообміну проведені дослідження теплових та газодинамічних процесів, що мають місце у вихідному патрубку ЦВТ турбіни К-325-23,5. Далі, використовуючи отримані дані, шляхом розв'язання обернених задач теплообміну були визначені коефіцієнти теплообміну на внутрішніх поверхнях елемента дослідження.

Проведені дослідження виявили складну течію пари: у внутрішній порожнині патрубка формується кільцевий вихор, що обертається у напрямі від вихідного дифузора, а на зовнішній поверхні дифузору спостерігається відрив потоку. Такий рух робочого середовища впливає на значення коефіцієнтів тепловіддачі на внутрішніх поверхнях патрубка – у зонах, які межують з відривом потоку, їх рівень суттєво знижуються.

Граничні умови теплообміну визначались для різних діапазонів зміни потужності турбіни – від номінальної потужності до мінімальної, яка має місце у нічні часи розвантаження енергоблоку.

Проведені у роботі дослідження мають велике практичне значення, оскільки обчислені коефіцієнти теплообміну на внутрішніх поверхнях вихідного патрубка ЦВТ дозволять більш достовірно оцінювати його термонапружений стан у процесі роботи турбіни, що важливо при визначенні ресурсу турбоблоку.

ПАРАМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕМБРАННИХ ПОВЕРХОНЬ НАГРІВУ

Барвінок В.С. Шевелев О.О.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В роботі наведені математична модель та алгоритм чисельного визначення теплового стану і робочих характеристик мембранних поверхонь нагріву парових котлів.

Розглядається тепловий стан мембранних поверхонь нагріву парових котлів. За допомоги рівнянь тепловіддачі та теплопровідності була отримана математична модель (ММ) теплового стану мембранної труби. ММ має два диференціальних рівняння переносу тепла в елементі труби і повздожнього ребра, граничних умов та умов сполучення.

Для розв'язання сполучених диференціальних рівнянь ММ був розроблений чисельний алгоритм, який являє собою модифікований метод прогонки для складових областей. ММ і чисельний алгоритм дозволили виконати на ЕОМ великий розрахунковий експеримент мембранних шахових поверхонь нагріву для труб зовнішнього діаметру 28,32 42 мм з висотою ребра 20...50 мм, за товщиною ребра 3, 4 та 5 мм. Швидкість продуктів згоряння варіювалась в межах 4÷8 м/с, швидкість води що нагрівалась складала 0,6 м/с. В досліді визначались температурні поля, коефіцієнт теплової ефективності ребра, питоме значення теплотімання, масо-габаритні показники досліджуваної поверхні, а також значення критерію Кірпічова. Зазначені показники мембранних труб порівнювались з аналогічними показниками гладкотрубною поверхні нагріву, котрі виявились значно гіршими.

Основним фактором впливу на показники мембранної поверхні є коефіцієнт теплової ефективності, котрий монотонно знижується зі збільшенням висоти проставки та швидкості газів. Для геометричних розмірів, що застосовуються з мембранними трубами, коефіцієнт теплової ефективності достатньо високий від 0,6 до 0,9.

**ТЕРМІЧНА МІЦНІСТЬ КАНАВКИ СТУПЕНЕВОГО УЩІЛЬНЕННЯ
ЦИЛІНДРА ВИСОКОГО ТИСКУ ТЕПЛОФІКАЦІЙНОЇ ТУРБІНИ
Т-250/300-240-3**

Бахмутська Ю.О., Голощанов В.М., Альохіна С.В.
*Інститут проблем машинобудування ім. А.Н.Підгорного
НАН України, м. Харків*

При проведенні капітальних ремонтів турбін К-200-130 ЛМЗ, К-300-240 ВАТ «Турбоатом», які відпрацювали понад 190 тис. годин, на теплових електростанціях (ТЕС) були виявлені тріщини глибиною 3-4 мм і довжиною до 200 мм на термокомпенсаційних канавках високотемпературних зон роторів високого тиску (РВТ) і середнього тиску (РСД), розташованих в районі кінцевих ущільнень, діафрагменних ущільнень 2-5 ступенів ЦВД і в галтельном переході до валу диска першого ступеня ротора ЦСД з боку паровпуска.

Термоміцністний аналіз канавки ущільнення проводилися за допомогою метода кінцевих елементів. Теплові і механічні граничні умови задавалися на стінки канавки. Визначення напружень у виділеному осесиметричному елементі ротора здійснювалося з урахуванням температурних полів. Граничні умови для розрахунку термонапруженого стану канавок отримані при моделюванні теплових процесів в ущільненнях турбомашин з термокомпенсаційними канавками. Моделювання теплових процесів проводилося шляхом вирішення спряжених задач теплообміну і подальша їх інтерпретація з використанням закону Ньютона-Рихмана.

Результати представлені для режиму пуску турбіни з неостиглого стану на момент часу $t = 11$ с. після початку надходження пари в ущільнення. При цьому температурні зміни коефіцієнта температурного розширення на поверхнях термокомпенсаційних канавок найбільш високий. Отримано розподіл інтенсивності напружень σ_i в розглянутому елементі ступеневої ущільнення циліндра високого тиску теплофікаційної турбіни Т-250/300-240-3. Це ущільнення розташовано під розділовою перегородкою. Максимальна інтенсивність термічних напружень формується на радіусних поверхнях. Отримані напруги не перевищують допустимі.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ВОГНЕТРИВКОГО БРУСУ У РОЗПЛАВІ ЛИСТОВОГО Й ТАРНОГО СКЛА

Бекназарян Д.В., Кошельник В.М., Хавін Є.В.

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

Актуальною задачею теплоенергетики скляного виробництва є підвищення енергоефективності й прогнозування тривалості кампанії скловарних печей ванного типу. Основним фактором, що визначають термін роботи агрегату, є стійкість вогнетривких матеріалів у зоні вльотів пальників, у зоні протоки на рівні дзеркала скломаси. Для збільшення терміну служби вогнетривів на даних ділянках рекомендується низка заходів, однак у більшості випадків вони зводяться до використання дорогих високостійких вогнетривів і локальному повітряному охолодженню зон, які найбільш піддані руйнуванню.

На кафедрі ТТЕТ НТУ «ХПІ» розроблено методику, з урахуванням особливостей виробництва скла, прогнозування терміну служби огородження в безаварійному режимі, шляхом розрахунків швидкості корозії вогнетривкого бруса по глибині басейну печі в розплаві тарного і листового стекел при умові примусового обдуву зовнішньої поверхні стінового бруса на рівні дзеркала скломаси.

Розроблено математичну модель, яка дозволяє розраховувати швидкість корозії стінового бруса. Вона складається з наступних блоків: визначення теплофізичних властивостей розглянутих матеріалів, побудову двовимірної геометричної моделі, розбивки геометрії кінцево-елементною сіткою, накладення граничних умов, побудову границі вогнетрив-скломаса з урахуванням руйнування вогнетривів. Для розв'язку задачі використовувалися наступні рівняння: теплопередачі; теплопровідності; критеріальні залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі при природній і вимушеній конвекції; рівняння для визначення коефіцієнта тепловіддачі випромінюванням у газовому просторі печі.

Результатом проведення чисельного експерименту є: розподіл температур по товщині стінового бруса, конфігурація вогнетривкого матеріалу варильного басейну й тривалість кампанії печі, яка у випадку варіння тарних стекел становить близько 1650 доби. Ця величина добре узгоджується з експериментальними даними наведеними в літературі. Слід зауважити, що більшість стекел, що випускаються промисловістю, мають близький діапазон складу скляної матриці, що дозволяє поширити результати досліджень що отримані при чисельному експерименті на основні види тарного й листового скла, що випускається промисловістю.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТУРБІННИХ ПРОФІЛІВ З ДОПОМОГОЮ CFD ПРОГРАМ

Бойко А.В., Бурлака М.В., Бараннік В.С.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

В роботі розглянуте питання підвищення ККД турбінного соплового профілю. З появою моделі трьохмірного в'язкого нестационарного потоку робочого тіла через решітки турбомашин і числового рішення цієї задачі (в поєднанні з характеристиками обчислювальної техніки, що швидко розвивається) значно розширились можливості проектувальників. Стало можливим поставити задачу про оптимальне профілювання ступенів турбомашин з безпосереднім урахуванням в'язкості. Раніше для подібних розрахунків використовувались результати потенційного обтікання плоского профілю. Порівняння результатів оптимізації турбінного профілю з використанням вказаних розрахункових моделей має важливе практичне значення.

Вдосконалення профілю турбінної лопатки здійснювалось шляхом оптимізації геометричних характеристик параметричної моделі профілю з критерієм якості профільні та інтегральні втрати та обмеженням на зміну дійсного кута виходу потоку. За початковий профіль був прийнятий профіль ТС-1А. Було проведено три незалежних оптимізації з використанням різних розрахункових моделей. Однією моделлю було потенціальне обтікання, а двома іншими – плоский та трьохмірний CFD-розрахунок. Для побудови сіток та для задання необхідних геометричних характеристик профілю використовувалася програма TopGrid, в якій також були визначені допустимі діапазони варійованих величин. Діапазони варійованих параметрів задавались виходячи з умови існування профілю, а саме - відсутності самоперетинання і відсутності скачка першої похідної по обводу профілю. Визначення оптимального сполучення варійованих параметрів проводилося з використанням теорії планування експерименту і ЛПт-пошуку.

В результаті був отриманий профіль з більш низькими втратами ніж початковий при збереженні дійсного кута виходу потоку. Приведені результати розрахунків, що характеризують залежність втрат від вказаних параметрів і обмежень, проведені порівняння результатів оптимізації з використанням різних розрахункових моделей.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИНИ ГАЗОВИХ ТУРБІН ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ІНТЕГРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

Бойко А.В., Говорущенко Ю.М., Усатий О.П., Руденко О.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Як показує досвід і численні напрацювання, для більш ефективного вирішення задач оптимального проектування проточних частин (ПЧ) газових турбін необхідно включати в розгляд теплову схему газотурбінної установки. У рамках задач багаторежимного оптимального проектування, розрахунок теплової схеми установки дозволяє:

- визначити відсутні значення режимних параметрів, що однозначно задають режим роботи ПЧ (витрати, теплоперепад, обороти вала), необхідні для подальшої оптимізації;
- оцінити вплив змін геометрії ПЧ на параметри та на інші елементи теплової схеми, а також на інтегральні показники установки.

У роботі описано рекурсивний багаторівневий алгоритм оптимізації ПЧ газових турбін з урахуванням передбачуваних режимів експлуатації. Для практичної реалізації розробленого алгоритму був використаний єдиний інформаційний простір САПР «Турбоагрегат». Щоб оцінити ефективність запропонованої методики, була виконана оптимізація турбіни низького тиску (ТНД) установки ГТ-750-6М з урахуванням реального графіка зміни експлуатаційних навантажень за календарний рік. Дана ГТУ використовується в якості приводу газоперепомповувального агрегату, встановленого на Шебелінській магістральній компресорній станції (агрегат №7 по станції, №1 по цеху). У процесі оптимізації варіювалися 10 геометричних параметрів ПЧ. Приріст внутрішнього к.к.д. оптимізованої ПЧ склав близько 4%, а приріст корисної потужності установки на передбачуваних режимах роботи – близько 1,5%. Також був проведений ряд розрахункових досліджень із метою вивчення впливу оптимізації геометрії ПЧ на інтегральні характеристики установки й вироблення рекомендацій, відносно постановок оптимізаційних задач.

Розроблена методологія придатна для проектування проточних частин нових ГТУ, для модернізації існуючих з урахуванням індивідуальних особливостей їх експлуатації. Впровадження розроблених програмних продуктів на вітчизняних турбобудівних підприємствах дозволить створити сучасні зразки осьових турбін, що не уступають закордонним аналогам.

ВПЛИВ ПІДРІЗКИ ВИХІДНИХ КРОМОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТУРБІННИХ РЕШІТОК

Бойко А.В., Усатий О.П., Авдєєва О.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час практично відсутні достовірні дані про вплив підрізки вихідної кромки на ефективність турбінної решітки. Отримання простої і надійної інженерної методики, що дозволяє достовірно оцінювати ступінь впливу підрізки вихідної кромки на загальний рівень втрат в решітці, вимагає як вивчення фізики явища, так і отримання відповідних кількісних оцінок. Для вивчення цього явища можливе використання різних підходів, як експериментальних, так і розрахунково-теоретичних.

Для вирішення поставленого завдання в роботі використовувалися сучасні CFD-вирішувачі в тривимірній постановці в комбінації з застосуванням теорії планування експерименту з метою ефективної організації та обробки обчислювального експерименту.

Обчислювальний експеримент був спланований відповідно до 5 факторної матриці Бокса і Бенкіна таким чином, що кожен рядок створеного плану задавав значення $\beta_{2\alpha}$, P_2/P_1 , t/b , k/b і δ . Для кожної комбінації цих параметрів виконувалися відповідні побудови геометрії лопаток, розрахункових областей і їх сіток, які потім використовувалися в якості вихідних даних у CFD розрахунках. Крім основного плану додатково був створений допоміжний, що складається з оригінальних комбінацій $\beta_{2\alpha}$, P_2/P_1 і t/b , вибраних з основного плану.

Використання планування обчислювального експерименту для організації дослідження на 3D моделі розрахунку течії в'язкого робочого тіла в каналах послужило основою створення методики оцінки впливу підрізки вихідної кромки на основні показники турбінної решітки. Створено методику та алгоритм розрахунку для коректування значень коефіцієнта втрат і кута виходу потоку робочого тіла з решітки від величини підрізки. Отримані залежності виражені в повних квадратичних поліномах від наступних параметрів: ефективного кута решітки $\beta_{2\alpha}$, відносного кроку t/b , відносної глибини підрізки до хорди k/b , висоти підрізки δ і співвідношення тисків P_2/P_1 .

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗРАХУНКУ В'ЯЗКОЇ ТЕЧІЇ В ТУРБІННІЙ РЕШІТЦІ

Бойко А.В., Бурлака М.В., Максюта Д.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м.Харків

В даний час, у зв'язку з досить високим рівнем розвитку методів обчислювальної гідродинаміки, можна істотно зменшити кількість експериментальних досліджень, якщо використовувати CFD розрахунки для вдосконалення елементів турбомашин. Однак, часто результати чисельного розрахунку не зіставляювані з експериментальними даними через їх недостатню достовірність. Тому актуальним є завдання підвищення точності чисельних розрахунків шляхом визначення оптимального поєднання значень коефіцієнтів моделі турбулентності. Особливо це актуально при ненульових кутах атаки, тому що в цьому випадку має місце найбільша розбіжність чисельних та експериментальних даних.

Розроблено методику визначення поєднання параметрів моделі турбулентності SST, які забезпечують найкращий збіг з експериментом. Для

мінімізації кількості CFD розрахунків при проведенні дослідження використовувалась теорія планування експерименту. Вектор спостереження включав коефіцієнт перемешовуваності (intermittency) та BetaStar.

В результаті було визначено оптимальне поєднання вказаних коефіцієнтів для різних кутів атаки, що дозволило підвищити точність розрахунку. Однак, для більш точного прогнозування характеру обтікання турбінних решіток при не розрахункових кутах натікання потрібне проведення за запропонованою методикою подальших досліджень з додаванням до вектору спостереження інших параметрів CFD розрахунку.

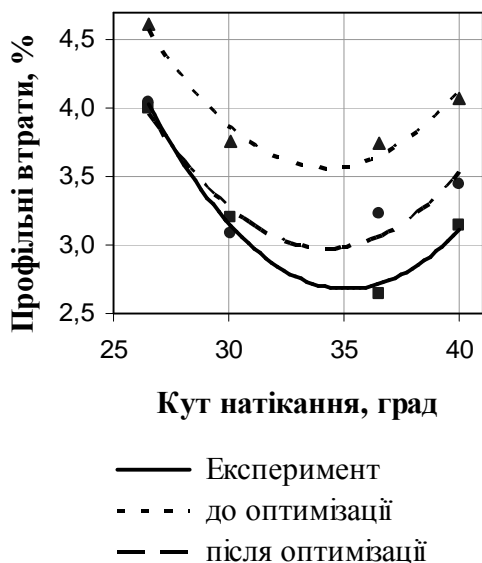


Рисунок – Залежність профільних втрат в каналі до та після оптимізації

СТВОРЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ПРОФІЛІВ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ОСЬОВИХ ТУРБІН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПОЛІНОМІВ ВИСОКИХ ПОРЯДКІВ

Бойко А.В., Улько А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні на вироблення електричної енергії на земній кулі йде 32% видобутку світового викопного палива. Тому підвищення к.к.д. теплових електричних станцій відіграє визначальну роль при вирішенні проблем енергоефективності та зменшення шкідливого впливу на зміни клімату.

У свою чергу підвищення к.к.д. теплової електричної станції прямо пов'язане з підвищенням ефективності проточної частини турбіни.

У роботі запропонований підхід до створення оптимальних профілів робочих лопаток осьових турбін шляхом рішення зворотної задачі з використанням прямої – вихідний профіль після побудови деформується, використовуючи алгоритми оптимізації, до одержання аеродинамічно досконалого профілю.

Профіль робочої лопатки описується поліномами n -ого ступеня з накладенням обмежень на геометричні параметри решіток (горло решітки, кути входу й виходу, відношення t/b і ін.) зі збереженням характеристик міцності (площі, моменту опору). Використання поліномів при рішенні поставленої задачі дозволяє одержувати як плавні, так і хвилеподібні профілі, що суттєво розширює можливості знаходження найбільше аеродинамічно досконалих профілів.

Розрахунково-графічні дослідження підтвердили надійність розробленого алгоритму й можливість його застосування до рішення поставленої задачі.

Рішення поставленої задачі є першим, але важливим етапом у досягненні поставленої мети – створення аеродинамічно досконалих робочих турбінних лопаток.

Подальші етапи роботи припускають одержання за допомогою *CFD* методів оптимальних профілів у двовимірній постановці (цільова функція – мінімальні профільні втрати) з наступним створенням профілів, що забезпечують мінімальні інтегральні втрати по висоті робочої лопатки (цільова функція – мінімальні сумарні, профільні й кінцеві, втрати). Одержання рішення буде базуватися на використанні методів обчислювальної гідрогазодинаміки (*CFD*) у комбінації з ефективним застосуванням відповідних алгоритмів оптимізації.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗОНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ГІДРОМАШИН

Бондаренко А.В., Гришин О.М., Волков А.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з методів дослідження характеристик гідромашин, що найбільше себе зарекомендував є вимірювання потоку за допомогою п'ятиканального кулькового зонду. Обробка результатів супроводжується не тільки великим об'ємом обчислювань, але й постійною роботою з графіками тарування зонду. Рутинна робота з графіками тарування неминуче супроводжується похибками відлічування кутів d , коефіцієнтів K_d , K_2 і $K_2 - K_4$, необхідних для обчислення швидкостей і тисків у точці, де виконуються вимірювання.

Створена програма, що виключає ручну роботу з тарувальними графіками. Методика, що реалізована в програмі, дозволяє обробляти не тільки результати вимірювання течій, але й результати тарування зонду. Після введення даних із протоколу тарування зонду та обробки за зазначеною програмою, його характеристика $K_d = f(d)$, $K_2 = f(d)$ і $K_2 - K_4 = f(d)$ зберігається в текстовому файлі у вигляді дискретних значень. Для збільшення точності визначення параметрів під час роботи програми ці значення апроксимуються поліномами 4-го ступеню за методом найменших квадратів. Одержані залежності використовуються в автоматичній роботі програми під час визначення кутів d , коефіцієнтів K_d , K_2 і $K_2 - K_4$.

Протоколи вимірювань потоку в гідромашині у вигляді текстових файлів вводять у програму для обробки. Обчислюється значення $K_d = \frac{h_3 - h_1}{h_2 - h_4}$, а потім, користуючись зворотною інтерполяцією залежності K_d , одержуємо d . Далі, за відомими d , програма з характеристики зонду, визначає K_2 і $K_2 - K_4$, необхідні для одержання абсолютної швидкості та статичного тиску в точці розташування головки зонда за відомими залежностями:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (h_2 - h_4)}{K_2 - K_4}}, \quad p = r \cdot g \cdot \left(h_2 - K_2 \cdot \frac{h_2 - h_4}{K_2 - K_4} \right)$$

Складові абсолютної швидкості обчислюються з урахуванням орієнтації зонда відносно вибраної системи координат, яка задається в початкових даних, та кута d .

Результати обробки формуються у вигляді, зручному для наступної побудови графіків за допомогою комп'ютера.

НОВА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛАСТИНЧАСТИХ КРАПЛЕУЛОВЛЮВАЧІВ

Боровок С.В., Братута Е.Г.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, Харків

У даний момент ефективність пластинчастих краплеуловлювачів, встановлених після контактних тепломасообмінних апаратів, визначається виміром витрати краплинної вологи на вході в краплеловлювач і після нього. Всі існуючі на дійсний момент методи виміру ґрунтуються на використанні різного типу зондів. Однак, при використанні зондів відбувається деформація газокраплинного потоку, в якому здійснюється вимір. Такий підхід до визначення витрати краплинної вологи вносить похибку у виміри. Включно з урахуванням відносно невеликої витрати краплинного середовища, що виходить за межі сепаратора, ця похибка може бути не сумісна з метою експерименту.

Авторами статті розроблена методика визначення ефективності роботи пластинчастих краплеуловлювачів, що не приводить до деформації газокраплинного потоку й не вимагає використання зондів та значного часу на проведення експерименту для визначення ефективності сепараторів.

Установка складається з невеликої пересувної градирні виробництва ЗАТ "БРОТЕП-ЭКО" і електронних ваг фірми "КОДА", які дозволяють робити вимір маси з високою точністю. Градирня приєднана до замкнутого циркуляційного контуру, що складається з невеликої ємності з водою й циркуляційним насосом, що забезпечує подачу води на градирню. Визначення ефективності здійснюється в такий спосіб. Спочатку градирня запускається без краплеловлювача й визначається як змінюється маса установки в перебігу часу. Зміна маси установки і є кількість вологи, винесеної з градирні. Далі установка зупиняється. Ємність із водою заповнюється до початкового рівня, а в градирню встановлюється пластинчастий краплеуловлювач. Дослідження повторюється за такий же проміжок часу, в плинні якого з аналогічними інтервалами проводиться вимір маси. Різниця між зміною маси установки з краплеуловлювачем і без нього у кожний момент часу і є ефективність краплеловлювача.

Така методика дозволяє визначити ефективність пластинчастих краплеуловлювачів з досить високим рівнем точності без втручання в структуру газокраплинної течії в установці.

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ВОДООХОЛОДЖУВАЛЬНИЙ ГАЗООХОЛОДНИК ЕЛЕКТРОТОПНОЇ ПЕЧІ

Братова Т.П.

УкрГНТЦ «Енергосталь», м. Харків

Пустовалов В.М., Черевик Д.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проаналізовані сучасні напрямки у розвитку газоохолодження і газовідводу при експлуатації електродугових сталеплавильних печей, а також питання конструкції та розрахунку альтернативного водоохолоджувального газоохолодника електротопної печі, що розроблений УкрГНТЦ «Енергосталь».

Підставою для даної розробки явилось те, що у теперішній час інтенсифікація електросталеплавильного виробництва із застосуванням газокисневих горілок і кисневих фурм для продувки рідкої ванни потребувала принципово нових рішень щодо відводу і очищенню пічних газів, пікова кількість яких у печах середньої ємкості виросла у 3-4 рази, температура піднялась на 300 – 500 градусів, у 4-5 разів виріс зміст монооксиду вуглецю.

Розглянуто розв'язання задачі спалювання у газах СО та охолодження продуктів згорання до температури, що прийнятна для подальшого їх транспортування та очищення.

Наведені особливості розрахунку водоохолоджувального газоохолодника.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В КОНТАКТНИХ АПАРАТАХ З ВЗАЄМОДІЮЧИМИ ПОЛІДИСПЕРСНИМИ ГАЗОРІДИННИМИ ПОТОКАМИ

Братута Е.Г., Круглякова О.В., Чубарова В.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Контактні тепломасообмінні апарати з дисперсними теплоносіями широко поширені в промисловості.

Однак складність та багатofакторність взаємопов'язаних процесів тепло- і масообміну, нестационарність параметрів взаємодіючих середовищ навіть при сталих їх температурах в момент початку взаємодії, тримірний характер руху дискретної фази, нерівномірність розподілу краплинного середовища у поперечних перерізах і вздовж течії двофазного або двокомпонентного потоків з сепарацією частини крапель на обмежуючих поверхнях – усе це призвело до того, що для розрахунків міжфазних обмінних процесів в апаратах контактної типу використовуються, в основному, суцільно емпіричні методи.

На відміну від цих методів запропонована нова методика розрахунку контактних апаратів різного теплотехнологічного призначення з урахуванням взаємодії газокраплинних потоків з метою інтенсифікації та багатопараметричної оптимізації теплообмінних процесів.

Вперше методика розрахунку контактних апаратів ураховує ефект ежекції газового середовища, а також нерівномірність розподілу локальних витрат, функцію розподілу краплин за розмірами та їх стартові швидкості.

З урахуванням оптимізаційних рішень є можливість зменшити масогабаритні характеристики апаратів, а також енергетичні витрати щодо забезпечення функціонування контактних теплообмінників.

За рахунок оптимальної топології розпилювальних пристроїв контактних апаратів і підвищення їх ефективності зменшується енергетичне навантаження на холодильні машини та водогрійні генератори, а відповідно, мінімізується теплове забруднення навколишнього середовища.

Розроблена методологія стосується таких апаратів, як контактні конденсатори, скрубери, камери зрошування центральних кондиціонерів повітря, градирні бризкального типу.

АВТОНОМНОЕ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА БАЗЕ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ПИРОЛИЗНОГО ТИПА

Братута Е.Г., Семеней А.Р.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Разработка, изготовление и внедрение оборудования, агрегатов и установок для получения тепловой и электрической энергии с использованием альтернативных и возобновляемых источников становится все более актуальной. Одним из вариантов технической реализации этого направления является использование теплогенераторов пиролизного типа, разработанных компанией «Глобал Технолоджи». Испытания теплогенераторов, в которых в качестве топлива использовались отходы деревообработки и сельхозпереработки показали, что применительно к технологии сушки зерна и горячего водоснабжения генерирование теплоты в этих аппаратах является целесообразным не только в экологическом, но и в экономическом смысле.

С целью анализа возможности расширения спектра энергетического использования теплогенераторов пиролизного типа проведено расчетное исследование двух схем комбинированного производства тепловой и электрической энергии на базе либо паротурбинной, либо газотурбинной установок. Для тепловой мощности пиролизного теплогенератора 1 МВт и температурах продуктов сгорания 1200, 1000 и 800 °С (при соответствующих параметрах наружного климата в зимний и летний периоды) определены реализуемые мощности на клеммах электрогенератора, тепловые мощности, передаваемые в систему отопления и горячего водоснабжения, а также найдены оптимальные параметры в паросиловом и газотурбинном циклах, обеспечивающие максимум коэффициента теплоиспользования. Так, к примеру, установлено, что при указанной тепловой мощности пиролизного теплогенератора представляется возможным в оптимальных вариантах режимных характеристик паротурбинного и газотурбинного циклов реализовать следующие показатели, сведенные в таблице.

Показатели	ГТУ	ПТУ
Коэффициент теплоиспользования	0,552	0,415
Электрическая мощность на клеммах генератора, кВт	160	130
Производимый расход горячей воды при 85 °С, кг/час	9000	7000

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ХЛАДАГЕНТІВ

Братута Е.Г., Шерстюк А.В.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У зв'язку з ратифікацією Україною міжнародних угод щодо зменшення екологічного навантаження актуальним стає використання природних холодоагентів в холодильних машинах та теплових насосах.

Разом з цим, використання аміаку, як відомо, пов'язане з його токсичністю та корозією при взаємодії з міддю, а також високими температурами після стискування в компресорі.

Для використання чистого диоксиду вуглецю в холодильній техніці необхідне устаткування, розраховане на експлуатацію при високих динамічних напруженнях.

Одним з перспективних напрямків для усунення вказаних негативних наслідків є добавка компонентів, які б призвели до зменшення впливу цих наслідків і, одночасно, реалізували перевагу використання природних холодоагентів.

У зв'язку з цим на підставі розрахункового експерименту проаналізована робота каскадних схем холодильних машин, в яких використовуються робочі тіла як суміші природних холодильних агентів.

Серія розрахунків показала, що добавки до аміаку природних та синтетичних холодоагентів дозволяє для суміші R 717 та R 290 (у пропорції 0,9/0,1) підвищити коефіцієнт трансформації від 10 до 18 %, порівняно з роботою на «чистому» аміаку.

Відомо, що за умовами експлуатації холодильних машин слід забезпечувати зниження температури нагнітання. Встановлено, що підмішування до аміаку пропану в залежності від концентрації дозволяє знизити вказану температуру на 10-20 °С.

Розрахунками встановлено, що найбільш перспективним є використання аміаку у верхній, а вуглекислоти – у нижній частині двокаскадних холодильних машин.

Аналіз можливості подовження ресурсу діючого обладнання холодильних станцій, яке в деяких випадках вже перевершило свій розрахунковий термін експлуатації, показав, що використання композитних холодильних агентів може забезпечити менш напружений режим роботи компресорів без суттєвого погіршення економічності.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Братуга Е.Г., Ушенко М.А.

Національний технічний університет

”Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

В зв'язку з досвідом передових держав у рішенні проблеми енергозбереження, який показує, що одним з найбільш ефективних шляхів її рішення є скорочення витрат тепла крізь конструкції будинків, споруджень, промислового устаткування, теплових мереж, де використовуються теплоносії, відзначається інтенсивний розвиток промисловості теплоізоляційних пористих матеріалів (ТПМ).

Розвиток технології ізоляційних процесів, а також виробництво та використання нових матеріалів дозволить вирішити, окрім проблеми енергозбереження, проблему екології, завдяки скороченню кількості викидів в атмосферу CO_2 на 10%.

Таким чином, одним з перспективних напрямків в теплоенергетиці є використання ТПМ та вдосконалення технологій її виробництва, де основною проблемою є некерованість процесу спучення.

Формування пористої структури майбутнього ТПМ відбувається в три етапи: зародження газового пухирця, зростання, стабілізація розмірів й місця роташування пухирця. Інтенсивність перебігу цих явищ визначається інтенсивністю теплопідведення й рівномірністю розподілу теплоти в сировинній частці, а також кінетикою можливих хімічних реакцій взаємодії різних речовин, що входять у сировинну суміш.

Математичний аналіз і розв'язання складних диференціальних рівнянь, таких, як рівняння сплошності, рівняння кількості руху, рівняння енергії, рівняння стану газу, рівняння переносу випромінювання, а також рівняння дифузії, призвели до створення програми, що виконує розрахунки зростання парової фази скипаючої краплі води в гелевидній багатокомпонентній суміші з урахуванням підведення теплоти в частинку.

Розроблена технологічна схема виробництва теплоізоляційного матеріалу з прогнозованою теплопровідністю.

Використання отриманих результатів дозволить розробити технологічні й теоретичні основи для створення теплоізоляційного пористого матеріалу збажаними теплофізичними характеристиками, тобто стане можливим прогнозувати їх ще на стадії розробки технології виробництва, а це одразу вирішує проблему енергоефективності.

**О ИССЛЕДОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОТОКА
МОДЕЛЬНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ РО 310 С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГИДРОЭНЕРГИИ НА ГЭС**

Булгаков В.А.

*Национальный технический университет
“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков*

В спиральных камерах турбин на напоры 400-500 м, при измерении пространственного потока, были обнаружены вторичные течения в виде парного вихря. Многочисленные исследования спирального подвода турбин с напорами до 170 м наличие парного вихря не обнаружили. Наличие в спирали парного вихря вносит в поток существенную неравномерность.

Поэтому, для модельной турбины РО 310 с несколькими модификациями ее элементов, были исследованы параметры потока в характерных сечениях спирального подвода, перед и за направляющим аппаратом, за рабочим колесом и в нескольких горизонтальных сечениях прямоосной отсасывающей трубы.

Наличие парного вихря в спирали подтвердилось и неравномерность, вызванная им распространяется в область статора, направляющего аппарата и на вход рабочего колеса. Эти исследования использовались для модификации проточных частей. Для проверки эффективности решений снимались универсальные характеристики различных гидротурбин кинематика потока, с последующим их анализом. При реальных граничных условиях, взятых из эксперимента, решалась задача обтекания в слое переменной толщины для элементарных турбин Линии тока, определяющие элементарные турбины, строились с использованием поля скоростей на границах лопастных систем. С изменением режима эти линии закономерно изменялись. Расчет обтекания лопастных систем всех модификаций дал возможность оценить влияние отдельных параметров на энергокавитационные показатели гидротурбины.

Кроме анализа энергокавитационных качеств различных модификаций модельных турбин, рассматривался вопрос расчета и построения статических характеристик регулирования, получения уточненного уравнения гидротурбины (как звена системы автоматического регулирования) с учетом универсальных характеристик проточных частей турбин РО 310. Вид статических характеристик регулирования зависит от статических характеристик турбины. Эти характеристики необходимы для определения области устойчивой работы гидроагрегата.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІКАРБОНАТУ В ГЕЛІОКОЛЕКТОРАХ

Воробйов В.М., Рильський О.М., Рильський Р.О.,

Тарасенко М.О., Угольніков С.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Сучасна енергетика все більше уваги приділяє використанню сонячних нагрівальних установок – геліоколекторів, які у складі з традиційним котельним обладнанням дозволяють створювати великомасштабні енергозберігаючі комплекси. Тому завдання підвищення тепловий ефективності різних конструкцій геліоколекторів є актуальною. Геліоколектори плоского типу для зниження втрат тепла мають з промінесприймаючого боку, як правило, скляне огороження, завдяки якому створюється повітряний шар над робочим промінепоглинаючим абсорбером. Разом з тим, більша частина втрат припадає на повітряний зазор, що обумовлює необхідність пропонувати такі рішення конструювання геліоколектору, які можуть суттєво зменшити інтенсивність процесу теплопередачі через нього.

Одним з таких рішень може бути заміна скляного огороження на прозорий сотовий полікарбонат. Його ціна зараз знаходиться практично на рівні полірованого скла товщиною 4 мм, тому він може бути корисним для виготовлення прозорого огороження.

Було проведено експериментальне дослідження процесу нагріву абсорбера без циркуляції теплоносія з метою досягнення максимальних температур. У рамках цього дослідження було проведено порівняння ефективності нагріву абсорбера в випадку використання скляного і полікарбонатного огороження. Для цього була створена експериментальна установка, яка була обладнана термопарами, завдяки яким визначались температури абсорберу. При цьому фіксувалися параметри навколишнього середовища.

В результаті експерименту були отримані результати, які однозначно свідчать про те, що полікарбонат має кращі теплоізолюючі здібності. У середньому ефективність нагріву при його використанні на 20% вище порівняно зі склом.

Полікарбонат має ряд переваг і з точки зору виготовлення і монтажу геліоколекторів. Він має високу міцну якість (у 250 раз міцніше за скло), при цьому він у 10 раз легше скла. Він дуже легко обробляється і ріжеться простими інструментами. Все це робить його дуже привабливим при створенні крупномасштабних геліосистем, тим більш, що він виготовляється у вигляді крупних аркушів (6х2,1 м).

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОАСОСНИХ УСТАНОВОК

Воробйов В.М., Діхтярь А.А., Тарасенко М.О., Угольніков С.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків;

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

В даний час теплоасосні установки (ТНУ) широко застосовують у розвинених країнах. Разом с тим підвищення теплоенергетичної ефективності ТНУ остається головною метою при їх розробці. Як відомо, основним параметром який характеризує цю ефективність е коефіцієнт трансформації (перетворення) теплоти. Тому було проаналізовано вплив різних чинників на його величину за допомогою апробованих розрахункових методик.

Для розгляду були вибрані чотири нізкокипячого теплоносія, які мають досить високу температуру конденсації в реальному діапазоні тиску, а саме R123, R134a, R152a, R401a. Аналізувався вплив основних параметрів, які грають головну роль у формуванні всього термодинамічного циклу установки і к якім відносяться температури випаровування і конденсації з відповідними величинами тиску в області вологої насиченої пари. Одночасно з тім розглядались наступні теплотехнологічні схеми одноступеневих установок: базова, з переохолодженням конденсату, з перегрівом пари за рахунок переохолодження конденсату. Такі схемні рішення були прийняті до розгляду в зв'язку з їх потенційної можливістю використання в системах гарячого водопостачання з підводом тепла від стічних вод. З тієї же причини були обрані діапазони змінювання температур випарювання (5-15°C) і конденсації (70-80°C). Крім того, взаємно розташування верхній пограничної кривої і процесу стискування для деяких теплоносіїв обумовлює використання перегріву пари.

Результати розрахунку продемонстрували, що використання базової схеми установки е менш ефективним в порівнянні з іншими схемами. Самі кращі показники показала схема з переохолодженням конденсату. В цьому випадку тепло переохолодження відходило на первинний підігрів холодної води. Найкращі показники, порівняно з іншими, продемонстрував R123. Його коефіцієнт трансформації достиг майже 6,0 для схеми с переохолодженням. Крім того, результати свідчать про те, що схема з перегрівом потенційно дозволяє отримувати найбільш якісний теплоносій (гарячу воду), тобто такій якій має досить високу температуру на виході з установки. При цьому слід мати на увазі, що установка потрібна включати до себе спеціальний теплообмінник, який встановлюється перед конденсатором.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОГО ДІАМЕТРУ НАСАДКИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Воробйов В.М., Ізлін Ю.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з основних параметрів при розрахунках процесів передачі тепла в каналних теплообмінниках є еквівалентний діаметр каналу, який становити собою відношення площі перерізу каналу к периметру цього перерізу ($D_E=4F/P$). Ця проста на вигляд формула відображає відношення об'єму теплоносія, який знаходиться у каналі, к поверхні теплообміну (за умов помноження чисельника і знаменника на довжину каналу).

Для регенеративних теплообмінників с регулярної або насипної насадкою різної форми в якості визначального розміру не прийнято використовувати поняття еквівалентного діаметра насадки. Виключення зроблено тільки у випадку, коли в якості насадки використовується тіло в формі кулі. При цьому визначальним розміром є діаметр кулі. За аналогію з еквівалентним діаметром каналу пропонується використовувати **еквівалентний діаметр насадки D_{HE}** . Керуючись тим, що казано вище, в якості визначального відношення можливо використовувати відношення об'єму матеріалу насадки V_H к площі її поверхні F_H . Тем більш, що ці характеристики мають важливо значення у процесах теплопередачі тому, що об'єм насадки визначає її теплоакумулюючі здібності, а площа поверхні впливає на інтенсивність нагріву (охолодження) матеріалу насадки. Коефіцієнт перед дробом, визначається за відношенням для кулі і складає 6. Таким чином, можливо записати просту формулу для визначення еквівалентного діаметру насадки регенеративного теплообмінника: $D_{HE} = 6V_H / F_H$. Користуючись цієї формулою необхідно мати на увазі, що еквівалентний діаметр окремого елемента насадки не буде давати кулю рівного об'єму і рівної площі поверхні. Для усунення цієї мнимі суперечності достатньо умовно змінити сумарний об'єм насадки таким же сумарним об'ємом куль. При цьому умовна кількість куль не буде рівнятися кількості елементів насадки.

В закінченні необхідно відмітити, що використання еквівалентного діаметру насадки дозволяє спростити і оцінити с іншої точки зору результати розрахункових і опитних досліджень. Це знайшло своє підтвердження при обробці даних експерименту. Крім того, даний підхід к еквівалентному діаметру системі тіл можна використовувати в інших галузях науки і техніки.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ, РОЗРОБЛЕНИХ НА ОСНОВІ ТЕРМОСИФОНІВ, ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Гончаренко Л.В., Єсипенко Т.О.

Національний технічний університет

„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Теплообмінні апарати, поверхня теплообміну яких формується на основі двофазних термосифонів, достатньо успішно використовуються у різних галузях промисловості для утилізації теплоти відхідних газів паливоспоживаючих установок. Теплообмінники із двофазними термосифонами відносяться до рекуперативних апаратів із проміжним теплоносієм, що потерпає фазові перетворення при природній циркуляції. Важливим при цьому є те, що в якості проміжного теплоносія можливе використання води, яка забезпечує найбільший тепловий потік із всіх відомих теплоносіїв, загальнодоступна, пожежо- і вибухобезпечна. Крім води можна використовувати спирти, ефіри, фреони. Простота конструкції термосифонів дозволяє їм працювати автономно без обслуговуючого персоналу, без контрольних-вимірювальних приладів і апаратури.

Використовуючи вищенаведені позитивні характеристики термосифонів, була створена система «котел – теплоутилізатор» на базі котла, що виробляє 1 тону насиченої пари за годину для технологічних потреб. ККД такої котельної установки становить 88,73%, температура відхідних продуктів згоряння – 200 °С. З метою реалізації ідеї глибокої утилізації теплоти відхідних газів для зниження цієї температури до 35 °С (тобто нижче температури точки роси) передбачається встановити за котлом конденсаційний теплообмінний апарат (КТА), поверхня теплообміну якого сформована з термосифонів.

Захист газів відвідного тракту і димаря від корозії і руйнування здійснено за рахунок підвищення температури відхідних з системи газів шляхом їх змішування з байпасуємими мимо КТА відхідними газами котла в об'ємі 15 %.

Тепловий розрахунок системи показав, що за рахунок охолодження відхідних газів котла нижче точки роси її ККД по відношенню до нижчої теплоти згоряння палива складає 102 %. При цьому в КТА здійснюється додатковий нагрів води від 10 °С до 50 °С витратою 1220 кг/г, яка використовується у системі гарячого водопостачання.

Конструкція КТА являє собою короб призматичної форми, габарити якого 0,87 · 0,66 · 0,53 м. Короб розділений на дві частини, у нижню частину поступають димові гази, у верхню – вода, рух теплоносіїв протитічний. Термосифони виготовляються з антикорозійних труб діаметром 10 · 1,5 мм. Термосифони перших 6 рядів заповнюються водою, а інші 38 – фреоном.

**ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ
ДІАГНОСТИКИ УСТАТКУВАННЯ ЕНЕРГОБЛОКІВ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ І ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТІВ**

**Єфімов О.В., Каверцев В.Л., Потаніна Т.В., Гаркуша Т.А.,
Єсипенко Т.О., Гончаров В.А.**

Національний технічний університет

„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Задачі раціонального планування і організації ремонтних робіт на енергоблоках електростанцій та розрахунку їх коефіцієнтів готовності на основі результатів діагностики технічного стану устаткування є одними з найбільш важливих та актуальних проблем теплової і атомної енергетики.

В процесі експлуатації технічні системи і устаткування енергоблоків піддаються впливу значної кількості факторів, часто випадкових за своєю природою, тобто має місце фактор невизначеності. Адекватність діагностичних моделей, прийняття рішень про виведення устаткування в ремонт и визначення оптимальної тривалості міжремонтного періоду, в певній мірі, залежать від врахування нечіткої інформації про технічний стан устаткування, сумарної невизначеності, яка накопичується під час експлуатації.

Автоматизовану діагностику технічного стану устаткування енергоблоку ТЕС або АЕС можна проводити за допомогою математичних моделей технологічних процесів, що відбуваються в устаткуванні, і які об'єднані в імітаційну модель енергоблоку. Імітаційна модель енергоблоку, яка організована у вигляді логіко-числових операторів розрахунку параметрів технологічних процесів, дозволяє визначити техніко-економічні показники роботи енергоблоку та взаємний вплив параметрів устаткування. Аналіз цих даних в конкретних умовах експлуатації дозволяє визначити найбільш суттєві постійні та змінні параметри, сформулювати характеристики прогнозного фону, що складає достатній обсяг діагностичних ознак.

У доповіді запропоновані принципи побудови системи автоматизованої діагностики устаткування енергоблоків електростанцій і планування ремонтів з урахуванням фактичного технічного стану обладнання в процесі експлуатації. Ці принципи і моделі можуть бути використані в автоматизованих системах інтелектуальної підтримки діяльності експлуатаційного персоналу енергоблоків електростанцій.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «КОТЕЛ – ОБЕРТОВИЙ ПОВІТРОПІДІГРІВАЧ – КОНДЕНСАЦІЙНИЙ ТЕПЛООБМІННИЙ АПАРАТ»

Єфімов О.В., Гончаренко О.Л.

Національний технічний університет

„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

При побудові математичної моделі системи здійснено об'єднання котла і теплоутилізаційних пристроїв. З метою врахування оберненого впливу на ефективність теплообміну в котлі витрату палива пропонується залишити незмінною, а ефективність системи оцінити традиційним для котельної техніки способом – по зміні коефіцієнта корисної дії (ККД) і виробленню додаткової теплотехнологічної продукції.

Теплоутилізаційна частина системи складається з конденсаційного повітропідігрівача (КПП) і конденсаційного теплообмінного апарата (КТА) для нагріву води. В КПП здійснюється охолодження всієї кількості відхідних газів до температури точки роси (без конденсації водяної пари) і невеликої їх частки нижче температури точки роси (з конденсацією водяної пари). В КТА здійснюється охолодження решти відхідних газів нижче температури точки роси. В якості КПП використано компактний теплообмінний апарат обертового типу з циркулюючим проміжним кулеподібним теплоносієм. КТА поверхневого типу уявляє собою мілкоробристий або гладкий пакет труб, що зумовлено конденсаційним режимом теплообміну, при якому, незважаючи на наявність у парогазовій суміші інертних газів, інтенсивність теплообміну достатньо висока (коефіцієнти теплопередачі досягають 250...400 Вт/м²К). Доцільність формування системи з двома теплоутилізаторами замість одного продиктована необхідністю рішення таких задач, як: використання гарячого повітря в основному агрегаті (котлі), що, як відомо, є найбільш ефективною і оптимальною утилізаційною технологією; поліпшення процесу горіння палива; зниження витрати нагріваємої води (необхідність в ній може бути обмеженою); забезпечення захисту газовідвідного тракту від руйнування; використання фізичної теплоти відхідних газів у компактному КПП.

В системі запропоновано здійснити захист газовідвідного тракту і димаря від корозії і руйнування за рахунок підвищення температури відхідних з системи газів шляхом їх змішування з гарячим повітрям, нагрітим в КПП.

Математична модель системи містить рівняння для розрахунків: об'ємів і вологовмістів газів; температур точки роси, гарячого повітря, кулеподібного теплоносія; ентальпій газів і повітря; коефіцієнта надлишку повітря і відносної вологості суміші газів і гарячого повітря; теплового балансу системи, ККД і витрати палива; температури нагріву і витрати води, температури нагріву повітря; тепломасообміну в КПП і КТА; аеродинамічних опорів.

МІЖНАРОДНА ТА НАЦІОНАЛЬНА СТАНДАРТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСТЮ ЕНЕРГОМАШИНО-БУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Єфімов О.В., Тютюник Л.І., Іванова Л.А., Налізко О.В.

Національний технічний університет

„Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

В умовах активної глобалізації світової економіки, успіх окремих галузей економіки на зовнішньому та внутрішньому промислових ринках повністю залежить від того, наскільки їх продукція або послуги відповідають суспільним стандартам якості. Тому проблема забезпечення та постійного зростання якості продукції актуальна для всіх країн і підприємств, які є лідерами в галузі енергетики. Значну роль в зростанні якості продукції грають національні стандарти, які є організаційно-технічною основою систем якості.

В економічному змаганні ключовими питаннями є проникнення на ринок та економічна ефективність. Відповідність європейським нормам зумовлює успіх для любих національних господарчих структур в європейському та інших близьких регіонах. Без введення системи менеджменту якості, яка задовольняє всі вимоги серії стандартів ІСО 9000, неможливо підтримувати конкурентноздатність своєї продукції і послуг на ринку розвинутих країн, в першу чергу на ринку Європейського Союзу.

Система менеджменту якості базується на вимогах споживачів і в цьому розумінні є відповіддю на їх вимоги. В такій системі менеджменту якість планується та регулюється на рівні організації, а також підтверджується з урахуванням засобів і системи поглядів, здатних вплинути на нього. На цьому обґрунтуванні Міжнародна організація по стандартизації (ІСО) утворила і ввела вже неодноразово модифіковану серію стандартів ІСО 9000. Мета серії стандартів - забезпечення та підтримка якості продукції або наданих послуг, а також формування впевненості в керівництві, що планова якість буде досягнена та збережена. Система менеджменту якості є для регулювання, оцінки та безперервного удосконалення загальної продуктивності з точки зору забезпечення якості.

В докладі наведені методи і підходи організації національних стандартів для енергомашинобудівної продукції в промислово-розвинутих країнах, в том числі і в Україні, її сертифікація та управління якістю.

РОЗРАХУНОК ВТРАТ ВІД ВИХРОВОГО ДЖГУТА У ВІДСМОКТУЮЧІЙ ТРУБІ ГІДРОТУРБИНИ

Зав'ялов П.С., Кухтенков Ю.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проведені експериментальні дослідження з визначення втрат від вихрового джгута в модельній гідротурбіні РО310. Втрати від вихрового джгута визначалися, як різниця повних експериментальних втрат енергії на різних режимах роботи та розрахункових втрат - циркуляційних, внутрішніх, на виході і коліні труби та втрат, пов'язаних з перерозподілом швидкостей внаслідок закручення потоку.

Класифікація гідравлічних втрат у гідротурбінах умовна. Найбільшою мірою це відноситься до втрат у відсмоктуючій трубі (ВТ). Так, до втрат безпосередньо в самій трубі варто віднести внутрішні втрати, що є втратами у прикордонному шарі на стінках ВТ. Втрати на виході з ВТ залежать від геометричних розмірів вихідного перетину, однак, більшою мірою визначаються розподілом швидкостей потоку, що залежить в основному від режиму роботи турбіни і геометрії лопатей робочого колеса (РК) на вході у ВТ. Вихрові втрати, що обумовлені режимом роботи та геометрією лопатей і практично мало залежать від форми й розмірів ВТ. Разом з тим, з огляду на місце прояву вихрових і вихідних втрат, відносимо їх також до втрат у ВТ.

Внутрішні і вихідні втрати у ВТ розглянуті в роботах Етинберга І.Е., де показано, що в першому наближенні, зневажаючи нерівномірністю потоку на виході, можна вважати ці втрати пропорційними квадрату витрати. Найменш досліджені вихрові втрати. Вважали, що втрати у ВТ складаються з наступних складових $\xi_{i0} = \xi_{\delta} + \xi_{a0} + \xi_{\sigma} + \xi_{at}$, де ξ_{δ} – сума втрат внутрішніх, на виході та у коліні труби; ξ_{a0} – втрати, обумовлені перерозподілом меридіональних швидкостей внаслідок закрутки потоку за

РК; ξ_{σ} – циркуляційні втрати. Вони визначалися $\xi_{\delta} = \frac{K_p}{2gH_0} \int_0^1 V_{m\ddot{i}0}^2 d\bar{\psi}$,

$\xi_{a0} = \frac{1}{2gH_0} \int \Delta V_m^2 d\bar{\psi}$, $\xi_{\sigma} = \frac{1}{2gH_0} \int V_u^2 d\bar{\psi}$. В перетині під РК на осі турбіни (при $r=0$)

окружна складова швидкості теоретично прагне до нескінченності, тоді з'являється осьовий вихор, усередині якого рідина обертається за законом твердого тіла. Втрати від вихрового джгута розраховувались $\xi_{at} = \xi_{i0} - (\xi_{\delta} + \xi_{a0} + \xi_{\sigma})$, де ξ_{i0} – повні втрати у ВТ розраховуються виходячи з експериментальних даних зміни потенційної енергії на різних режимах роботи РК ($Q'_1, n'_1 = var$).

ПРО ТИПІЗАЦІЮ ГІДРАВЛІЧНИХ ТА ПНЕВМАТИЧНИХ ПРИВОДІВ

Іваніцька О.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Кожен гідравлічний та пневматичний привід унікальний і тому важливим є питання його типізації. Усі гідравлічні силові системи можна поділити на системи з поступовим рухом на виході, тобто з гідравлічним циліндром (ГЦ), та обертаючим рухом на виході, тобто з гідромотором. Усі гідравлічні системи з поступовим рухом на виході можна поділити на системи: з вертикальним розташуванням ГЦ; горизонтальним розташуванням ГЦ; з ГЦ, розташованим відносно горизонтальної осі на кут менший 90 градусів. Гідравлічні силові гідроприводи можуть мати ГЦ з одним та двома штоками.

Гідросистеми з вертикальним одноштоковим ГЦ можна поділити на гідросистеми з вертикальним ГЦ, шток якого зорієнтовано догори та гідросистеми з вертикальним одноштоковим ГЦ, шток якого орієнтовано донизу.

Для проведення типізації гідравлічних систем доцільно ввести поняття гідравлічного модуля (блока).

Він складається з ГЦ, на виході якого прикладене навантаження, яке спрямоване у бік, протилежний руху поршня ГЦ; гідравлічного розподільника; дроселя (регулятора витрати) з зворотнім клапаном; напірної магістралі, яка з'єднана з насосом; зливної магістралі, яка з'єднана з гідравлічним баком.

Тоді усе різноманіття відомих гідравлічних систем з ГЦ можна звести до восьми основних гідравлічних модулів (блоків):

1 модуль – дроселі відсутні, шток висувається; 2 модуль – дросель встановлено в напірній магістралі, шток висувається; 3 модуль – дросель встановлено у зливній магістралі, шток висувається; 4 модуль – дроселі встановлені у напірній і зливній магістралях, шток висувається; 5 модуль – дроселі відсутні, шток втягується; 6 модуль – дросель встановлено в напірній магістралі, шток втягується; 7 модуль – дросель встановлено у зливній магістралі, шток втягується; 8 модуль – дроселі встановлені у напірній і зливній магістралях, шток втягується.

Для опису робочого процесу основних гідравлічних модулів (блоків) використовуються основні види рівнянь: нерозривності, руху рухомих елементів, витрати рідини крізь апаратуру.

Наведені математичні моделі восьми основних типів гідравлічних модулів (блоків) з вертикальним ГЦ (шток орієнтовано догори; шток орієнтовано донизу) та горизонтальним ГЦ.

КРИТЕРІЙ ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ ЕФФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИКІВ З НАСИПНОЮ НАСАДКОЮ

Іглін Ю.С.

*Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут” м.Харків*

Характеристики тепло та масообміну, гідравлічний або аеродинамічний опір технологічного устаткування є визначальними факторами, що впливають на вибір устаткування.

У цей час відсутні узагальнюючі критерії, які дозволили б сформулювати й формалізувати системний підхід до вибору теплообмінників. Складність розробки таких узагальнюючих критеріїв пов'язана з великою кількістю різного типу теплообмінників, а також складним математичним апаратом, що описують ці процеси для конкретних умов апаратного оформлення. З іншої сторони відомо, що між тепло та масообмінними процесами й аеро- гідродинамікою існує аналогія пов'язана з тем, в основі цих процесів лежать подібні системи диференціальних рівнянь. На використанні цих принципів заснована теорія подоби, яка широко використовується для моделювання процесів у теплообмінниках. Перетворення системи диференціальних рівнянь Нав'є- Стокса до безрозмірного вигляду приводить до появи безрозмірних критеріїв подоби, що включають лінійний розмір. Одним з основних таких критеріїв є критерій Рейнольдса $Re = Wd_3/\nu$, де d_3 -лінійний розмір, ν -кінематична в'язкість. Теорія подоби й чиста математика не дає прямої відповіді на запитання про вибір лінійного розміру, що приводить до довільного вибору такого параметра, що взагалі неприпустимо в точній математиці. Такий довільний підхід приводить до того, що результати моделювання або дослідження буває важко порівнювати між собою й в остаточному підсумку робити висновок про переваги того або іншого устаткування.

Не претендуючи на глобальні узагальнення, як приклад запропонуємо розроблений нами підхід до порівняння теплообмінників з насипною насадкою. Звичайно в якості лінійного розміру в цьому випадку використовується товщина насипного шару, порідність або його відносна товщина L/d_3 . Де d_3 –еквівалентний діаметр елемента насадки. Якщо теплообмінник використовує кулеподібну насипну насадку для якої відомий еквівалентний діаметр $d_3 = d_{ш}$ і відоме функціональне співвідношення $Nu = f(Re)$ та $Eu = f(Re)$, то використовуючи аналог критерія Кирпичева можна сформулювати деякий критерій «Якості Тепло Обмінников»- $ЯТО = Nu^n / Eu^m$ (Відношення критерію Нуссельта до критерію Ейлера), який з'являється після виключення із критеріальних рівнянь критерію Рейнольдса. Більш високе значення **ЯТО** каже про більш кращий теплообмінник.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Канило П.М.¹, Соловей В.В.¹, Внукова Н.В.², Кошельнік О.В.¹

¹*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАНУ,*

²*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків*

Найбільш перспективними альтернативними паливами сьогодні є природний газ, синтетичні моторні палива, у тому числі спиртові, біопалива і водень, що може використовуватися як основне паливо, так і в якості високоефективної добавки до горючих сумішей.

Проведені дослідження енерго-екологічних показників експлуатації легкових автомобілів, не обладнаних системами нейтралізації відпрацьованих газів, що характерно для сформованої структури автотранспорту України, дозволили зробити наступні висновки.

При використанні у ДВЗ легкових автомобілів різних вуглеводневих палив найбільш шкідливими інгредієнтами, що викидаються в атмосферу, є NO_x і канцерогенні вуглеводні, що в умовах міста синтезують гранично небезпечні для людини нітроканцерогенні речовини, які мають мутагенні властивості. При цьому дрібнодисперсні тверді частки істотно підсилюють їхню агресивність. Підвищений вміст ароматичних вуглеводнів, що є характерним для сучасних нафтових палив, різко підсилює цю закономірність. Виконання міжнародних норм "Євро-2", діючих сьогодні в Україні, можливо при використанні: природного газу, спиртових моторних палив, а також водню в якості, як основного, так і додаткового енергоносія.

Для підвищення екологічної безпеки легкових автомобілів із ДВЗ необхідно максимальне підвищення експлуатаційної паливної економічності двигунів, у тому числі підтримка високої параметричної надійності їхньої роботи, що буде сприяти мінімізації рівнів викидів особливо небезпечних вуглецевовмісних речовин. Для зниження викидів NO_x раціональним є використання сучасних нейтралізаторів накопичувального типу, використання збіднених паливно-повітряних сумішей з підвищеним водневим показником і зниженим вмістом ароматичних вуглеводнів і сірки, здійснення електронно-керованої багатофазної подачі палива безпосередньо в циліндри двигунів, істотне підвищення якості сумішоутворення, застосування сучасних адаптивних систем регулювання якості робочих процесів.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА НАПИСАННЯ ПРОГРАМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

Канівець Г. Є., Кошельнік О. В., Алтухова О. В., Суїма С. Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Пластинчасті теплообмінники – важливий елемент різних енергетичних, енерготехнологічних, технологічних і транспортних установок. Алгоритми та програми їх розрахунку й оптимізації є одними з найбільш трудомістких в системах автоматизованого проектування (САПР) та наукових досліджень (АСНД).

Алгоритм та програма, що розробляються, дозволяють прорахувати всі можливі варіанти пластинчатих теплообмінників не враховуючи нині існуючі оптимальні значення впливаючих параметрів. Таким чином, це робить дану програму універсальним дослідницьким інструментом, що дозволяє простежити вплив багатьох параметрів на економічну та технічну ефективність роботи теплообмінного апарату, його вартість та ін.

Алгоритм та програма передбачають встановлення таких обмежень: вид пластин, матеріал пластин, допустимого гідравлічного опору (у випадку, коли теплообмінник вибирається під існуючий насос). Також у програму можливо додавати й інші обмеження, наприклад по габаритам чи масі теплообмінника, необхідному КПД, вартості та ін.

Алгоритм та програма дають можливість не лише розрахувати окремі теплообмінні апарати, але й прорахувати різноманітні схеми компоновки їх у теплообмінники, а саме паралельне чи послідовне з'єднання теплообмінних апаратів по обом теплоносіям, компоновки «хвиля» та «пила» рядів теплообмінних апаратів. Передбачено не лише вибір оптимального теплообмінника при заданні всіх необхідних для розрахунку вихідних даних, але й підбір оптимального режиму його роботи. Програма дозволяє відсортувати усі можливі варіанти теплообмінників по зростанню чи спаданню значення певного параметру (показника ефективності), що дає змогу не лише вибрати оптимальний теплообмінний апарат, але й проаналізувати вплив того чи іншого параметру на ефективність теплообмінника в цілому, тобто провести дослідницьку роботу.

Застосування структурно–модульного підходу при розробці алгоритму дозволяє у майбутньому використовувати його та написану по ньому програму для дороботки, введення нових типів теплообмінників та методів розрахунку, створення систем розрахунків.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ РАДИАЛЬНО-ОСЕВОЙ ГИДРОТУРБИНЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЕЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Колычев В.А., Тыньянова И.И., Миронов К.А.

Национальный технический университет

“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

Рабочее колесо выполняет основную роль в формировании энергетических характеристик гидротурбины. Поэтому в настоящее время при доводке и совершенствовании проточной части используются методы численного анализа влияния геометрических параметров рабочего колеса на энергокавитационные показатели гидротурбины. Путем внесения изменений в исходную геометрию проточной части и последующего прогнозирования энергетических показателей производится отбор наиболее приемлемых вариантов проточной части. В связи с этим весьма актуальным является задача поиска таких модификаций, которые наилучшим образом обеспечивают требования технического задания.

Особый интерес представляет исследование влияния геометрических параметров рабочего колеса на параметры оптимального режима. Внесение изменений в геометрию лопасти приводит к изменению гидродинамических параметров ее пространственной решетки. При расчетном определении гидродинамических параметров пространственной решетки используется модель течения жидкости в рабочем колесе, базирующаяся на допущении о неизменности поверхностей тока при изменении режимных параметров.

Гидродинамические характеристики пространственной решетки рабочего колеса включают в себя: кинематические, теоретические характеристики (характеристики силового взаимодействия потока с рабочим колесом), характеристики потерь.

Интегральные гидродинамические параметры рабочего колеса: m_m , K_{r1} , Λ и m (характеризуют геометрию входной и выходной части лопасти) могут быть найдены как расчетным, так и опытным путем.

Для определения параметров пространственной решетки решалась задача параметрической идентификации. Параметры, входящие в математическую модель, находились по данным энергетических испытаний. При решении задачи использовался метод наименьших квадратов и определялись такие значения параметров-коэффициентов, чтобы разработанная математическая модель обеспечивала наилучшее приближение к заданным экспериментальным точкам.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАГРІВАННЯ ДОМЕННОГО ДУТТЯ ШЛЯХОМ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ПОВІТРОНАГРІВАЧІВ

В.М.Кошельник, О.М. Вусик

Національний технічний університет

”Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

На сьогоднішній день актуальною стала проблема раціонального використання енергоносіїв у зв'язку з їхньою високою вартістю. Відносно доменних повітрянагрівачів це стосується витрати природного газу, що використовується як паливо в пальниках для нагрівання насадки повітрянагрівачів, а також підвищення коефіцієнта корисної дії повітрянагрівачів.

Високоєфективним заходом для підвищення ефективності нагрівання дуття є реалізація попереднього підігріву повітря й газу згорання для нагрівання повітрянагрівачів. Це дозволяє знизити втрати теплоти з газами, що відходять, і знизити шкідливий вплив на атмосферу, а також заощадити витрату газового палива.

Підігрів повітря горіння до 600°C у рекуператорах, що обігриваються газами, що відходять із повітрянагрівачів, дозволяє підвищити температуру горіння приблизно на 40° на кожні 100° підігріву газу або повітря.

Для здійснення такого підігріву може бути виконана утилізація відхідних газів. Для використання теплоти газів, що відходять, можуть бути застосовані регенеративні теплообмінники або рекуперативні теплообмінники.

Найважливішим пунктом є визначення температури газів, що відходять. Використання створеної програма для виконання такого розрахунку на ЕОМ дає можливість наглядно продемонструвати зміну температури відхідних газів.

Наведено алгоритм вибору розташування утилізатора та його проектного розрахунку. За допомогою якого стає можливим вибір конкретного теплообмінника.

Створення даної методики має за мету дозволити більш широко використовувати потенціал відхідних газів за допомогою обраних утилізаторів, що призведе до ресурсозбереження та вирішення певних питань з охорони оточуючого середовища.

РОЗРОБКА ІНТЕГРОВАНИХ МЕТАЛОГІДРИДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОТИ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Кошельнік О.В., Чорна Н.А.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАНУ,
м. Харків*

Розробка та реалізація методів моделювання роботи водневих металогідридних систем утилізації низькопотенційної теплоти пов'язана зі значними труднощами, які викликані насамперед необхідністю врахування складного взаємозв'язку фізико – хімічних процесів, таких як зміна фазового стану робочих тіл, нерівномірність протікання процесів, тепло- і масообмін між робочим тілом, елементами конструкції генератора-сорбера та ін. Це потребує розробки ефективного обчислювального алгоритму й створення на його основі програм для моделювання роботи елементів металогідридних систем та дослідження їх параметричних характеристик. Реалізація цього завдання дозволить із незначними витратами й досить оперативно вирішувати питання розробки таких систем та вибору ефективних режимів їх роботи.

В ІПМаш НАН України в результаті узагальнення інформації, отриманої при проведенні розрахунково-теоретичних і експериментальних досліджень термосорбційних процесів, було розроблено загальну методику створення та дослідження металогідридних утилізаційних систем низькопотенційної теплоти промислових теплотехнологічних комплексів.

Комплекс складається з шести взаємопов'язаних модулів, які відображають основні етапи створення металогідридних систем: визначення кількості генераторів-сорберів (ГС); вибір часового типу циклу роботи ГС; визначення параметрів роботи та характеристик генераторів-сорберів; розрахунок процесів тепломасопереносу в шарі металогідриду; розрахунок системи регенерації теплоти перехідних процесів; визначення гідравлічних характеристик ГС.

Застосування даної методики дає можливість провести розрахунки роботи утилізаційної системи та повністю визначити комплекс конструктивних та режимних параметрів, які характеризують загальну ефективність її роботи.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ПЕЧЕЙ СКЛОВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Кошельнік О.В., Шапранова М.М.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Постійне здорожчання енергоносіїв в світі призводить до збільшення собівартості продукції, та у разі високоенергоємного виробництва, такого як скловарне, ставить під питання його конкурентоспроможність на світовому ринку. Порівняння за техніко-економічними показниками споживання енергії підприємствами скляної індустрії України і промислово розвинених країн вказує на існуючий потенціал зниження середньої енергоємності варіння скла на 30 % і сумарного питомого негативного впливу на навколишнє середовище в 2 рази. З урахуванням того, що для забезпечення технологічно необхідними температурами скловарні печі обладнуються регенеративними або рекуперативним теплообмінними апаратами для високотемпературного підігріву повітря, енергетичний ККД полум'яних скловарних печей не перевищує 20-25 % через значні теплові втрати з газами, що відходять (25-40 %). Цей наявний резерв економії свідчить про необхідність подальших розробок техніко-технологічних систем щодо зменшення теплових втрат.

Було виконано комплекс досліджень по визначенню параметричних характеристик теплоутилізаційних систем скловарного виробництва. Наведено причини низьких значень коефіцієнта енергоефективності, які виявлені на основі поелементного аналізу теплового та матеріального балансів скловарних печей. Для дослідження можливостей енергозбереження при переході до більш ефективних технологій доцільно використовувати аналог з граничним ступенем ідеалізації для визначення абсолютного мінімуму витрат на виробництво продукту. Відповідно, у разі, коли ставиться задача оптимізації глибини тепловикористання необхідно поєднувати метод узагальненої різниці приведених витрат з методом ексергетичного аналізу.

Таким чином, визначені та наведені можливі напрямки в удосконаленні існуючих теплових схем систем скловарного виробництва вимагають проведення подальших досліджень у данному напрямку.

АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ НА ПУЛЬСАЦИОННОЙ ТРУБКЕ

Кузнецов В. В., Кухаренко В. Н.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В настоящее время наблюдается высокий интерес к низкотемпературным охладителям на пульсационной трубке (НОПТ). Особое внимание уделяется возможности использования этих устройств в умеренном температурном диапазоне.

В этой работе для расчета рабочих параметров НОПТ использована одномерная математическая модель [1].

Важным фактором, обеспечивающим высокую точность определения интегральных характеристик новых устройств (работа компрессора, холодопроизводительность и т.п.) при использовании одномерных моделей, является правильный выбор эмпирических зависимостей для расчета коэффициентов теплообмена и гидравлического сопротивления в элементах машин.

Целью этой работы было получение универсальных зависимостей для расчета коэффициента теплоотдачи в пульсационной трубке (ПТ) и гидравлического сопротивления в регенераторе. Для этого был проведен литературный обзор существующих подходов для оценки теплового потока от газа к стенке ПТ и гидравлического сопротивления в регенераторе. Исследовано влияние среднего за цикл коэффициента теплоотдачи в ПТ на интегральные показатели НОПТ.

Модифицирована математическая модель. Тепловой поток от газа к стенке определяется при помощи соотношения предложенным Корнхаузером. Согласно этого подхода граничные условия третьего рода на стенке (закон Ньютона) записываются в комплексном виде.

Исследовано влияние гидравлического сопротивления в регенераторе на интегральные показатели НОПТ.

Рассогласование расчетных характеристик с экспериментальными данными не превышает 20 %.

- В. Н. Кухаренко, В. В. Кузнецов. Математическое моделирование теплофизических процессов низкотемпературных газовых при помощи структурно-модульного подхода // Холодильна техніка і технологія. – 2009. – № 5(121).

КПД ВЫСОКООБОРОТНОЙ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ: РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Лапузин А.В., Лим Ч.С., Субботович В.П., Юдин Ю.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Для проверки достоверности разработанной авторами методики моделирования в «холодных» условиях газодинамических процессов в высокооборотной ступени газовой турбины проведены ее экспериментальные исследования в натуральных «горячих» условиях.



В диапазоне режимов $ER=1,5...2,5$ и $\bar{n}=60...85$ % (условия проведения «горячего» эксперимента) погрешность определения КПД по предложенной методике не превышает $\pm 0,5$ %. Полученные экспериментальные результаты также показали, что для турбин, имеющих современные трансзвуковые решетки профилей, широко используемые системы потерь не дают удовлетворительной точности в определении потерь решеток и КПД турбины в целом (занижение КПД ~ 3 %).

Предлагаемая методика позволяет с высокой точностью прогнозировать характеристики турбины и проводить анализ ее работы в широком диапазоне режимов на этапах ее проектирования и доводки.

ДИНАМІКА ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ С ПЕРЕХРЕСНО-ПРЯМОТОЧНОЮ СХЕМОЮ РУХУ ТЕПЛОНОСІЇВ

Левченко Б.О., Тарасенко О.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розроблена методика для визначення і аналізу динамічних характеристик двохходового ТА з перехресно-прямоточною схемою руху теплоносіїв із застосуванням чисельного методу, який базується на неявних схемах рахунку, що біжить.

Нестаціонарний режим роботи ТА був описаний трьома диференціальними рівняннями в частних похідних, які були отримані на підставі закону збереження енергії для контрольного об'єму.

Сформульовані початкові та граничні умови для миттєвого та експоненціального законів зміни температури гріючого теплоносія.

Для виконання чисельних досліджень динаміки ТА була розроблена на алгоритмічній мові Turbo Pascal комплексна програма.

Був проведений багатofакторний чисельний експеримент з врахуванням залежності коефіцієнтів теплообміну і теплофізичних характеристик теплоносіїв від координати та часу.

Виконані рішення дозволили отримати залежність температур теплоносіїв на виході з ТА, розподілу температур на стінках труб при нестаціонарних режимах роботи ТА, залежно від темпу зміни температури гріючого теплоносія для ряду значень водяних чисел теплоносіїв.

Аналіз температурних полів стінки, теплоносіїв і абсолютний баланс тепла для стаціонарного режиму ТА, дозволяє вважати, що запропонована методика розрахунку динаміки можна рекомендувати для інженерних розрахунків перехідних процесів двохходових трубчатих теплообмінників.

Отримані розподіли температур дозволяють оцінити теплову ефективність ТА.

Встановлено, що перехідне запізнення трубчатих повітрепідігрівачів збільшується із збільшенням ємкісної складової стінки труб і об'єкти, в яких регулюється витрата рідини або газу, мають незначне перехідне (ємкісне) запізнення.

Проведен аналіз впливу теплоємності стінки труби повітрепідігрівача на час перехідного процесу. Вплив має лінійний характер, що характерно для тонких стінок.

ДИНАМИКА ГИДРОАГРЕГАТА НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА В РЕЖИМЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ ПОДЪЕМЕ И ОПУСКАНИИ

Лурье З. Я., Цента Е. Н.

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

Выполненные ранее исследования динамики гидроагрегата (ГА) навесного оборудования (НО) только при подъеме на заданную высоту позволили: проверить функционирование, оценить реакцию на управляющие и возмущающие воздействия, определить показатели качества переходных процессов в гидроустройствах ГА. При этом использовалась лишь часть математической модели, отражающая рабочий процесс только подъема. При исследовании режима положения при подъеме и опускании НО участвует вся модель и ее реализация в пакете VisSim вызвала необходимость введения ряда дополнительных устройств, связанных с переключением электрогидравлических преобразователей, а следовательно, изменением направления движения золотника гидрораспределителя (ГР), поршня со штоком силового цилиндра (Ц). Чтобы реализовать положительное и отрицательное перемещение НО за начальное положение поршня была принята середина Ц. Дополнительные устройства, введенные для улучшения показателей качества рабочего процесса, представляют собой апериодические звенья, реализация которых при наличии программируемого контроллера не представляет затруднений. Вследствие нелинейности системы возникла необходимость ввести в каналы настройки ПИД-регулятора нелинейные преобразователи в функции заданного значения положения НО. Методом проб и ошибок в ГА помимо обратных отрицательных связей по перемещению штока Ц и золотника ГР введены обратные связи по скоростям движения штока Ц и золотника ГР и давлению в нагнетательной магистрали. Полученные осциллограммы 20 переменных отражают улучшение показателей качества рабочего процесса элементов и ГА в целом.

УЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗЛА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ-НАСОС

Лурье З.Я., Федоренко И.М.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В большинстве гидроагрегатов (ГА) в качестве приводного двигателя обычно используется асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором (АКЗ). При относительной простоте и дешевизне конструктивного исполнения данный вид электродвигателя обладает существенными недостатками. Конструкция исключает возможность введения добавочных сопротивлений и тем самым ограничить абсолютное скольжение в переходных процессах пуска и торможения. На характер переходных процессов так же существенное влияние оказывает электромагнитная инерция, ухудшающая характер процесса пуска и вызывая большие и многократно повторяющиеся знакопеременные пики пускового момента, ускоряющие износ узла электродвигатель-насос.

При проектировании мехатронных ГА (см. рис.) ввиду особенностей их функционирования и конструктивного исполнения необходимо учитывать динамическую составляющую механической характеристики. Анализируя натурную осциллограмму процесса пуска узла АКЗ-насос (см. рис.), можно сделать следующее заключение. За время разгона и реверса узел АКЗ-насос испытывает колебания движущего пускового момента, превышающие статический пусковой момент в несколько раз. Расчет и проектирование мехатронных ГА должны включать следующие этапы:

- исследование динамических и статических характеристик, как отдельных составляющих, так и всего ГА в целом;
- построение совместной математической модели электрической, механической и гидравлической частей;
- разработка алгоритмов управления мехатронными ГА для получения оптимизированных характеристик “Вход-выход”.

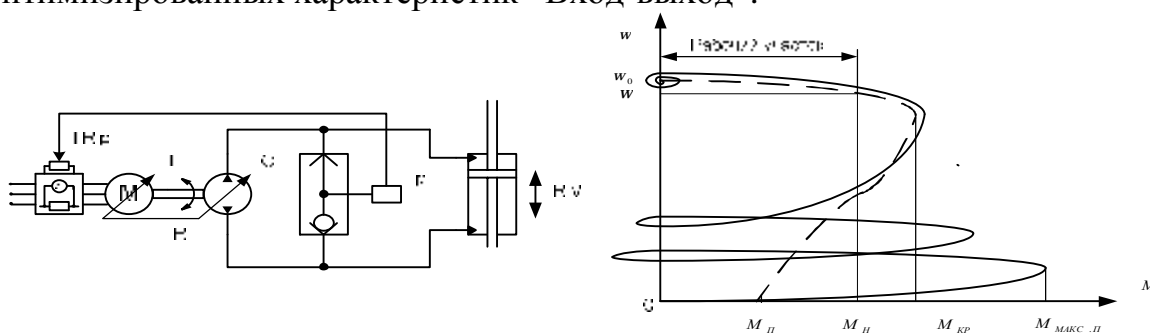


Рис. Схема мехатронного ГА и механические характеристики

ЖАРОМІЦНІ СПЛАВИ У ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ

Меньшиков С.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі наводяться дані про матеріали, які використовувались у енергомашинобудуванні різних країн у період з 50-х рр. ХХ ст. і до початку 1980-х рр. Метою роботи є – прослідкувати еволюцію жаростійких сталей в енергетиці і підвищення надійності і ефективності енергетичних установок завдяки цьому.

Відомо, що чим вище температура робочого тіла (пара чи газу) на вході у турбіну, тим двигун більш економічний. Із підвищенням температури газу зменшується питома витрата палива й повітря на одиницю потужності. Період післявоєнного розвитку енергетики і газотурбінної техніки характеризувався безперервним підвищенням робочих температур.

Для елементів турбін – роторів, дисків, лопаток, циліндрів, камер згоряння, деталей кріплення використовують сталі перлітного, мартенситного та аустенітного класів.

Турбіни, що випускалися в період до 1950 р., виконувалися з вуглецевих сталей, здатних витримати початкові параметри пари: 30 – 35 кгс/см² і 400 ... 435 °С.

У 50-х рр. ХХ ст. у зв'язку з високою вартістю жароміцних сталей і технологічними труднощами, зв'язаними з виготовленням кованих і литих заготовель з них, виникли сумніви у доцільності використання високолегованих жароміцних сталей. У США, Німеччині та Англії в той час вважались найбільш економічними турбіни, які працюють з температурою 525-537°С, у порівнянні з 565-570°. Це не означало, що не велися роботи по створенню турбін з температурою пара 650-700°С.

Основа жароміцних сплавів - залізо і нікель. Саме ці матеріали є головними конструкційними матеріалами стаціонарних і транспортних парових і газових турбін.

Для цих матеріалів сформувалися свої прийоми легування і термічної обробки, які суттєво відрізняються від тих, які застосовують для звичайних сталей і сплавів, що працюють у інтервалі кліматичних змін температур.

Сучасні нікелеві жароміцні сплави працюють по суті на межі своїх температурних можливостей. Тому найважливіше значення у підвищенні температурного рівня сучасних жароміцних сплавів, їх надійності та довговічності надається освоєнню нових технологічних процесів.

**КОНТАКТНІ ПОГРУЖНІ ПАРОГАЗОВІ ГЕНЕРАТОРИ ДЛЯ
УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ВІДХОДЯЩИХ ГАЗІВ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ
Морозов О.Є.**

Національний технічний університет «ХПИ», м. Харків

Принцип роботи контактних парогенераторів (аналога апарату з погрузними горілками – відомих у випарній техніці – як АПГ) заснований на використанні тепла димових газів, що відходять, для випаровування водного середовища при їх безпосередньому контакті в барботажному шарі. У порівнянні з котельними установками і випарними апаратами поверхневого типу такі апарати мають ряд переваг: гранично високу міру використання тепла газів, що відходять; можливість здобуття регламентна обґрунтованої парогазової суміші і знесолоної води заданих параметрів, шляхом безперервного виводу з апарату опадів солей і зважених часток, дисперсність від 10^{-4} до $5 \cdot 10^{-3}$ м; що зумовлюють здатність використання парогазової суміші як робоче тіло для турбіни; низьку металоємність (визначальних відсутністю фіксованих гріючих поверхонь); низький рівень експлуатаційних енергозатрат, оскільки значна частина внутрішніх кінетичних процесів меридіанального руху і циркуляції рідини, газу і зважених часток здійснюються під впливом природної тяги, звідних конвективних течій і гравітацій.

ДО ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ СИСТЕМИ «ЕЛЕКТРОВОЗ - КОНТАКТНА МЕРЕЖА»

Нерубацький В.П.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Питання підвищення надійності і ефективності роботи технічних засобів електровозів завжди були актуальні і їм приділялася особлива увага в численних наукових дослідженнях. Вивченню питань електромагнітної сумісності системи «електровоз – контактна мережа» присвячена велика кількість робіт вчених України і країн СНД.

В даний час швидкий науково-технічний прогрес в області силовій електроніки істотно спростив створення потужних багатосистемних локомотивів, і всі великі світові компанії-виробники електрорухомого складу накопичили в цьому достатній досвід. Проте залишається проблема забезпечення електромагнітної сумісності, оскільки при роботі деяких систем СЦБ з використанням рейкових ланцюгів по рейках одночасно протікають як тяговий струм силою в сотні ампер, так і слабкий струм вищевказаних систем. Крім того, спотворення синусоїдальної форми напруги в контактній мережі істотно впливає як на експлуатаційні характеристики електровозів, так і на систему тягового електропостачання. Так, вищі гармоніки напруги, що генеруються електровозом, приводять до появи додаткових втрат в обмотках допоміжних машин електровоза, що знижує їх експлуатаційний ресурс. У силовому трансформаторі гармоніки напруги викликають збільшення втрат на гістерезис, втрат, пов'язаних з вихровими струмами в сталі і втрат в обмотках, а також підвищують витрати електроенергії на тягу поїздів.

В роботі розглядається питання математичного та імітаційного моделювання системи «електровоз – контактна мережа» в типовому режимі за допомогою пакетів програм MathCAD і MatLab. Отримана в MatLab імітаційна модель є максимально наближеною до реальних умов схемою роботи системи «контактна мережа – електровоз – рейкові ланцюги». Наукова новизна проведеного дослідження полягає в тому, що за допомогою запропонованих моделей може бути визначений розподіл напруги і струмів уздовж рейкової і контактної мережі для всіх гармонік. Даними моделями зручно користуватися, коли джерелом гармонік в зворотному тяговому струмі є випрямлячі, згладжуючі фільтри тягових підстанцій постійного струму або електродвигуни постійного струму електровозів.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНІВ МІСТА ТА ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОПУНКТІВ

Підкопай В.М., Ганжа А.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На даний час теплопостачання житлових масивів багатьох міст здійснюється від великих джерел теплової енергії, що обладнані водогрійними та паровими котлами, які були введені у експлуатацію 30–40 років тому. Котельні розташовані на значній відстані від масивів, а теплові мережі від них мають значний знос. Транспортування теплоносія від джерел до мікрорайонів здійснюється по магістральним трубопроводам, що мають великі діаметри (до 1020 мм.). Це обумовлює значні теплові втрати при постачанні теплової енергії до масивів. Крім того, стан ізоляції на цих трубопроводах незадовільний, що збільшує теплові втрати. Великі відстані, на які транспортується теплоносій, обумовлюють значні витрати електроенергії на транспортування та розподіл. Крім того місцеві теплові мережі опалення підключені, як правило, по залежній схемі через ТРС з елеваторними системами. Стан елеваторів часто буває незадовільним, що погіршує якість опалення будинків або призводить до перетопів. В останній час деякі споживачі відмовляються від централізованого теплопостачання, що зменшує потребу в постачанні теплової енергії.

Розглянуто варіанти реконструкції таких систем:

1. Заміна зношених магістральних теплових мереж на трубопроводи меншого діаметру з пінополіуретановою ізоляцією.

2. Переобладнання однієї з ТРС на котельню з встановленням нових ефективних котлів, переобладнання інших ТРС на незалежну систему теплопостачання через пластинчасті теплообмінники та ліквідація частини магістральної мережі.

3. Переобладнання всіх ТРС на котельні з встановленням нових ефективних котлів та ліквідація всієї магістральної мережі.

Зроблені розрахунки зменшення теплових та гідравлічних втрат, витрат електроенергії та природного газу у всіх варіантах, підвищення енергоефективності системи теплопостачання. Також зроблено порівняльний економічний аналіз запропонованих варіантів.

Здійснено техніко-економічну оптимізацію пластинчастих теплообмінних апаратів, що встановлюються на ТРС і котельнях, де цільовою функцією є мінімум питомої ціни споживання.

ЕКСЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОДНЕЗРІДЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ ТСК

Попок О.В.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАНУ, Харків

Проведено оцінку термодинамічної досконалості воднезріджувальної установки, базовим агрегатом, якої є металогідридний термосорбційний компресор (ТСК), на основі використання методу ексергетичного аналізу. Взаємозв'язки, що встановлюються під час розрахунку ексергетичного балансу між термодинамічними характеристиками та техніко-економічними показниками системи, що аналізується, дають можливість оцінити ефективність її роботи та визначити способи й технічні рішення, які забезпечать підвищення експлуатаційних показників.

Під час розрахунку даної системи був використаний металогідридний компресор КМ 15-10, створений в ІПМаш НАН України для Львівського хімічного заводу. Компресор КМ 10-15 призначений для стиску водню від 0,3-0,5 МПа до 15,0 МПа продуктивністю 8-10 м³/год.

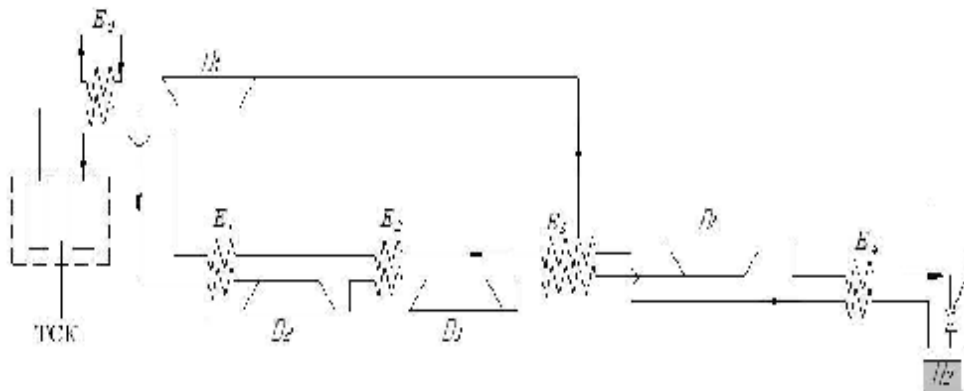


Рисунок 1 – Схема воднезріджувальної установки на базі ТСК:
E₀, E₁, E₂, E₃, E₄ – теплообмінники; D₁, D₂, D₃, D₄ – турбодетандери;
1 – дросіль

В результаті проведеного дослідження встановлено, що ексергетический ККД η_E даної воднезріджувальної установки головним чином визначається ексергетичною ефективністю ТСК. Отже, удосконалення теплофізичних процесів та конструктивного компонування компресора є основним напрямком підвищення енергетичної ефективності воднезріджувальної установки.

ГІДРОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ РОЗРОБКИ СУЧАСНИХ ПІДВОДЯЧИХ ОРГАНІВ ГІДРОТУРБІН НА ОСНОВІ РІВНЯНЬ, ЩО ОПИСУЮТЬ ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ, ІМПУЛЬСУ І МОМЕНТУ ІМПУЛЬСУ

Потетенко О.В., Дранковський В.Е., Крупа Є.С., Вахрушева О.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Методи математичного моделювання потоку використовують рівняння, отримані на основі законів збереження маси і імпульсу. При цьому усереднені рівняння Нав'є-Стокса (Рейнольдса) і нерозривності при різних методах замикання цих рівнянь принципово не можуть адекватно врахувати дифузійне перенесення вихорів (моменту імпульсу), що обмежує перспективи заміни фізичного експерименту розрахунковим на стадії приймально-здавальних випробувань гідротурбіни. У доповіді пропонуються методи з використанням рівнянь на основі законів збереження моменту імпульсу.

Особливість робочого процесу високонапірних радіально-осьових гідротурбін і РО-600-700 і прямоточних високонапірних гідротурбін на напори понад 100 м є те, що необхідний для оптимальної роботи гідротурбіни момент імпульсу перед робочим колесом забезпечується підводячими органами, з вузькими і протяжними каналами в яких в реальних умовах існує взаємний вплив вихрових погранслоїв, що виникають на протилежних поверхнях каналу обумовлених дифузійним перенесенням моменту імпульсу (вихорів).

Крім того основною особливістю роботи таких гідротурбін є також те, що на відміну від середньонапірних гідротурбін в яких органи підводячі практично не міняють момент імпульсу потоку, що має місце у вхідному перетині спіралі, покликані збільшити момент імпульсу два або більше рази. Існуючі методи розрахунку не забезпечують отримання оптимальної форми підводячих органів і, як наслідок, втрати в них досягають величини співставної з втратами енергії в робочому колесі.

Методом послідовних наближень вирішуючи пряму гідродинамічну задачу на основі систем рівнянь Рейнольдса та нерозривності для підводячих каналів і на основі інтегральних рівнянь, які описують баланс моменту імпульсу потоку рідини (закону збереження моменту імпульсу) можна отримати більш досконалі форми каналів.

РОЗРОБКА ВИСОКОНАПРНИХ ЗДВОЄНИХ ПРЯМОТОЧНИХ ПОВОРОТНО-ЛОПАТЕВИХ ГІДРОАГРЕГАТІВ ОСЬОВОГО ТИПУ

Потетенко О.В., Крупа Є.С., Дранковський В.Е.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з актуальних проблем сучасної гідроенергетики, що витікає з необхідності оптимізації будівельної складової витрат, підвищення економічності конструкції гідроагрегатів і просування їх в область високих напорів, є збільшення швидкохідності гідросилового устаткування за рахунок підвищення пропускної спроможності проточної частини і збільшення швидкості обертання генератора. Цим вимогам повністю відповідає здвоєний прямоточний гідроагрегат

(рис. 1), що дозволяє забезпечити велику пропускну спроможність при високих приведених числах оборотів, що дозволяє отримувати при меншому діаметрі робочого колеса велику потужність в порівнянні з іншими типами турбін.

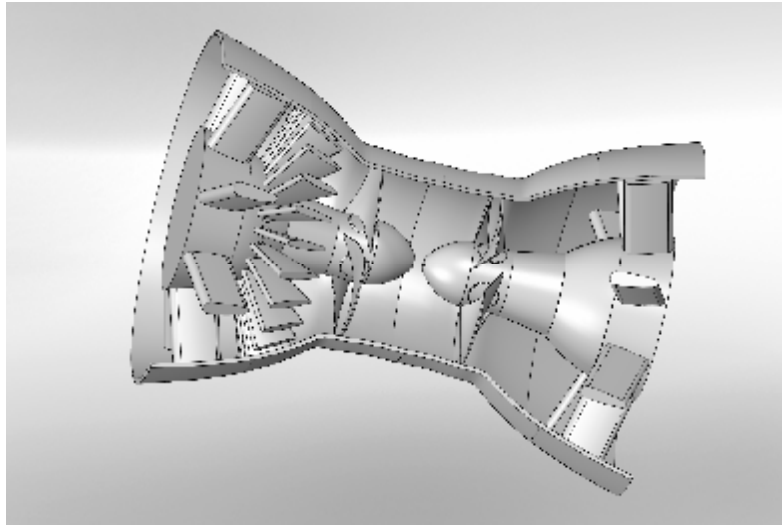


Рис.1 Здвоєний капсульний гідроагрегат

Така схема розташування гідроенергетичного устаткування дозволяє вибирати експлуатаційні режими роботи в широкому діапазоні при пологому характері зміни коефіцієнта корисної дії залежно від навантаження і при цьому вона допускає значні коливання напору, що і послужило основною перевагою їх просування в область високих напорів. Питання кавітації пов'язані з великою величиною відносної кінетичної енергії на виході з другого робочого колеса, унаслідок чого зростає значення раціонального вибору спрацювання напору на лопатевих системах здвоєних робочих коліс для забезпечення економічності всього гідроагрегату.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ТЕПЛОВИДІЛЯЮЧОЇ ЗБІРКИ ПРИ ВІДСУТНОСТІ ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Пряхіна О. В., Альохіна С. В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При зберіганні відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) дуже важливим є дотримання безпечних теплових режимів. Завищення максимально дозволених проектними нормами значень температур може призвести до руйнування оболонок відпрацьованих тепловиділяючих збірок (ВТВЗ), що в свою чергу, спричинить потрапляння радіаційно небезпечних елементів в оточуюче середовище.

Сухий спосіб зберігання ВЯП, що використовується в Україні, передбачає охолодження ВТВЗ у басейні витримки в перші 5 – 7 років після вивантаження з реактору. Після охолодження у басейні ВТВЗ поміщають у корзину, завантаження якої проводиться автоматично дистанційно-керованою машиною під захисною товщею води в басейні витримки, що забезпечує прийнятну потужність дози радіаційного випромінювання в приміщенні. Далі проводять герметизацію, дренавання, вакуумне сушіння та заповнення багатомісної герметичної корзини гелієм, після чого її встановлюють у вентильований бетонний контейнер та відправляють на площадку сховища. При правильному послідовному виконанні етапів завантаження немає передумов для виникнення критичних ситуацій, які можуть загрожувати безпеці станції та персоналу.

У даній роботі розглянута одна з можливих аварійних ситуацій, коли у басейні витримки зменшується рівень води і охолодження ВТВЗ при завантаженні у корзину здійснюється лише повітрям.

Об'єктом дослідження були ВТВЗ реакторів ВВЕР-1000 Запорізької атомної електростанції. Тепловий стан збірки визначався чисельним методом за допомогою розв'язання спряжених задач теплообміну з урахуванням променевого теплообміну.

У результаті дослідження була визначена критична температура ВТВЗ на момент аварійної ситуації і час, за який це значення температури досягається. Отримані дані будуть використані для розробки мір по підвищенню безпеки при завантаженні ВТВЗ у корзину й подальшу відправку в сухе сховище ВЯП.

ПРАКТИЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ОСЬВИХ ТУРБІН

Руденко О. С., Теплинська О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тема створення та використання ефективних методів оптимального проектування особливо актуальна для України, тому що Україна входить у десятку країн з повним циклом виробництва парових і газових турбін. В даний час накоплений величезний досвід у області оптимального проектування турбоагрегатів, створені зразки проточних частин (ПЧ), що мають дуже високі техніко-економічні показники. Подальше підвищення їх ефективності можливо лише за умов використання потужної обчислювальної техніки поряд з новими методами й підходами, реалізованими в рамках сучасних програмних комплексів.

Метою роботи є порівняння традиційних методів проектування з сучасними автоматизованими методами (на прикладі програмного комплексу AxStream). В рамках бакалаврського проекту студентки Теплинської О.І. під одні й ті самі вихідні дані ($P_0=90$ бар, $T_0=535$ °С, $P_k=0,035$ бар) були спроектовані дві проточні частини турбіни К-25-90. Одна з проточних частин спроектована з використанням традиційних, загальноприйнятих методів проектування, а інша – з використанням сучасної методології оптимального проектування, що реалізована в програмі AxStream (за допомогою вказаного програмного продукту було виконане попереднє проектування з подальшою оптимізацією отриманої геометрії проточної частини). Результати проектування наведені та докладно проаналізовані в роботі. Слід зазначити, що використання сучасних методів оптимального проектування дозволяє за значно коротший час отримати конструкції проточних частин, які за рівнем ефективності істотно перевершують аналогічні, отримані за допомогою звичайного, традиційного проектування.

Застосування сучасних методів автоматизованого оптимального проектування, при створенні нових турбомашин і модернізації існуючих, на вітчизняних підприємствах дозволить за короткий час створити конкурентоспроможні зразки осьових турбін, що не уступають закордонним аналогам.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАКРУТКИ СОПЛОВИХ ТА РОБОЧИХ РЕШІТОК НА РОЗПОДІЛ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ ПО ВИСОТІ СТУПЕНЯ

Руденко О. С., Шаповалова Н. С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

У зв'язку з обмеженістю природних ресурсів та постійним збільшенням їх вартості до нових турбоустановок висувають дуже високі вимоги, зокрема стосовно їх економічності. Ефективність проточної частини осьової турбіни залежить від багатьох факторів, одним з яких є закон закрутки соплових та робочих решіток, який обирається на етапі проектування. Тому дослідження зміни параметрів потоку по висоті ступеня та вибір оптимального закону закрутки є актуальна практична задача (головним чином для останніх ступенів осьових турбін з $d/l < 10 \div 15$).

Розрахункові дослідження, які приведені в роботі, були виконані для останнього ступеня турбіни К 19-35, яка була спроектована в рамках бакалаврського проекту студентки Шаповалової Н. С.. На першому етапі дослідження було виконано розрахунок розподілу параметрів потоку у міжвінцевому зазорі по висоті зазначеного ступеня для законів закрутки соплової решітки $C_u r = const$ та $\alpha_l = const$. Для проведення розрахунку був використаний ряд спрощених рівнянь (рівняння радіальної рівноваги, закон збереження енергії та ін.), а також припущення про циліндричність ступеня та сталість коефіцієнта швидкості φ по висоті ступеня. Отримані дані непогано відображують характер зміни параметрів потоку по висоті ступеня, але абсолютні значення величин, через прийняті припущення, значно відрізняються від дійсних. Таким чином, розрахунок за спрощеними рівняннями може бути використаний лише у якості початкового наближення при розрахунку ступеня.

На наступному етапі дослідження, за допомогою програмного комплексу AxStream було проведено більш детальний розрахунок ступеня з урахуванням його розкриття. Результати розрахунків показали, що закон закрутки $C_u r = const$, що традиційно використовується, взагалі не підходить для ступеня, який досліджувався. З урахуванням вищесказаного, в рамках програми AxStream, були знайдені оптимальні закони закрутки соплової та робочої решіток. Результати досліджень приведені в роботі та проаналізовані.

**ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ТЕЧІЇ
В'ЯЗКОЇ РІДИНИ В ПІДВОДІ ТА ВІДВОДІ ОСЬОВОЇ
ПОВОРОТНО-ЛОПАТЕВОЇ ГІДРОТУРБИНИ**

**Русанов А.В., Косьянов Д.Ю., Сухорєбрий П.М.,
Хорєв О.М., Городецький Ю.В.**

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного
Національної академії наук України, Харків*

У роботі наведено результати останнього етапу розрахункового дослідження течії рідини в проточній частині номенклатурної вертикальної осьової гідротурбіни ПЛ20/811, а саме – в трапецеїдальній спіральній камері СУБ-0,43-210° (підводі) та відсмоктувальній трубі з коліном типу КУ-1ПЛ (відводі). Вид цих об'єктів наведено на рисунку.



Результати попередніх досліджень – розрахунки решіток напрямного апарату та робочого колеса наведено в [1]. Чисельне моделювання в'язкої просторової течії нестисливої рідини виконувалось за допомогою програмного комплексу *FlowER-U*.

Розрахунки проведено для оптимального кута установки лопаті $\varphi_{л}=16^{\circ}$ при чотирьох значеннях відкриття напрямного апарату і витрати рідини.

За результатами дослідження отримано характеристики просторового потоку і втрати енергії в спіральній камері та відсмоктувальній трубі. Складено баланс втрат енергії для всієї проточної частини та проведено його порівняння з експериментальними даними

Література:

1. Русанов А.В. Моделирование пространственного течения вязкой жидкости в проточной части осевой поворотно-лопастной гидротурбины / А.В. Русанов, Ю.В. Городецкий, Д.Ю. Косьянов и др. // Пробл. машиностроения. –2010. – т. 13, № 4. – С. 15-23.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОПАТЕВОЇ СИСТЕМИ РОБОЧОГО КОЛЕСА ОСЬОВОЇ ГІДРОТУРБИНИ ПЛ-20 НА ОСНОВІ ЧИСЕЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ РІДИНИ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ.

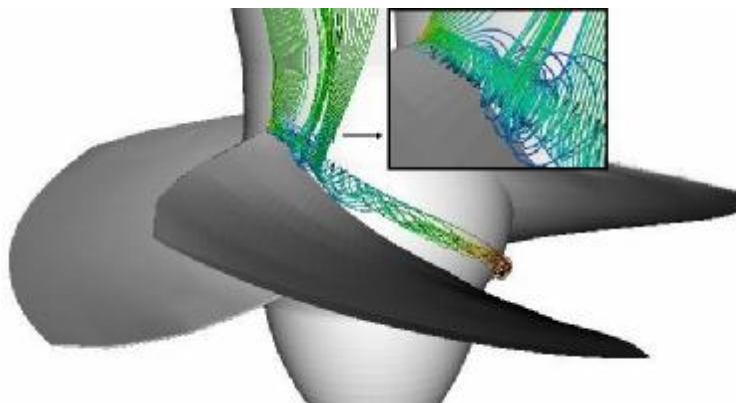
Русанов А.В., Городецький Ю.В., Косьянов Д.Ю., Сухорєбрий П.М.,
Хорєв О.М., Фесенко В.С.

*«Інститут проблем машинобудування
Національної академії наук України», м. Харків*

В роботі наведено результати розрахункового дослідження течії рідини в лопатевій системі вдосконаленого робочого колеса (р. к.) номенклатурної вертикальної осьової гідротурбіни ПЛ 20/811-В-50. Дослідження виконано за допомогою програмного комплексу *FlowER-U*, який дозволяє проводити розрахунки просторової течії нестисливої в'язкої рідини в каналах гідротурбін.

Дослідження виконано для моделі з діаметром р. к. $D_1=1$ м при напорі $H=1$ м. Проточна частина складається з решітки напрямного апарату (н. а.) з числом лопаток $z_0=28$ симетричного профілю, висотою $b_0=0,43D_1$ та діаметром розташування осей повороту $D_o=1,2D_1$, р. к. з числом лопатей $z_1=4$ та конуса відсмоктувальної труби. Розрахунки проведено для оптимального значення кута установки лопаті $\varphi_{л}=16^\circ$ при чотирьох значеннях відкриття н. а. та відповідних значеннях приведених витрати і обертів.

За результатами дослідження одержано, що на оптимальному режимі вхідні геометричні кути лопаті р. к. номенклатурної гідротурбіни мають істотну розбіжність з кутами потоку на вході в р. к. Зважаючи на це виконано вдосконалення вхідної частини лопаті шляхом зміни її вхідних кутів. Отримано характеристики просторового потоку та втрати енергії у робочому колесі. У вдосконаленій геометрії р. к. спостерігається покращення обтікання лопаті на усіх режимних точках та зменшення втрат у робочому колесі в оптимумі характеристики на 0,3%.



МЕТОДИ ОТРИМАННЯ НАНОПОРОШКІВ ОКСИДІВ ДИСПРОЗІЮ І ГАФНІЮ

Соболь К.І.

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

В даний час як поглинаючий матеріал в органах регулювання ядерних реакторів широко застосовується карбід бору. Експериментально виявлено, що сердечник з порошку карбиду бору при вигораннях ізотопу ^{10}B вище 30% в результаті дії температури, тиску і накопичення літію, перетвориться в газонепроникний моноліт. Гелій, що утворився, в місці найбільшого вигорання, може створювати під оболонкою значний тиск, що приводить до деформації і руйнування оболонки.

Для збільшення ресурсу органів регулювання атомних реакторів при збереженні початкової ефективності, зменшенні швидкості зниження ефективності, збільшенні радіаційної стійкості і теплопровідності в даний час інтенсивно досліджуються нові поглинаючі матеріали на основі рідкоземельних елементів, зокрема гафнію і диспрозію.

Найцікавішим матеріалом для використання як поглинач нейтронів є гафнат диспрозію, який має гранецентровану кубічну структуру типу флюориту, яка, як відомо, є радіаційно-стійкою при опромінюванні. Друга гідність цього матеріалу – слабка зміна ефективності поглинання нейтронів впродовж тривалого періоду, в результаті наявності ланцюжка ізотопів, як гафнію, так і диспрозію, з великим перетином поглинання нейтронів. По третє гафній і диспрозій є n, γ -поглиначами – матеріал не розпухає.

У доповіді представлені деякі методи отримання порошку гафната диспрозію з структурою типу флюориту. Отримання гафната диспрозію з наноструктурних компонент (оксидів гафнію і диспрозію), в порівнянні із звичайними методами, забезпечує змішування елементів на молекулярному рівні і гарантує однорідність структури, ізотропність властивостей, спрощення технологічних процесів термічної і механічної обробки.

ПОСТАНОВКА АЕРОДИНАМІЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ВІСЕРАДІАЛЬНОГО КАНАЛУ

Суботович В.П., Юдин О.Ю., Темченко С.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Надійність роботи турбомашини в значній мірі залежить від аеродинамічних характеристик перехідних і вихідних патрубків. В цих елементах турбомашин мають місце невідновні втрати тиску, які пов'язані з відривами потоку. Тому вони мають значні резерви для підвищення ефективності.

Авторами розроблено новий метод розрахунку течії в кільцевому каналі. Течія вважається сталою, адіабатичною, безвідривною та вісесиметричною, а робоче тіло стислим і нев'язким. Течія описується системою рівнянь, записаних для циліндрової системи координат: збереження енергії, ізоентропійного процесу, нерозривності та трьох проєкцій на координатні вісі рівняння кількості руху. Даний метод дозволяє розв'язувати пряму і обернену задачі. Розрахунок виконується на меридіональній площині в окремих перерізах, які з достатньою густиною покривають канал. Для патрубка турбомашини пряма задача дозволяє за

відомою геометрією визначити параметри потоку. Обернена задача дозволяє за аеродинамічними граничними умовами визначити геометрію і аеродинамічні характеристики патрубка. Для розв'язування оберненої задачі необхідно задати повний тиск, повний питомий об'єм, тангенційну складову швидкості, розподіл масової витрати уздовж вхідного (або вихідного) перерізу каналу, координати однієї з ліній течії на меридіональній площині та розподіл швидкості потоку вздовж неї. Особливість методу полягає в тому,

що розрахунок течії здійснюється у циліндровій системі координат, а геометричні параметри каналу визначаються у ортогональній системі координат m і n , для якої вісь n розташована під кутом $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$.

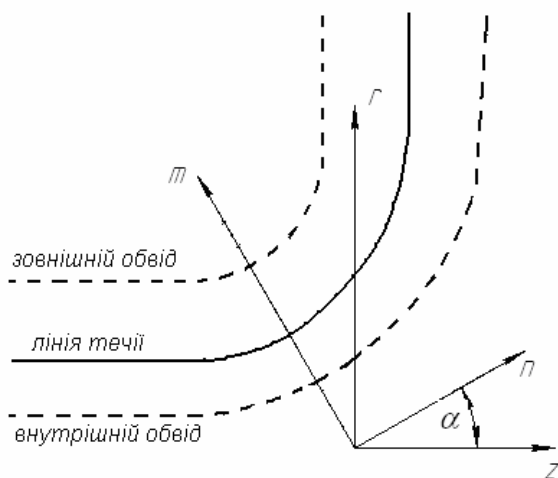


Рисунок – До розв'язування
оберненої задачі

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ ЛОПАТОК ГАЗОВИХ ТУРБІН

Тарасов О.І., Литвиненко О.О.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В сучасних газотурбінних установках і двигунах охолодження елементів конструкції газових турбін у більшості випадках виконується за допомогою повітря, вилученого з газотурбінного циклу. У деяких випадках для охолодження застосовується водяна пара, яка поступає з парового котла, якщо газотурбінна установка працює у парогазовому циклі. Але у газотурбінних двигунах застосування пари не можливо. Тому доцільно провести дослідження нових способів охолодження, які дають змогу підвищити ККД двигунів.

Практично застосування інших типів теплоносіїв у теперішній час не відомо. Але відомі випадки застосування високотемпературних теплових труб в енергетиці. Безпосередньо теплова труба не в змозі охолоджувати елементи конструкції газових турбін у більшій мірі ніж повітря або пара, тому що вона лише передає теплоту від гарячого джерела до холодного. Тому є корисним використання теплових труб для виведення теплоти від нагрітих елементів потокової частини турбіни, зокрема напрямних лопаток турбіни, у зовнішній контур газотурбінного двигуна, де вона може бути відібрана повітрям низького тиску.

Відомо, що проводились дослідження систем охолодження, охолоджувачем у яких була рідина або рідкі метали. Дослідження показали, що найбільш придатними для цих цілей є рідкі метали і сплави. Використанню теплових труб для охолодження елементів газових турбін заважає відсутність надійних методів для розрахунку таких систем. На кафедрі турбінобудування були зроблені перші кроки по впровадженню у системи охолодження елементів теплових труб, які застосовувалися для зниження температурних перекосів уздовж профілів лопаток турбін. Для подальшої реалізації ідеї використання теплових труб в системах охолодження потрібно вдосконалити математичну модель процесів теплообміну і течії рідкометалевого теплоносія у теплових трубах, провести дослідження стосовно їх застосування у внутрішньому контурі лопатки та створити метод для проектування систем охолодження газотурбінних установок з використанням циклів теплових труб.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛОГІДРИДІВ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Умеренкова К.Р.

*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

Важливою умовою для надійної роботи турбогенераторів (ТГ) є ефективне їхнє охолодження. Використання водню як теплоносія дозволяє збільшити коефіцієнт тепловіддачі від охолоджуваних поверхонь (теплоємність водню в 7 разів перевищує теплоємність повітря) і відповідно підвищити потужність ТГ при заданих габаритах. Крім того, водень, яким заповнюється корпус машини, має приблизно в 14 разів меншу густину, чим повітря. При цьому істотно зменшуються втрати на тертя обертових частин об газ, що особливо важливо для швидкохідних синхронних ТГ, а також поліпшуються умови роботи ізоляції (вона перебуває в середовищі, позбавленому кисню).

В ПІМаш НАН України розроблена серія металогідридних акумуляторів-нагнітачів водню, що забезпечують компактне зберігання водню протягом необмеженого часу, з його наступним очищенням і видачею під заданим підвищеним тиском. Застосування таких пристроїв дозволяє удосконалити схеми систем охолодження ТГ і тим самим підвищити їх ефективність, виключивши з них газові балони, компресори, очисні колони і регулятори тиску.

Робота присвячена застосуванню методики розрахунку параметрів фазових переходів в металогідридах (МГ), що використовуються при проектуванні й експлуатації систем охолодження ТГ. Побудована математична модель описує фазові діаграми систем метал-водень – співвідношення між тиском сорбції (десорбції), складом і температурою МГ (РСТ-діаграми). Запропоновано новий підхід до проблеми розрахунку фазових рівноваг у МГ, який полягає у визначенні властивостей водневої підсистеми гідриду, а також рівноважної з ним молекулярної фази H_2 у рамках єдиного методу – модифікованої схеми теорії збурень. Термодинамічний опис водневої підсистеми в області неупорядкованих фаз виконано на основі моделі неідеального (взаємодіючого) решіткового газу атомів водню. При цьому враховані взаємодія між атомами водню і дилатація металеві матриці у процесі сорбції водню.

Для гідридів на основі $LaNi_5$ розраховані ізотерми розчинності водню в широкому діапазоні тисків добре узгоджуються з експериментальними даними.

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕЗВІДМОВНОСТІ В СИСТЕМАХ ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТІВ НА ЕТАПІ ЇХ СИНТЕЗА

Фатєєва Н. М., Фатєєв О. М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проектування складних гідро- і пневмоагрегатів немислимо без врахування і аналізу надійності. Недостатня надійність може привести не лише до надмірних експлуатаційних витрат (ремонт і відновлення), але і до тяжких наслідків (невиконання завдання, небезпечні ситуації, аварії). Методи теорії вірогідності і математичної статистики дозволяють встановлювати кількісні показники надійності, порівнювати різні варіанти за цими показниками, спрощувати і скорочувати процес вибору кращого варіанту проекрованої системи.

Розподіл показників надійності гідропневмоелементів підлягає, в основному, експоненціальному або нормальному законам.

Найбільш важливими з точки зору надійності властивостями гідропневмоагрегатів є безвідмовність і довговічність.

При аналізі гідропневмоагрегатів як систем, що складаються з певного числа елементів, зручно використовувати такий показник, як вірогідність безвідмовної роботи, який відноситься до кількісних показників надійності.

Один з різновидів аналізу функціональної надійності гідропневмоагрегата металорізального устаткування – розрахунок кількісних показників безвідмовності його окремих підсистем і функціональних ділянок. Така задача особливо актуальна на етапі проектування гідропневмоагрегатів, коли потрібно дати оцінку схемної безвідмовності можливих варіантів структури проектового гідропневмоагрегата (або визначити кількісні показники надійності вибраної схеми) і оцінити їх відповідність заданим вимогам по безпеці роботи. Для вирішення цієї задачі доцільно використовувати методiku розрахунку кількісних характеристик безвідмовності виробів гідропневматичної техніки на етапі проектування.

Вважаючи на актуальність задачі сформовано вибір методу розрахунку і визначення розрахункових співвідношень для знаходження кількісних характеристик показників безвідмовності проектованих гідропневмоагрегатів, реалізованих методом стандартної позиційної структури і методом мінімізації, що дозволяє проектувати високонадійні гідропневмоагрегати нового металорізального устаткування.

Оцінка показників надійності гідропневмоагрегатів на етапі ескізного проектування дозволяє здійснити раціональний вибір конструктивної схеми і параметрів, підібрати відповідні матеріали і елементи реалізацій схем.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ РОЗЧИНІВ

Фокін В.С., Павлова В.Г., Данилов Д.Ю.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Випарювання розчинів відрізняється різноманітністю технічних процесів, що протікають в випарних установках. Останні, у свою чергу представляють складну теплотехнологічну систему, що складається з декількох взаємозалежних підсистем, між складовими яких існують відносини рангової підпорядкованості.

Аналіз наявних досягнень в області випарювання розчинів показує, що проблему підвищення ефективності цих процесів необхідно вирішувати комплексно в наступних напрямках:

- раціоналізація і оптимізація конструкцій ВА і режимів їх роботи;
- інтенсифікація процесів циркуляції, теплообміну і кристалізації;
- оптимізація взаємозв'язку устаткування, комплектуючого багатокорпусну випарну установку.

Рішення цієї проблеми вимагає комплексних знань закономірностей взаємозв'язку процесів, що протікають як у випарному апараті, так і у багатокорпусної випарної установки в цілому.

Для моделювання процесів випарювання необхідний підхід, заснований на декомпозиції та застосування методів системного аналізу. При побудові моделей виходили з таких вимог:

- математичний опис моделей має повно відображати зв'язок між параметрами, які характеризують досліджувані процеси;
- параметри моделей можуть бути визначені експериментально;
- для багатозфазних потоків, в залежності від типу процесу, моделі вибираються як для кожної фази окремо (гетерогенна модель), так і для всього потоку (гомогенна модель із середніми параметрами).

При роботі випарного апарату питання циркуляції, теплообміну і кристалізації (як в об'ємі розчину, так і на поверхнях) необхідно розглядати у взаємозв'язку. Так само необхідно враховувати вплив матеріальних і теплових зв'язків у багатокорпусної випарної установки на процеси, що протікають в випарному апараті, на якість продукту, енергетичні витрати на його виробництво. Таким чином, вирішуючи завдання проектування випарного обладнання, ми стикаємося з складною задачею, яка складається з декількох складових (технологічна, експлуатаційна, економічна, оптимізаційна). Тільки такий підхід дозволяє отримати достовірні результати, що забезпечують можливість підвищення ефективності роботи випарних апаратів і установок.

ВИВЧЕННЯ ЗОНИ КИПІННЯ У ТРУБІ СКИПАННЯ ВИПАРНОГО АПАРАТУ

Фокін В.С., Ушенко П.А., Глинько А.І.

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Для упарювання розчинів з виділенням твердої фази знаходять застосування випарні апарати з винесеною зоною кипіння. Фазові перетворення викликані самовипарюванням перегрітого розчину, що рухається в ній і протікають в трубі скипання.

Для правильного вибору перерізу труби скипання потрібне знання закономірностей зміни об'єму суміші в ній.

Завданням дослідження процесів, що протікають в зоні кипіння труби скипання, явилось визначення залежності для знаходження характеру розподілу тиску і температури кипіння по висоті зони кипіння і її розмірів.

При скипанні спостерігається зменшення щільності суміші за рахунок безперервного пароутворення, і при постійній масовій витраті об'ємна витрата суміші в трубі скипання збільшується. Швидкість зміни об'ємної витрати залежить від інтенсивності скипання перегрітого розчину. Інтенсивність кипіння перегрітого розчину залежить від термодинамічної постійної випарювання ($\vartheta_{\text{од}}$) і перерізу труби скипання.

Для визначення температури кипіння $t_{\text{кип } i} = t_{\text{вих}} - \Delta t_{\text{пер}}$ в i -том перерізі труби скипання потрібне знання закономірності зменшення температури перегріву при русі суспензії вгору по трубі. Зміна температури перегріву ($\Delta t_{\text{пер}}$) розчину залежить від термодинамічної постійної і геометричного параметра зони кипіння ($n_{\text{тв}} > 1.0$), призводить до зміни висоти зони кипіння.

До початку фазових перетворень температура розчину постійна і дорівнює температурі його на виході з гріючих трубок ($t_{\text{вих}}$). Після початку кипіння температура розчину по висоті зони кипіння поступово зменшується.

Були розглянуті питання зміни температури перегріву розчину по висоті труби скипання випарного апарату. Приведена отримана залежність для розрахунку температури перегріву.

ГІДРОПРИВІД НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ СІЛЬГОСПМАШИН

Черкашенко М.В., Полушкін К.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянута гідравлічна система навісного пристрою трактора Т-150К, проаналізовані її недоліки і запропоновані заходи для їх усунення. Для підвищення якості техніки пропонується використовувати пропорційні секційні розподільники, що забезпечують плавне регулювання витрати незалежно від навантаження замість циклових розподільників.

Такі розподільники можуть бути використані в тракторобудуванні, сільгоспмашинобудуванні, дорожньо-транспортному машинобудуванні та ін.

Метою наукової роботи є розробка секційного пропорційного розподільника з визначеними основними параметрами.

У даній роботі виконані порівняння енергетичних характеристик гідроприводу з розподільником з відкритим центром (цикловим) і гідроприводу з пропорційним розподільником зі зворотним зв'язком по навантаженню, розрахунок параметрів вузла зворотного клапана і вибір робочої рідини.

СИНТЕЗ ПНЕВМОПРИВОДА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА М1

Черкашенко М.В., Варибрус Р.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянута пневматична система управління пневмопривода промислового робота М1. Проектування промислового робота проводилося двома методами. Методом стандартної позиційної структури та методом мінімізації схеми управління.

Після структурного синтезу була проведена побудова в обраному апаратному базисі схеми управляючого апарату по логічних рівняннях, отриманих при структурному аналізі. Елементи й пристрої для синтезу логічної схеми керування пневмоприводу були вибрані з урахуванням логічних можливостей і інших характеристик. У роботі представлені дві пневматичні схеми управління промисловим роботом.

Метою наукової роботи є структурний синтез пневматичної схеми управління промисловим роботом.

В діючому макеті роботи пропонується впровадження структурної схеми мінімізації, тому що запропонована схема управління має мінімальне число апаратів, що підвищує швидкість роботи, забезпечує простоту обслуговування та експлуатації, а також економічно вигідно.

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ІНТЕГРОВАНИХ ВОДНЕВИХ МЕТАЛОГІДРИДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОТИ

Чорна Н.А.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного
НАНУ, м. Харків*

Актуальність проблеми застосування водневих технологій в різних галузях промисловості та енергетиці викликає підвищений інтерес в багатьох країнах світу. Тепловикористовуючи установки на базі термосорбційних компресорів (ТСК) знаходять все більш широке застосування на практиці, що свідчить про наявність техніко-економічної доцільності здійснення термохімічних енергозберігаючих технологій в промислових масштабах. Тому підвищення термодинамічної ефективності ТСК, які є основними енергоперетворюючими елементами водневих установок різного цільового призначення, являє собою актуальну задачу.

Ця проблема вимагає проведення значних обсягів експериментальних та дослідних робіт із застосуванням засобів електронно-обчислювальної техніки з метою дослідження роботи елементів металогідридних систем та їх параметричних характеристик.

У зв'язку із цим математична модель повинна складатися з декількох логічно-структурних елементів, що описують зв'язок процесів, які протікають в металогідриді (МГ) та зміни його параметрів у поточному процесі. Відповідну математичну модель було створено у відділі водневої енергетики Інституту проблем машинобудування НАН України. В основі моделі лежить система наступних рівнянь: рівняння теплопровідності; рівняння тепломасопереносу для металогідридного елемента на межі розподілу фаз збідненого і насиченого воднем МГ; рівняння, що описує зв'язок між тиском, температурою фазового переходу і масовістом водню; рівняння нерозривності; рівняння для визначення щільності потоку водню.

В результаті узагальнення інформації, отриманої при проведенні комплексу досліджень термосорбційних процесів, розроблено загальну методику створення та дослідження металогідридних тепловикористовуючих систем, застосування якої дає можливість провести розрахунки роботи системи та повністю визначити комплекс конструктивних та режимних параметрів, які характеризують загальну ефективність її роботи.

ВПЛИВ ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ НА ПАРАМЕТРИ ДИНАМІКИ ПЛАСТИНЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Шевелєв О. О., Абдулін С. Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Термічний опір стінок негативно впливає на показники перехідних процесів теплообмінника. Для стаціонарних процесів роботи апарата це впливає на температуру теплоносія, що нагріває, а для перехідних процесів має місце збільшення часу виходу на стаціонарний стан. Огляд літератури по динаміці теплообмінних апаратів дозволяє зробити висновок, що дослідження в цьому напрямку досить обмежені.

У дійсній роботі представлена методика досліджень перехідних процесів пластинчастих ТА результати чисельних розрахунків характеристик режимів роботи теплообмінників типу газ-газ.

При розробці методики досліджень була отримана математична модель (ММ) динаміки ТА з перехресним рухом теплоносіїв для миттєвого й експоненціального законів зміни температури теплоносія, що гріє, і при постійній на вході температури що нагрівається.

ММ включає два диференціальні рівняння енергії для теплоносіїв і рівняння нестационарної теплопровідності для плоскої стінки. Рівняння нестационарної теплопровідності не враховує вплив термічного опору по напрямку руху обох теплоносіїв, тобто є одномірним по товщині стінки.

У підсумку ММ динаміки ТА представляє систему зв'язаних диференціальних рівнянь у частних похідних. Для рішення цих рівнянь розроблено чисельний алгоритм. Рівняння енергії для теплоносіїв вирішуються модифікованим методом рахунку, що біжить, а рівняння нестационарної теплопровідності – за допомогою методу прогону. Всі сіткові рівняння відносяться до неявних, тому чисельний алгоритм є стійким і не залежить від вибору кроків інтегрування. Порядок апроксимації сіткових рівнянь енергії перший, а рівняння теплопровідності – другий.

Отриманий алгоритм був реалізований для ТА з розміром пластин 1×1 м при швидкості руху теплоносіїв – 5 м/с.

Розрахунки показали ефективність алгоритму для визначення показників динаміки ТА з урахуванням термічного опору стінок. Вплив термічного опору на показники динаміки ТА проявляється починаючи з величин $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

КОМБІНОВАНИЙ СПОСІБ ГАСІННЯ КОКСУ
Шевелєв О. О., Зингерман Ю. Ю., Кунгурцева К.С
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У цей час поширюється сухий спосіб гасіння коксу інертними газами, які являють собою продукти згоряння перших завантажень коксом установки сухого гасіння коксу (УСГК). У порівнянні з мокрим способом цей спосіб має ряд переваг, головними з яких є висока якість коксу й використання фізичного тепла коксу для одержання енергетичної пари. Однак цьому способу властиві й істотні недоліки через вигар коксу від присосів повітря в систему циркуляції газів та утворення СО із СО₂, що може привести до вибухонебезпечних концентрацій.

У даній роботі розглядається УСГК продуктивністю 100 т/г при комбінованому способі гасіння. У цьому випадку в інтервалі температури 1100–(750÷800)°С здійснюється гасіння коксу контактним способом за рахунок установки у форкамері випарної поверхні нагрівання котла-утилізатора. Через відсутність у цій області контакту коксу з циркулюючими газами виключається вигар коксу і утворення чадного газу СО.

Охолодження коксу до температури 180–200°С відбувається у звичайній камері гасіння конструкції Гипрококса. При такому способі гасіння коксу для УСГК продуктивністю 100 т/г виявилось можливим використати з незначною реконструкцією котел-утилізатор КСТК-35/40-100, призначений для установок 60 т/г, тому що основна частина випарної поверхні нагрівання котла винесена у форкамеру. Ця поверхня виконана з трубних балок в декілька ярусів з установкою їх у шаховому порядку, що приводить до перемішування коксу та кращого охолодження при його проходженні між балками. Вихід енергетичної пари в комбінованій установці становить 450–500 кг із однієї тони коксу, тобто звичайні значення, однак має місце зниження витрати енергії на рух циркулюючих газів.

Тепловими розрахунками доведено, що УСГК-100 за рахунок використання фізичного тепла коксу для отримання енергетичної пари зберігає коксохімічному підприємству 49·10³т за рік умовного палива та зменшує викидів в атмосферу СО₂ в кількості 64·10⁶ м³, що згідно з Кіотським протоколом враховується по захисту оточуючого середовища.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАЗОПОГЛИНАЮЧИХ ЕЛЕКТРОДІВ

Шевченко А. А., Котенко А. Л.

*Інститут проблем машинобудування
ім. А.Н. Підгірного НАН України, м. Харків*

Електроліз води відрізняється від інших методів одержання водню простотою технологічної схеми, доступністю води в якості сировини, простотою обслуговування установок, високою надійністю в експлуатації. Це дозволяє успішно застосовувати даний метод у комплексі з використанням поновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової та ін.). Основним недоліком електрохімічного методу одержання водню є його значна енергоємність. Тому, для водневої енергетики перспективним і актуальним є розробка електрохімічних технологій генерації водню й кисню, що заснована на застосуванні електрокаталітичної конверсії з використанням в якості електродних матеріалів металів зі змінною валентністю.

В промисловості широке використання отримали традиційні електролізери з рідким електролітом таких виробників, як: ФВ, СЭУ (Росія), Weuder Model, De Nora (Італія), Norsk (Норвегія), Stuart Imet (Бельгія), Teledyne (США), Loncza, Demag (ФРН) – електроліз води в яких здійснюється в діапазоні температур від 333 К до 353 К та щільності струму від 1200 А/м² до 2500 А/м². При цьому енерговитрати (залежно від температури процесу, тиску, якості електродів, конструкції електролізера й ряду інших факторів) змінюються в межах від 4,3 кВт·год/м³ до 5,2 кВт·год/м³ водню.

В Інституті проблем машинобудування ім. А.Н. Підгірного НАН України розроблена технологія генерування водню й кисню високого тиску, яка виключає необхідність використання іонообмінних мембран, що підвищує надійність і безпеку експлуатації генератора.

Результати досліджень показали, що діапазон робочих температур розробленого процесу електролізу знаходиться в межах від 280 К до 423 К, інтервал тиску становить величину від 0,1 до 70 МПа. Витрати електроенергії на генерацію 1 м³ Н₂ і 0,5 м³ О₂ знаходяться у межах від 3,8 кВт·год до 4,1 кВт·год. В електрохімічному генераторі водню й кисню високого тиску для активації електродних матеріалів не використовуються рідкоземельні метали і метали платинової групи.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ПРИМІЩЕНЬ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Ярошенко Т.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Опалювальна і вентиляційна системи підземних приміщень не можуть повністю забезпечити стан мікроклімату, який відповідатиме сучасним вимогам, тому що підземні споруди відмінні від наземних:

- більшим виділенням вологи та небезпекою конденсації вологи особливо в літній період на поверхнях встановленого обладнання від надійності роботи якого залежить функціонування всій станції метрополітену;

- відсутністю інфільтрації зовнішнього повітря крізь огороження, в наслідок чого стан повітря в підземних приміщеннях повністю залежить від способу обробки і подачі повітря до робочої зони.

Системи кондиціонування повітря (СКП) є найбільш доцільним і засобом створення і автоматичної підтримки оптимальних параметрів повітряного середовища, який сприяє підвищенню працездатності людей і нормальному, безпечному функціонуванню обладнання при надто жорстким вимогам до ступеня сухості повітря.

При розрахунку СКП для підземних приміщень слід враховувати тепловіддачу від ґрунту до багатоповірневої стінки огороження тунелю. При цьому велику роль відіграє розташування станції під землею, точніше глибина закладання.

Розрахунки, які було зроблено при проектуванні СКП для тягової понижуючої підстанції київського метрополітену, виявили, що зі збільшенням глибини розташування приміщення все менша залежність від навколишнього середовища, все менша відміна температур ґрунту для літнього та зимнього періодів. При глибині більш ніж чотири метри температура ґрунту практично не змінюється.

За результатами розрахунків було також зроблено висновок, що підземне приміщення потребує меншу кількість зовнішнього повітря ніж надземне при однаковому навантаженні обладнання. Таким чином є можливість установлювати кондиціонер з меншою продуктивністю, тобто з меншим споживанням електроенергії.

ПРОГНОЗУВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ ВІД ВИХРОВИХ ДЖГУТІВ У КОНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ВІДСМОКТУЮЧОЇ ТРУБИ ГІДРОТУРБИНИ

Зав'ялов П.С., Кухтенков Ю.М., Подвойський Ю.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуто математичну модель з визначення низькочастотних пульсацій тиску за робочим колесом гідротурбіни від вихрового джгута, що збігає з обтічника. Вона представляє математичний опис фізичних вихрових джгутів за робочим колесом і джерел-стоків, що моделюють стінку відсмоктуючої труби. Вихровий шнур має вигляд узагальненої гвинтової спіралі, як твірної узагальненої гвинтової поверхні, що описується кутовими і радіальними параметрами. Швидкості, що індуцьовані вихровим джгутом визначаються у будь-якій точці труби і являють собою векторну суму двох швидкостей: швидкості індуцьованої вихровим джгутом і швидкості індуцьованої конічною поверхнею джерел-стоків, які знаходяться як градієнт скалярного потенціалу. Декартові складові цих швидкостей від фізичних вихорей визначаються через векторний потенціал у ортогональному базисі гвинтової поверхні вихрового джгута і абсолютному декартовому базисі, і, як окремий випадок, отримуємо і використовуємо формулу закону Біо-Савара. Для визначення швидкостей, що індуцьовані поверхнею джерел-стоків, на відміну від работ проф. Потетенка О.В., інтенсивність джерел знаходимо з рішення інтегрального рівняння Фредгольма першого роду, що отримується з умови «непротікання»: у стінки труби у будь-якій точці нормальна складова швидкості завжди дорівнює нулю. Як відомо, ці рівняння відносяться до некоректних рівнянь. Їх рішення можливо шукати у вигляді обмеженого ряду Фур'є з невідомими коефіцієнтами методом найменших квадратів. Такий підхід зводиться до складання і рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Задача розглядалась у квазістаціонарній постановці, рідина нев'язка. Поток поза вихорем при визначенні індуцьованих швидкостей приймався потенціальним. Урахований також додатковий осесиметричний потік, що обумовлений проходженням рідини через робоче колесо. Задача зводилась до пошуку швидкостей у будь-якій точці відсмоктуючої труби, а потім визначення подвійних амплітуд пульсацій тиску на основі використання інтегралу Бернуллі.

Ця задача може бути застосована для радіально-осьових, пропелерних гідротурбін та для турбінного режиму оборотних гідромашин.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Парфененко Ю.В., Неня В.Г.

Сумський державний університет, м. Суми

Процес транспортування теплоносія характеризується постійними втратами теплової енергії у зовнішнє середовище, за рахунок чого знижується температура теплоносія та змінюються такі його фізичні властивості як густина, теплоємність, коефіцієнт кінематичної в'язкості тощо. При проведенні розрахунків параметрів теплових мереж загальноприйнятим є використання середніх значень температури теплоносія. Такий підхід впливає на точність моделювання роботи теплових мереж, тому не відповідає потребам сьогодення. Результатом може бути нерациональний підбір насоса та визначення неточних даних енергетичного аудиту.

Запропонована методика розрахунку параметрів теплових мереж відрізняється від загальноприйнятої тим, що враховує постійні зміни температури, а значить і параметрів теплоносія при транспортуванні уздовж усієї мережі. Тобто розрахунок проводиться не на усереднене, а на максимально близьке до фактичного значення температури. Течію рідини в мережі теплопостачання розглядаємо на основі моделі системи з розподіленими параметрами, а не системи із зосередженими параметрами, як це традиційно застосовується. Вперше такий підхід використав А.П. Меренков, який передбачав розглядати реалізацію моделі системи або як систему інтегральних рівнянь, або як сукупність підсистем відносно вузлових значень параметрів, що виступають як граничні умови, які постійно уточнюються на підставі законів збереження. Для вирішення даної задачі використовуємо інший підхід, згідно з яким були побудовані такі апроксимації підінтегральних функцій, які дозволили звести задачу до алгебраїчного виду.

Розроблено комплексну математичну модель течії теплоносія в мережі теплопостачання, яка дозволяє проводити сумісний тепловий і гідравлічний розрахунок. Запропонована модель описує досліджувану систему як систему з розподіленими параметрами. Проведено обчислювальний експеримент для окремих ділянок трубопровідної мережі, який дозволяє визначити зміну температури на виході з труби та втрати тиску на подолання тертя у трубі. Практичне застосування запропонованої методики полягає у розробці програмних засобів автоматизованого розрахунку параметрів функціонування системи теплопостачання.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА FLOWVISION ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОТЕХНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Аксенов А.А., Жлуктов С.В., Шмелев В.В.

ООО “ТЕСИС”, г.Москва

Бурный прогресс вычислительной техники и численных методов расчета сделал доступным для использования в практическом проектировании сложных технических устройств программ численного моделирования турбулентного течения и массо-теплообмена в конструкции любой сложности. Российский программный комплекс FlowVision предназначен для решения подобных задач.

Программный комплекс FlowVision предназначен для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах, а также визуализации этих течений методами компьютерной графики. Моделируемые течения включают в себя стационарные и нестационарные, сжимаемые, слабосжимаемые и несжимаемые потоки жидкости и газа. Использование различных моделей турбулентности и адаптивной расчетной сетки позволяет моделировать сложные движения жидкости, включая течения с сильной закруткой, горением, течения со свободной поверхностью.

FlowVision основан на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики и использует прямоугольную адаптивную сетку с локальным измельчением. Для аппроксимации криволинейной геометрии с повышенной точностью FlowVision использует технологию подсеточного разрешения геометрии. Эта технология позволяет импортировать геометрию из систем САПР и обмениваться информацией с системами конечно-элементного анализа. Использование этой технологии позволило решить проблему автоматической генерации сетки для расчетной области, имеющей геометрию любой степени сложности.

К инновационным технологиям, обсуждаемым в данном докладе, относятся следующее исключительное сочетание функциональных возможностей программного комплекса FlowVision:

- метод подсеточного разрешения геометрии, который позволяет не только на прямую импортировать геометрию объекта из CAD-системы, но и эффективно решать задачи движения твердого тела в расчетной области без перестроения расчетной сетки,

- модуль подвижного тела, позволяющий замкнуть задачи течения жидкости около подвижного тела и динамики самого тела под действием как сил и моментов гидродинамической природы, так и внешних по отношению телу (сила веса, силы и моменты со стороны силовой установки и т.д.),

- ряд функциональных возможностей постпроцессора программного комплекса (различные формы представления распределений физических величин, пользовательские переменные, анимация течения и т.д.) позволяющие получить исчерпывающее представление картины обтекания лодки жидкостью и провести полный анализ,

- поддержка распределенных вычислений:

- работа на гомогенных и гетерогенных кластерах с использованием библиотеки межпроцессорной коммуникации MPI.

- поддерживаются кластера с общей и отдельной памятью, с 32- и 64-битной разрядностью процессоров под управлением ОС Windows и Linux систем.

- обеспечивается распределение данных по узлам кластера для обработки в постпроцессоре задач большой размерности

В докладе приведены примеры эффективного использования указанных инновационных технологий для решения ряда сложных технических задач массо-теплообмена и энергетики

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК

Наукове видання

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

**Тези доповідей
XIX МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
У чотирьох частинах
Ч. I**

Укладач

проф. Лісачук Г.В.

Відповідальний секретар

Кривобок Р.В.

Підп. до друку 04.04.11 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 17,5.

Наклад 65 прим. Зам № 461.

Надруковано у СПДФО Ізрайлев Є.М.

Свідотство № 24800170000040432 від 21.03.2001 р.

61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 16