

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІШКОЛЬЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (УГОРЩИНА)
МАГДЕБУРЗЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (НІМЕЧЧИНА)
ПЕТРОШАНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (РУМУНІЯ)
ПОЗНАНСЬКА ПОЛІТЕХНІКА (ПОЛЬЩА)
СОФІЙСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (БОЛГАРІЯ)

**ІХ Міжнародна науково-практична
студентська конференція магістрантів**

(07–09 квітня 2015 року)

Матеріали конференції

У чотирьох частинах

Частина 2

Харків 2015

ББК 72:74.58я73

Т66

УДК 378.4.001.2(477):001

Організаційний комітет:

Голова – проректор НТУ „ХПІ” А.П. Марченко

Заступники голови – завідувач науково-дослідною частиною Г.В. Лісачук, завідувач навчальної частини В.Я. Бортніков

Члени оргкомітету – Д.В. Бреславський, В.В. Воїнов, О.М. Гавриць, В.П. Гамаюн, А.І. Гапон, О.А. Гончаров, А.І. Грабченко, Г.І. Гринь, Л. Дюбнер, В.В. Єпіфанов, Ю.І. Зайцев, М.Й. Заповловський, В.Я. Заруба, А.В. Кіпенський, С.М. Космачов, Я. Кундрак, О.П. Лазуренко, С.А. Лещенко, О.П. Некрасов, В.І. Ніколаєнко, П.Г. Перерва, М.А. Погребний, О.М. Рассоха, С. Радковски, О.Г. Романовський, Ю.Д. Сакара, М.С. Степанов, М.О. Тарасенко, Л.П. Тижненко, В.М. Шамардіна

Секретаріат конференції – О.П. Авдєєва, К.О. Костик, В.В. Куліченко, Р.С. Томашевський

ІХ Міжнародна науково-практична студентська конференція Т66 магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (07–09 квітня 2015 року) [Текст] : матеріали конференції: у 4-х ч. – Ч. 2 / оргкомітет: А.П. Марченко (голова) [та ін.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015.

ISBN 978-966-593-723-5 (повне зібрання)

ISBN 978-966-593-724-2 (ч. 2)

До збірки включено тези доповідей, представлених на ІХ Міжнародній науково-практичній студентській конференції магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», яка відбулась 07–09 квітня 2015 року.

ББК 72:74.58я73

ISBN 978-966-593-723-5 (повне зібрання)

ISBN 978-966-593-724-2 (ч. 2)

© НТУ «ХПІ», 2015

ЗМІСТ

Секція 4. Наукові проблеми транспортного машинобудування	4
Секція 5. Енергетичні, теплофізичні процеси та обладнання	96
Секція 6. Нові матеріали, комп'ютерна графіка та сучасні технології обробки металів	121
Секція 7. Фундаментальні та прикладні проблеми фізики	149

СЕКЦІЯ 4. НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 62-838

О.І. АБРАМОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

І.В. ЯЛОВЛ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження впливу параметрів електропередачі на експлуатаційні характеристики гібридної силової установки з безступінчастою гідрооб'ємною передачею

Розробка гібридних силових систем, зокрема з використанням електричних силових установок, є дуже актуальною темою серед автовиробників. Окрім гібридів існує велика кількість електромобілів, які знаходять популярність у великих розвинених містах. Усі ці розробки направлені на збереження чистого повітря, а також зменшення застосувань і витрат нафтопродуктів.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів електропередачі на експлуатаційні характеристики гібридної силової установки і пошук раціональних режимів роботи електричної частини трансмісії, а також розробка законів регулювання електромашин для досягнення максимально доцільних і ефективних динамічних характеристик транспортного засобу.

У якості гібридної установки був узятий винахід, заявка № а 2014 02380 [1], який являє собою двопоточну трансмісію, що включає гідрооб'ємну та електричну передачі. У роботі планується використати винахід для невеликого маршрутного пасажирського транспортного засобу. Для визначення циклу руху міського автобуса був узятий один із пасажирських маршрутів міста Харкова. Експериментально з'ясовано, що середня швидкість дорівнює 15,25 км/год., кількість використаного пального за день роботи в середньому дорівнює 89 л (для дизельного двигуна об'ємом 7,1 л) з урахуванням пройденої відстані за час перебування автомобіля в наряді. При порівнянні отриманих даних з роботою меншого літражем ДВЗ у сталому режимі максимальної економії палива встановлено, що використання гібридної установки є більш вигідним рішенням. У якості електричного двигуна планується використати вентильну електричну машину. Для розробки законів керування вентильним електродвигуном [2], а також для підключення батареї розроблена математична модель усєї електричної системи, включаючи АКБ, генератор, з'єднаний з ДВЗ, а також тягову електромашину. Результатом даної роботи є математична модель циклу руху пасажирського транспортного засобу і порівняння техніко-економічних показників спроектованого транспортного засобу з базовим.

Список літератури:

1. Рішення про видачу деклараційного патенту на винахід № а 2014 02380 від 01.04.2014.
2. *Двадненко, В. Я.* Особенности двухзонного регулирования вентильного электропривода гибридного автомобиля/ *В. Я. Двадненко, С. А. Сериков* // - ХНАДУ, - бс.

УДК 68.513

А.А. БАРАНОВСЬКИЙ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

П.А. БОНДАРУК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Методика пошуку неполадок системи управління вогнем танку Т-64Б

Діагностика, пошук неполадок, їх усунення та військовий ремонт, є вирішальними факторами формування системи знань, навичок та вмінь під час навчання, які впливають на якість та швидкість відновлення і підтримання бойової готовності бойових машин у військових підрозділах Збройних Сил України.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що із-за складності електричної схеми стабілізатора та відсутності машини для його автоматизованої перевірки під час експлуатації танків обслуговуючий персонал вимушений витратити значний час на пошук та усунення виявлених несправностей.

Вибір того чи іншого методу усунення несправності залежить від багатьох факторів, основним з яких є:

- можливість відновлення працездатності системи експлуатаційним регулюванням;
- можливість відновлення складальної одиниці без демонтажу з об'єкту;
- технічна можливість та доцільність негайного відновлення несправного елемента;
- наявність запасних частин; забезпеченість спеціальним обладнанням для діагностування несправних складальних одиниць (елементів);
- наявність запасних частин; забезпеченість спеціальним обладнанням для відновлення несправних складальних одиниць (елементів);
- забезпеченість спеціалістами відповідної кваліфікації та ін.

Це дозволить перейти від механічного до розумово-логічного засвоєння інформації щодо складу, будови, принципу роботи та пошуку несправностей в складних електротехнічних системах, а бойовим екіпажам та інженерно-технічному персоналу в більш стислий час, відновлювати несправності та пошкодження танків при веденні бойових дій.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.
3. *Маринюк В.А.* «Основы устройства и расчеты стабилизаторов артиллерийского вооружения танков».- Пенза. – 1969.

УДК 629

І.І. БЕЛІНСЬКИЙ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.Г. МАСЛІЄВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Напрями розвитку конструкцій ресорної підвіски пасажирських поїздів

Ресори – це пружно-дисипативні зв'язки кузова з колісними парами для забезпечення плавного руху поїздів за наявності нерівностей на рейках.

Нерівності перетворюють прямолінійний рух колісних пар на такий, що складається з сукупності близьких до гармонічних складових коливань, які передають через ресори на кузов силові поштовхи, що негативно впливають на стан пасажирів та вантажів. На пасажирських вагонах та локомотивах застосовується двоступенева ресорна підвіска зі статичним прогином від 0,1 до 0,5 м. Створення ресорної підвіски потребує новітніх технічних рішень. Невід'ємною складовою таких ресор є гасителі коливань, які не достатньо надійні в експлуатації. Як альтернатива металевим застосовують пневматичні ресори. Такими ресорами обладнано швидкісні електропоїзди ЕР 200 з конструктивною швидкістю 200 км/год, вагони метро, локомотиви і пасажирські вагони на залізницях в Японії та інших розвинених країнах. Вітчизняний тепловоз ТЕ7, який першим було обладнано пневматичними ресорами, розвивав швидкість руху 140 км/год, а плавність руху оцінювалась як краща, ніж у пасажирських вагонах на металевих ресорах. Повітря при стисканні нагрівається, та навпаки. Це викликає динамічні зміни тиску повітря. Саме тому силова характеристика пневматичної ресори, є суттєво нелінійною. Отже при складанні рівнянь динаміки транспортного засобу, який обладнано пневматичними ресорами з такими силовими характеристиками, необхідно розглядати термодинамічні явища, які виникають при її деформаціях і обумовлюють пружні якості підвіски. Крім того також необхідно враховувати газо-термодинамічні явища. Високу ефективність пневматичної ресорної підвіски довели випробування та експлуатація електропоїздів ЕР 22 и ЕР 200.

Було виявлено важливу перевагу пневматичної ресорної підвіски – здатність фільтрувати високочастотні вібрації та шум, що вдаються від контактів коліс з путньою структурою до кузова. До недоліків пневматичної ресорної підвіски слід віднести деяке ускладнення конструкції та технології виробництва й експлуатації, а також необхідність облаштування на електропоїзді місця для установки додаткових резервуарів значного об'єму та габаритів, що сполучаються із нею і забезпечують отримання необхідної жорсткості та демпфірування ресорної підвіски.

Список літератури:

1. *Корниенко В. В., Омеляненко В. И.* Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2007. – 159 с.

УДК 629.054

А.Ю. БЛАЖКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

С.Г. СЕЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Оцінка ефективності системи RoadAR для розпізнавання дорожніх знаків

У зв'язку зі зростанням в останні роки проблеми безпеки дорожнього руху все більше уваги приділяється розробці інтелектуальних засобів підтримки водія, однією з компонентів яких є система розпізнавання дорожніх знаків.

Основними причинами дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками є: перевищення дозвolenної швидкості, недотримання смуги руху [1]. За даними Департаменту ДАІ МВС в Україні за 2013 рік трапилося 86227 дорожньо-транспортних пригод. Традиційним засобом запобігання аварій є встановлення попереджувальних знаків та знаків обмеження швидкості. Але не всі знаки освітлені та обладнані сучасними світловідбиваючими матеріалами, тому вночі та при поганих погодних умовах їх важко помітити. В той же час, деякі знаки встановлені з порушенням норм і правил, що суттєво ускладнює своєчасну ідентифікацію їх водієм, особливо в умовах інтенсивного руху.

Система розпізнавання дорожніх знаків призначена для завчасного попередження водія про зону дії знаку. На першому етапі впровадження система визначає дорожні знаки перевищення швидкості і нагадує водієві про дотримання швидкісного режиму. Також система розпізнає такі знаки: «пішохідний перехід», «проїзд без зупинки заборонений», «дати дорогу». Актуальність впровадження системи підтверджується тим, що на сьогоднішній день в своєму активі її мають багато відомих автовиробників: Audi, BMW, Ford, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen. Вартість системи починається від 500 доларів США. Наявність цієї опції в автомобілі підвищує його ціну 3-5%. Система має велике значення для підтримки водія, але вона не завжди в змозі вірно розпізнати знак. На вірогідність достовірного розпізнавання впливають такі фактори як: освітлення, орієнтація знаку, стан погоди, швидкість автомобіля.

Суттєвого підвищення ефективності системи, а також зниження обчислювального навантаження, можливо досягти за рахунок використання наявної інформації про фіксовані координати розміщення знаків вздовж дороги за умови суміщення її із GPS координатами автомобіля в процесі руху. Так застосування GPS модулю дає змогу звести задачу ідентифікації набору знаків у відеоряді до задачі пошуку зображення конкретного знаку, чи їх набору.

Отже, система для розпізнавання дорожніх знаків за умови більш широкого впровадження може суттєво знизити кількість ДТП.

Список літератури:

1. *Бабков, В. Ф.* Дорожні умови і безпека руху/ *В. Ф. Бабков* // - М.: Транспорт, 2000.

УДК 523.8

О.В. БУГАЙ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

С.Г. СЕЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Передумови розробки системи дистанційного управління сільськогосподарською технікою в процесі виконання польових робіт із використанням GPS

Роками люди прагнули полегшити своє життя. Прагнення змусити виконувати повсякденну роботу техніку - стало поштовхом у розвитку мікропроцесорної техніки.

На сьогоднішній день, питання автоматизації роботи техніки є найбільш актуальним і динамічнопрогресуючими як у цивільній, так і у військовій галузях.

Серед традиційних втілень систем розрізняють безпілотні літальні апарати, апарати наземної розвідки, а також легкої броньованої техніки, управління якими здійснюється дистанційно людиною.

На відміну від автоматизованої техніки (дистанційного керування), в автоматичній за всі процеси, тобто виконання тієї чи іншої роботи, а також прийняття рішень відповідають системи штучного інтелекту.

Сучасні автоматичні транспортні засоби у своєму розвитку досягли певних успіхів - управлінням автомобіля займається штучний інтелект, за допомогою якого транспортний засіб може рухатися вперед, назад, здійснювати поворот, відстежувати обстановку на дорозі, забезпечувати комфортний рух [1, 2].

В ході випробувань автоматичної системи були виділені її основні недоліки: технічні проблеми тимчасової орієнтації, юридична відповідальність у разі виникнення ДТП [2], виникнення випадкових факторів на проїжджій частині дороги. Всі ці фактори стримують впровадження даних систем на транспортні засоби, що використовуються на дорогах загального призначення.

Застосування даної системи на сільськогосподарській техніці, відкидає більшість таких факторів, оскільки завдання сільськогосподарської техніки зводяться до обробки обмеженої території поля, і орієнтації з використанням системи GPS.

Впровадження системи автоматичного управління на сільськогосподарської техніки, потребують від неї удосконалення механічних систем і вузлів.

Сучасний трактор підлягає модернізації, що полягає в заміні механічної дросельної заслінки на електронну з блоком управління (дозволяє самостійно регулювати подачу повітря для утворення робочої суміші); заміна механічної коробки передач на автоматичну; заміна механічного рульового управління на електронне працююче за підтримки блоку управління; гальмівної системи, а також доопрацювання приводу механізму польового знаряддя.

При цьому застосування системи дозволить виключити людський фактор при виконанні польових робіт, вірогідно підвищить якість виконуваних робіт, шляхом чіткого руху техніки вздовж заданого шляху, контроль за яким покладено на електроніку за допомогою системи GPS [3].

Також підвищення ефективності і обсягу виконання польових робіт стане можливим досягти, за рахунок безперервної роботи техніки і заощадження коштів, через спрощення функцій водія.

Метою роботи є дослідження точності визначення місця розташування транспортного засобу за допомогою системи GPS.

На автомобіль був встановлений GPS трекер, після налагодження устаткування автомобіль проїхав по рівній, прямій ділянці дороги.

При русі автомобіля система GPS на ділянках з рівним інтервалом визначила місце розташування з деякою погрішністю. Ця похибка дорівнює середньоквадратичному значенню відхилень визначення місця розташування на цих ділянках [3].

В ході досліджень були встановлені недоліки системи.

Дезорієнтація в поганих погодних умовах. Лазерні радари в туманну або дощову погоду, спотворюють інформацію про об'єкти.

Рішенням даної проблеми є скорочення похибки визначення приладами відстані до об'єктів. Також інформація, що отримується датчиками, може спотворюватися при їзді не тільки в туманну або дощову погоду, але і в зимовий час.

Система не може нормально оцінити стан зледенілої дороги і, відповідно, вибрати необхідний режим руху.

Юридична відповідальність. При виході системи з ладу можливий виїзд техніки за межі поля і попадання її в ДТП. Поки не існує законодавчих норм, що визначають, хто буде винним в аварії, скоєної «безпілотником»- власник автомобіля, постачальник датчиків системи автономного управління або розробник комп'ютерної програми, за якою буде працювати ця машина.

Список літератури:

1. Мірошник, І. В. Теорія автоматичного управління. Лінійні системи/ І. В. Мірошник // - Питер, – 2005.
2. Шандра, Б. В. Технічні засоби автоматизації/ Б. В. Шандра // - Академія, – 2007.
3. Яценків, В. С. Основи супутникової навігації/ В. С. Яценків // - «Гаряча лінія-Телеком», – 2005.
4. Шестопалов, С.К. Автомобілі/ К.С. Шестопалов // - М.: Транспорт, – 1995. - С. 240.
5. Власов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей/ В.М. Власов // - М.: Академія, – 2003.
6. Туревский, И. С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие. // ИД «Форум». – 2007. - С. 432.

УДК 68.513

С.О. ВДОВИЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.М. ЄРМАКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз шляхів підвищення ефективності працездатності стабілізатора башти БМП-2 на основі оптимізації методики пошуку неполадок

На бойовій машині піхоти БМП-2 з метою підвищення влучності стрільби з автоматичної гармати під час руху машини встановлено гіроскопічний стабілізатор озброєння 2Е36-4 (2Е36-1). Стабілізатор дозволяє здійснювати стабілізацію та стабілізоване наведення гармати 2А42 і спареного з нею кулемета ПКТ у двох площинах.

Комплекс озброєння БМП-2 призначений для вирішення вогневих задач, ураження наземних (легкоброньованих засобів, живої сили супротивника, вогневих засобів, тощо) і повітряних цілей всіма видами озброєння.

Стабілізатор — це комбінована система автоматичного регулювання, що призначена для наведення і підтримання з певною точністю постійності заданого навідником напрямку лінії прицілювання та лінії пострілу гармати з метою підвищення ефективності стрільби.

Стабілізатор 2Е36-1 призначений для підвищення ефективності вогню з гармати, кулемета під час стрільби з ходу.

Стабілізатор забезпечує:

- стабілізоване наведення гармати і кулемета в двох площинах ;
- подавання цілевказання від командира до навідника в горизонтальній площині.

В стабілізаторі передбачено два основні режими роботи – АВТОМАТ і НАПІВАВТОМАТ і один допоміжний режим – цілевказання.

Режим АВТОМАТ призначений для стрільби з місця і з ходу по наземній цілі. Режим НАПІВАВТОМАТ є основним при стрільбі із спареної установки по повітряній цілі. Режим ЦІЛЕВКАЗАННЯ призначений для повороту башти у напрямі цілі, з перекидочною швидкістю по найкоротшій відстані.

Методи пошуку несправностей в складних технічних пристроях найбільш відпрацьовані в технічній діагностиці - науці, яка займається розробкою ефективних процесів визначення технічного стану різних об'єктів, зокрема, процесів пошуку несправностей.

Процес визначення технічного стану об'єкту, пошуку несправностей називають діагностуванням. Використання сучасних досягнень цієї науки, а також прийомів пошуку несправностей, відпрацьованих на практиці, дозволяє запропонувати досить прості та ефективні способи пошуку несправностей при польовому ремонті озброєння та техніки.

УДК 62-822

А.В. ВОЙТЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

І.В. ЯЛОВОЛ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження впливу параметрів гідрооб'ємної передачі на експлуатаційні характеристики гібридної силової установки з безступінчастою гідрооб'ємною передачею

На сьогоднішній день великої популярності набирає розробка нових конструкцій гібридних автомобілів, основними перевагами яких є істотне зменшення витрати палива та викидів шкідливих речовин в атмосферу. Все це досягається за допомогою вибору оптимальних параметрів гібридної силової установки. Особливої уваги заслуговує розробка нових конструкцій двопотокових трансмісій і оптимізація потоків потужності та режимів роботи гідрооб'ємної передачі. За основу взято винахід, заявка № а 2014 02380 [1] гідбридної силової установки рис. 1, де 1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – електромашина; 3 – гідронасос; 4 – гідромотор; 5 – планетарний механізм; 7, 10 – гальма; 8 – головна передача; 9 – колеса; 11 – блок керування; 12 – АКБ; 13 – педаль акселератора; 14 – перемикач напрямку руху.

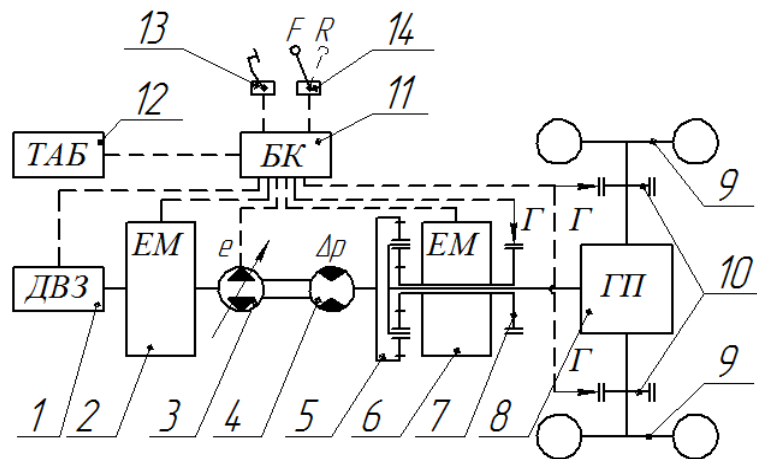


Рис. 1 – Гібридна силова система

Метою роботи є дослідження впливу параметру регулювання гідрооб'ємної передачі на такі експлуатаційні характеристики гібридної силової установки, як ККД, потужність, тиск у гідросистемі та інші.

У роботі розглянута математична модель гідрооб'ємної передачі і проведений вибір та аналіз впливу її раціональних конструктивних параметрів на техніко-економічні показники трансмісії транспортного засобу.

Список літератури:

1. Рішення про видачу деклараційного патенту на винахід № а 2014 02380 від 01.04.2014.

УДК 621.332.3: 621.336.2

А.В. ВОЛКОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Д.І. ЯКУНІН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Концептуальний проект удосконаленої системи нахилу кузовів швидкісного дизель-потягу

Підвищити якість обслуговування пасажирів на залізницях шляхом скорочення часу перебування у дорозі можна або збільшивши конструктивну швидкість рухомого складу, або скоротивши обмеження швидкості у кривих ділянках рейкової колії, для чого доцільно упровадити системи нахилу кузовів.

Ефективність застосування технології нахилу кузовів для швидкісного пасажирського руху підтверджується успішною експлуатацією в 15 країнах світу більш 60 типів потягів. У якості силового приводу для нахилу кузовів використовують гідравлічні, пневматичні та електромеханічні системи, яким властива низка недоліків. Усунути їх можливо шляхом використання приводу на базі лінійного електродвигуна. Таким чином робота, що спрямована на дослідження електромеханічних систем, які забезпечують безпосередній привод механізму нахилу кузовів швидкісного рухомого складу, є актуальною.

В якості необхідного кута нахилу в запропонованій моделі використовувалися як константи, так і функції, що імітують проходження поїздом кривої заданого радіусу.

За допомогою пакету візуального програмування Simulink створено імітаційну модель приводу нахилу кузовів, доведено її достовірність фізичним моделюванням ланок. та вирішено тестову задачу.

Модель відрізняється від попередніх тим, що її удосконалено шляхом введення пружньо-дисипативних зв'язків між тілами, які імітують кузов і балку, що нахилиються. Це дозволило дослідити вплив динамічної складової навантаження на роботу імітаційної моделі.

Задля зменшення навантажень на силову частину приводу запропоновано використання активного керування пневматичним ресорним підвішуванням, яке забезпечує додатковий нахил кузова на кут до 2° .

В результаті цифрового моделювання показана працездатність запропонованої системи. Визначені необхідні значення струмів і напруги в двигуні, що дозволило виробити рекомендації по вживаній елементній базі для реального рухомого складу.

Список літератури:

1. Корниенко В. В., Омеляненко В. И. Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2007. – 159 с.
2. Влияние параметров исполнительного механизма на показатели работы линейного двигателя в системе привода наклона вагонов скоростных поездов / В. И. Омеляненко, Б. Г. Любарський, Д.І. Якунін // Електротехніка і електромеханіка.– Харків: НТУ «ХПІ», 2011.– №4.– С.47-52.

УДК 629.1.05

Д.О. ВУС, НТУ «ХП», Харків, Україна

Д.Г. СІВИХ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Обґрунтування процесу збору інформації теплового стану вузлів ДВЗ за допомогою багатоканальної автоматизованої системи

Надійна робота та ресурс двигуна внутрішнього згоряння значною мірою залежить від стану найбільш теплонапружених рухливих деталей циліндропоршнєвої групи. Незадовільний тепловий стан призводить до зміни оптимальних зазорів, що викликає пошкодження поверхонь внаслідок тертя чи задирів. Перекіс рухливих деталей в отворах з малим зазором може викликати заклинення з подальшим механічним пошкодженням пов'язаних деталей. Подальше поширення високої температури та формування зон з нерівномірним розподілом високої та низької температури стає причиною розтріскувань перетинок та розірвання прокладок, що призводить до порушення герметичності та потрапляння до певних областей нехарактерних газів чи рідин. Наявність достовірних даних, які були накопичені під час виконання транспортним засобом своїх характерних функцій, може стати базою даних для подальших досліджень [1]. Результатом аналізу таких даних можуть стати рекомендації до організації певного стилю керування транспортним засобом, або до втілення покращень у конструкції двигуна чи його систем. Наявність аварійно загрозливих показань по тепловому стану вузлів ДВЗ буде слугувати необхідністю застосувань методів по зниженню температури, наприклад за допомогою автоматизованої системи локального охолодження [2]. Для вирішення даної задачі планується розробити комплексну систему збору інформації теплового стану рухомих деталей циліндро-поршнєвої групи ДВС з мікропроцесорним керуванням. Для цього необхідне відповідне програмне забезпечення, за допомогою якого можливо зчитувати та записувати дані для їх подальшого аналізу. В процесі експлуатації двигунів внутрішнього згоряння можливо знизити витрати на ремонтні роботи та попередити аварійні ситуації, шляхом здійснення постійного контролю температурного стану рухливих деталей циліндро-поршнєвої групи. Такий контроль можливий завдяки встановленню на транспортний засіб комплексу системи автоматичного збору інформації теплового стану деталей двигуна внутрішнього згоряння.

Список літератури:

1. *Тринёв А. В.* Исследование условий локального воздушного охлаждения днища головки цилиндров с использованием безмоторного стенда / А. В. Тринев, А. Н. Авраменко, С. В., Обозный, В. И. Вахрушев // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – №2. – С. 15-20.
2. *Автоматическое регулирование теплового состояния клапанного узла быстроходного дизеля / А. В. Тринёв, Д. Г. Сивых, Е. В. Синявский, О. Ю. Пилипенко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – №2. – С. 50 – 55.*

УДК 639.113.066

А.Г. ГОЛОХОВСКИЙ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Н.Е. СЕРГИЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Е.Ф. СОБОЛЕВ, зав. отделением, ХАДТ, Харьков, Украина

Диагностирование систем зажигания ДВС автомобиля современными средствами

На систему зажигания (СЗ) приходится значительная часть отказов ДВС, возникающих, как правило, внезапно. Неисправности СЗ [1] могут ухудшить пуск двигателя, увеличить расход топлива; обеспечить потерю мощности; уменьшить срок службы аккумуляторной батареи; повысить токсичность отработавших газов.

Периодический контроль технического состояния СЗ в период её эксплуатации на автомобиле, является необходимым условием для поддержания заданных технико-экономических показателей автомобиля в целом.

Проведение качественного и эффективного контроля СЗ предполагает наличие соответствующих методов, параметров и средств технического диагностирования, разработка и создание которых постоянно находится в стадии совершенствования по мере развития самих СЗ.

Для диагностики электронных и микропроцессорных систем управления двигателем широкое распространение получили стационарные моторные тестеры с монитором и осциллографом, переносные системные тестеры (сканеры), а также переносные компьютеры со специальным программным обеспечением и устройствами подключения (интерфейсом) к диагностической системе.

Для возможности полноценной диагностики современной электронной и микропроцессорной СЗ необходимо четыре основных компонента – это наличие бортовой самодиагностики на автомобиле, система электронной сервисной информации (например, ESI[tronic]), системный тестер для проверки электронных блоков управления и считывания кодов неисправностей (например, KTS-520 BOSCH) [2], мотортестер с осциллографом и монитором (например, FSA-740 BOSCH).

В ходе экспериментов по диагностированию электронной и микропроцессорной СЗ на различных автомобилях апробированы различные методики и технические средства, выбраны параметры, оценена точность и информативность процесса диагностирования СЗ.

На кафедре автомобиле- и тракторостроения НТУ «ХПИ» с помощью комплекса оборудования ESI[tronic], KTS-520 BOSCH, FSA-740 BOSCH выполнена апробация методик и исследованы различные СЗ автомобилей.

На сегодняшний день особенно актуально определение диагностических параметров первичной цепи СЗ (рис. 1), соответствующих по

информативности диагностическим параметрам вторичной цепи (рис. 2), а также определении рациональных электрических допусков на диагностические параметры.

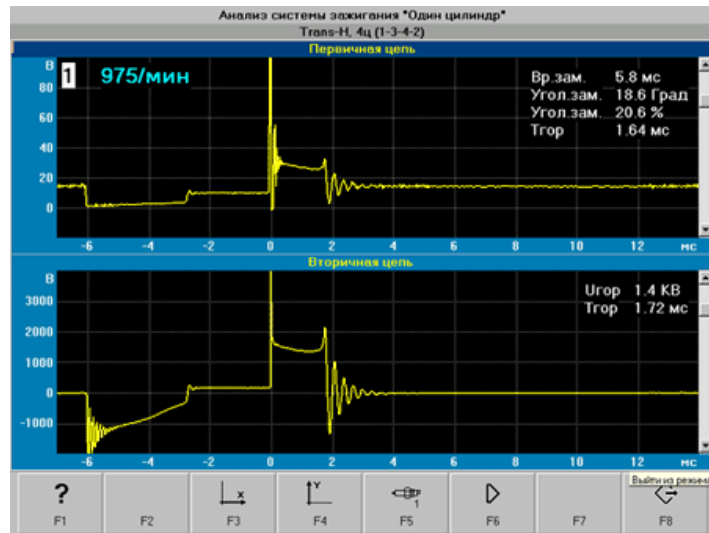


Рис. 1 – Изменение напряжения первичной и вторичной цепи

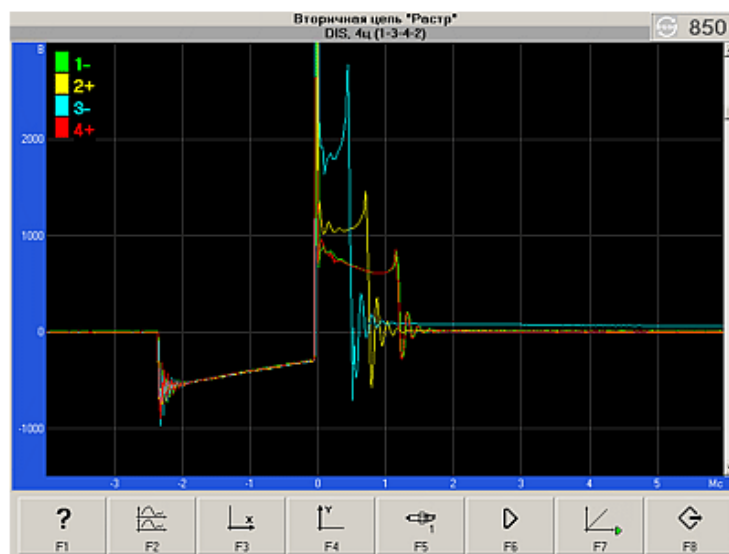


Рис. 2 – Вторичное напряжение по свечам цилиндров (режим «Наложение»)

Наглядность представленных процессов изменения низкого и высоконапряжений, возможность наложения их по каждому цилиндру способствует оперативному устранению неисправностей в СЗ.

Список литературы:

1. Юмм, В. Е. Методы и средства диагностики электрооборудования автомобилей/ В. Е. Юмм. // – М.: Высшая школа, 1974. - 129 С.
2. Bosch. AutomotiveElectric // ElectronicSystems. VDI Verlag, - 1988.- 344 С.

УДК 68.513

М.П. ГРЕБЕНЮК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.В. ЄРМАКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Пропозиції щодо створення засобів функціонального ураження радіокерованих підривних пристроїв

Нині проведені теоретичні дослідження і створені над широкосмугові (НШС) радіотехнічні системи різного призначення.

Основу таких систем складає тракт формування і випромінювання НШС сигналів, що є технічним рішенням, що досить пропрацювало. Його особливістю є широка смуга частот 0...3 ГГц.

Тому такий тракт може бути покладений в основу і при розробці і створенні конкуренто здібних засобів функціональної поразки керованих по радіо вибухових пристроїв.

Найбільш перспективними НШС системами є системи дискретно-непреривної дії, що використовують поєднаний ємнісний накопичувач енергії з облаштуванням формування з використанням генераторів імпульсної напруги Аркадева – Маркса і погоджену з ним антенну систему, що дозволяє випромінювати електромагнітні імпульси високої інтенсивності з напруженістю електричного поля до декількох кВ/м і тривалістю фронту близько 100 нс.

Для захисту військових колон, стаціонарних об'єктів особливої важливості військового і цивільного призначень доцільно антенний пост виносити на бронетранспортер. Це дає можливість використати крупноапертурні, наприклад, дзеркальні антени, що дозволяють ефективно випромінювати низькочастотні складові спектру перешкоди.

Для усунення втрат по поляризації необхідно використати антени з круговою поляризацією. Цього можна добитися, якщо в якості опромінювача дзеркальної антени використати спіральну конічну антену.

Предмет дослідження: засоби ФП РКВП на основі гостронаправлених НШС дзеркальних антен і методи аналізу їх просторово часових характеристик.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені методики та програмне забезпечення, а також конструкції опромінювача дзеркальної антени є основою для розробки засобів ФП РКВП, застосування яких дозволяє забезпечити підвищення ефективності їх функціонування.

Отримані результати дозволяють:

1. Визначати числові поправочні коефіцієнти ослаблення в разі використання НШС сигналів;
2. Оцінювати електромагнітну обстановку при відомих умовах виникнення ненавмисних перешкод, створюваних засобом функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв із застосуванням НШС сигналів;
3. Оцінювати показники електромагнітної сумісності засобів

функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв із застосуванням НШС сигналів і засобів зв'язку під час руху колони автотехніки, що доводять можливість ФП РКВП без шкоди якості зв'язку в колоні;

4. Визначати енергетичні характеристики короткоімпульсних ненавмисної перешкоди на вході приймального пристрою мобільного телефону GSM формату і на цій основі обґрунтовувати вимоги до частотно- територіального розносу його із засобом ФП РКВП;

Отримані практичні результати повною мірою можуть бути використані при обґрунтуванні тактико -технічних вимог до засобів функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв із застосуванням НШС сигналів; при обґрунтуванні вибору конструкції і параметрів опромінювача дзеркальної антени.

Роблячи висновок можна сказати, що:

1. Радіокеровані вибухові пристрої знаходять все більше застосування при проведенні терористичних операцій.

Заряди можуть встановлюватися на різних ділянках дороги , конструкціях мостів , шляхопроводів , тунелів та інших дорожніх об'єктів; не виключено закладання вибухових речовин в автомобілях і укриттях , розташованих поблизу від об'єкта ураження.

Для протидії радіоуправляючим вибуховим пристроям можуть бути використані методи і засоби радіоподавлення і функціонального ураження.

Для блокування радіокерованих вибухових пристроїв знайшли своє застосування засоби ("Родіола" , РП- 377 АМ, "Бакай" та ін.).

Проте їх застосування для захисту колон автотехніки недоцільно через наявність області " тіні " і виникає інтерференційної картини при перевідбиттів випроміненого перешкоджаючого сигналу від бронетехніки і земної поверхні.

2. У роботі пропонується використовувати кошти для функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв на основі застосування надширокосмугових (НШС) сигналів відеоімпульсного типу наносекундної тривалості.

Проте їх застосування вимагає проведення низки досліджень, спрямованих на вирішення завдання дослідження , що складається в розробці засобів функціонального ураження радіокерованих вибухових пристроїв на основі вдосконалення гостро направлених надширокосмугових антенних систем з круговою поляризацією і методів аналізу їх просторово - часових характеристик.

УДК 621.332.3: 621.336.2

А.Ю. ДАНИЛОВА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Г.В. КРИВЯКИН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Определение нагрузочных характеристик механизма наклона кузовов скоростного подвижного состава

Исходным моментом к выбору силового привода механизма наклона кузова являются величина и характер изменения силы, которую необходимо преодолеть для обеспечения наклона кузова на требуемый угол – так называемая нагрузочная характеристика [1]. На величину силы и форму нагрузочной характеристики оказывают влияние две группы факторов – внешние и внутренние. Внешними факторами являются особенности устройства пути в кривых (радиус и длина кривой, возвышение наружного рельса и т.д.). К внутренним факторам относятся массогабаритные параметры подвижного состава, геометрические размеры элементов системы наклона и координаты точек присоединения силового привода. Разработана математическая модель движения поезда в кривой, позволяющая определять мгновенные значения угла наклона кузова, необходимого для компенсации действия центробежной силы инерции, а также текущую координату экипажа в кривой, значение текущего радиуса кривой, возвышения наружного рельса и величину центробежной силы инерции. Определен рабочий диапазон радиусов кривых и скоростей движения, в котором компенсация центробежной силы инерции достигается при угле наклона кузова до 8° . В силу особенностей принятой нами конструкции тележки поезда с наклоняемыми кузовами предложены два варианта установки силового привода механизма наклона на раме тележки: на боковых балках рамы тележки и под наклоняемой балкой. Для предложенных вариантов установки силового привода рассчитаны их нагрузочные характеристики. Так, для первого варианта нагрузочная характеристика имеет нелинейную форму, что обусловлено криволинейной траекторией перемещения шарниров рычагов подвеса. Для второго варианта нагрузочная характеристика имеет линейную форму. Также для второго варианта установки силового привода установлена связь между величиной нагрузочной силы и вертикальной координатой присоединения силового привода h_F над осями нижних шарниров механизма наклона. Как показал расчет, минимально возможного значения эта сила достигает при $h_F=0$, то есть когда усилие привода действует по осям нижних шарниров рычагов подвеса.

Список литературы:

1. Якунин Д. И. Нагрузочная характеристика механизма наклона кузова / Д. И. Якунин // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – 2009. – №47 - С. 72-75.

УДК 68.513

В.І. ДАШКЕВИЧ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.Г. АКІНШИН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз шляхів підвищення ефективності танко-технічного забезпечення

Характерними етапами розвитку танко-технічного забезпечення є збільшення технічного обладнання військ, появою високоточної зброї та техніки, якісних змін організаційних форм військ, розвитку нових способів ведення бою.

Виходячи з цього такі якості БТОТ як надійність, трудоемкість обслуговування і ремонту, зручність роботи екіпажу – стає в один ряд з вогневою міцністю, захистом і маневреністю машини.

В таких умовах різко зростає роль ремонтних органів, а саме задачі по буксируванню, транспортуванню, евакуації машин які вийшли з ладу в найближчі укриття, або на шляхи евакуації, в місця ремонту або вивантаження, навантаження на транспортні засоби.

Рівень боєздатності військ, їх рухомість, можливості найбільшого бойового використання в сучасному бою, знаходяться в прямій залежності від наявності в строю та стану бронетанкового озброєння та техніки.

З цього приводу потрібна чітка організація робіт з підтримання бронетанкового озброєння та техніки в справному стані, в постійній готовності до використання.

Виконання цих робіт як правило, як при підготовці, так і під час оборони БТГр являється задачею танко-технічного забезпечення.

Таким чином, в наш час значення танко-технічного забезпечення залишається актуальним.

Такий підхід дозволить провести аналіз по основним питанням танко-технічного забезпечення БТГр під час ведення маневреної оборони.

Для організації і здійснення танко-технічного забезпечення БТГр під час підготовки і в ході оборонного бою під час ведення маневреної оборони, пропоную:

– для своєчасного виявлення пошкодженої БТОТ ввести в склад взводу технічного забезпечення батальйонну відділення технічної розвідки;

– БТОТ що потребує евакуації евакуйовувати комбінованим способом, змінюючи плече евакуації для батальйонної ланки в залежності від умов;

– для якісного ремонту БТОТ збільшити трудоемність ремонту для ремонтних органів БТГр, частину сил і засобів втз в залежності від умов, використовувати в ремонтних групах БТГр;

– як комплексну ремонтну групу можна використовувати МТД ТО та Р на базі КраЗ-6322, в яку закладено обладнання та пристосування для ремонту та обслуговування 2С3, 2С6 та МТ-ЛБ.

– для організації і здійснення захисту, охорони і оборони органів танко-технічного забезпечення при підготовці і в ході оборонного бою ввести в штат БТГр загальновійськове відділення з охорони підрозділів технічного забезпечення.

Головними джерелами поповнення БТОТ будуть машини, які відновлені ремонтно-відновлювальними органами військової ланки і засобами старшого начальника, трофейні БТОТ.

В кінці дня бою всієї техніці провести ЩТО, особливу увагу звернути на надання допомоги підрозділам при проведенні ТО, надати допомогу танковій роті і САБАТР.

Створення в батальйонній ланці відділень технічної розвідки зі штатною технікою підвищить ефективність розвідки.

Використання в перших двох годинах бою евакозасобів батальйону другого ешелону для евакуації техніки на ЗППМ бригади з районів оборони першого ешелону, дозволить надати ремонтної роті бригади 70-75% ремонтного фонду, а при збільшенні кількості БРЕМ-1 в евакуаційному взводі при 60 % втрат коефіцієнт евакуації збільшиться до 0,31, що за перші дві години бою дозволить повністю завантажити ремонтну роту бригади ремонтним фондом, при умовах наявності ремонтного фонду необхідної трудоемкості. Збільшення трудоемкості робіт що виконуються батальйонною і бригадною ланками дозволить ефективніше використовувати виробничі можливості ремонтних органів в умовах ведення сучасного бою.

Введення в штат ремонтної роти відділення по ремонту БМП (БТР); засобів зв'язку збільшить ефективність ремонтних засобів на 20–25 %.

Збільшення кількості вузлів та агрегатів ходової частини та електрообладнання у ремонтних комплектах забезпечить можливість збільшити час роботи ремонтно-відновлювальних органів БТГр.

В ході проведення дослідження проведено аналіз шляхів підвищення ефективності танко-технічного забезпечення батальйонної тактичної групи з нештатною комплексною ремонтною бригадою під час проведення блокувальних дій.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.

УДК 68.513

М.О. ДОВЖЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

К.В. КОРИТЧЕНКО, д-р техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Експериментальна методика оцінки впливу кумулятивної дії снарядів на броньоб'єкти

Специфіку кумулятивного дії заряду вибухової речовини ілюструють зазвичай такими прикладами. Якщо циліндричну шашку бризантної ВР поставити на бронеплиту і підірвати, маючи детонатор в середині шашки, то енергія вибуху пошириться в рівній мірі за всіма напрямками, а на броні утворюється лише невелика вм'ятина. Але якщо в такому ж заряді ВР детонатор помістити у верхньому торці шашки, то дія вибуху буде більш сильним в напрямку плити, і відповідно вм'ятина на ній після вибуху буде більшої глибини. Проте в обох випадках розсіювання продуктів вибуху відбувається на всі боки. Якщо ж заряд має по осі виконану на зверненої до плити частини конічну або сферичну виїмку, то в результаті вибуху в плиті утвориться більш глибока вм'ятина у вигляді кратера. Наявність виїмки в заряді ВР призводить до того, що напрямок потоку продуктів вибуху зосереджується по вісі виїмки, а не розсіюється по всіх напрямках. Утворюється струмінь з продуктів вибуху ВР у вигляді вузького пучка газів з променем світла. Швидкість струменя у фокусі досягає 15 км/с. Але найбільший вплив на плиту досягається в тому випадку, коли стінку виїмки в заряді покривають металевою облицюванням. При підриві заряду з облицюванням виїмки мідної або сталеві воронкою бронеплита навіть значної товщини пробивається наскрізь. Відбувається це таким чином. При спрацьовуванні детонатора, розташованого у верхньому торці шашки, у вибуховій речовині поширюється детонаційна хвиля в напрямку виїмки. Швидкість детонації ВР, що використовуються в кумулятивних зарядах, становить 7–9 км/с. Детонаційна хвиля при такій швидкості робить на металеве облицювання величезний тиск – до 800 тисяч атмосфер. В результаті метал облицювання схлопивається і витягується уздовж осі виїмки у вигляді кумулятивного струменя. Метал, з якого складається кумулятивний струмінь, що не розплавляється, хоча і нагрівається до 400–600 градусів. Нагадаємо, що температура плавлення міді становить близько 1100 градусів, а сталі – 1300–1400 градусів. Струмінь металу діаметром 3–4 мм набуває швидкість до 10 км/с і чинить тиск на броню близько одного мільйона атмосфер. Стан металу в кумулятивного струму наука визначає як ідеально нестисливої рідини. При такому величезному тиску матеріал перешкоди - броня, бетон і т.п. в місці впливу кумулятивного струменя «тече», тобто, так само як і сама струмінь, набуває властивостей ідеально нестисливої рідини. В перешкоді виникає пробоїна, краї якої мають оплавлений вигляд. Це призвело свого часу до неправильного визначення кумулятивних снарядів як бронепрожигаючих. Навіть після подолання перешкоди зберігається все ще висока енергія

залишкових елементів струменя, що викликають руйнування обладнання, детонацію боєприпасів, ураження людей.

Таким чином, високоефективна дія кумулятивного снаряда є результатом того, що енергія заряду з виїмкою і металевою облицюванням її поверхні при вибуху поширюється в одному напрямку - уздовж осі виїмки, а не на всі боки, як при вибуху звичайного заряду. Така концентрація енергії призводить до утворення металевго струменя зі швидкістю руху до 10 км/с - близько 1-ї космічної швидкості - і створює тиск на перешкоду в мільйони атмосфер. Саме звідси виникла назва явища - кумуляція, від латинського слова «cumulatio» - скупчення, концентрація.

У сучасних протитанкових снарядах застосовуються кумулятивні заряди, що забезпечують бронепробиваємість 800–900 мм. Величина пробиття міцних перепон кумулятивними снарядами залежить від ряду факторів: діаметра їх заряду, властивостей ВР заряду і його маси, форми виїмки і властивостей металу її облицювання, відстані від заряду до перепони в момент вибуху. З властивостей заряду ВР найважливішим є швидкість її детонації. Чим вище ця швидкість, тим більше високими будуть параметри кумулятивного струменя - його швидкість, тиск, щільність. У 60–70-х роках в кумулятивних зарядах застосовували суміш тротилу та гексогену (по 50 %).

Швидкість детонації тротилу становить 7000 м/с, а гексогену – 8100 м/с. Ще більшою швидкістю детонації володіє ВР, яке стали застосовувати в нових зразках протитанкових снарядів. Це так званий окфол – суміш октогена з флегматизаторами. Швидкість його детонації досягає 8700 м/с.

Зрозуміло, що велика маса ВР забезпечує за інших рівних умов більше пробивну дію. Цей шлях підвищення пробиваємісті кумулятивних снарядів обмежується їх масою і калібром. Істотний вплив на бронепробиваємість мають форма кумулятивної виїмки, матеріал її покриття. Форми кумулятивної виїмки підбираються різні: конічні або сферичні, залежно від призначення і калібру снаряда.

Суттєво впливають на пробивну дію однієї і тієї ж форми, розміри виїмки - її діаметр і глибина. При схлопуванні облицювання початкова довжина металевго кумулятивного струменя дорівнює твірної виїмки, надалі струмінь розтягується в кілька разів і забезпечує глибину пробиття до 10 діаметрів облицювання (до того моменту, поки щільність струменя і перепони залишаються приблизно однакові). Матеріал облицювання також впливає на пробивну дію заряду. Кращий ефект забезпечують мідні облицювання.

На основі аналізу експериментальної методики оцінки впливу кумулятивної дії снарядів на броньоб'єкти визначено можливі напрями підвищення вогневої потужності бронетанкової техніки.

УДК 65.011.4

О.В. ДОЦЕНКО, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

О.Н. АГАПОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Сравнительный анализ различных концепций развития автозаправочных комплексов

Автозаправочный комплекс (АЗК) на сегодняшний день является неотъемлемой частью автомобильного мира. Данный вид предоставления услуг в наше время набирает всё больше популярности.

Автозаправочный комплекс представляет собой АЗС, на территории которой на отдельных площадях располагаются здания и сооружения производственного назначения для технического обслуживания, технического ремонта транспортных средств и оказания сервисных услуг водителям и пассажирам. Сейчас АЗК являются лидерами на розничном рынке продаж нефтепродуктов и они постепенно вытесняют одиночные автозаправочные станции, поглощая их или вовсе выводят из данной отрасли.

Целью работы является анализ концепций развития автозаправочных комплексов, мониторинг рынка и перспективы развития одиночных автозаправочных станций в их конкурентной борьбе с АЗК.

Изучив тенденцию развития автозаправочных комплексов за последние несколько лет и, проанализировав ситуацию, можно сделать вывод, что рентабельность комплекса выше, чем у АЗС которая занимается исключительно продажей топлива. Поскольку, стоимость открытия одиночной станции меньше стоимости открытия комплекса, то в предыдущий период отдавалось предпочтение именно этому виду организации бизнеса. Однако, проанализировав ситуацию и проведя опрос среди водителей и пассажиров, большинство из них отдали предпочтение автозаправочному комплексу, поскольку для получения желаемых услуг им не нужно куда либо ехать. Возможность предоставления максимум услуг для водителей и пассажиров в одном месте, повышает доход и увеличивает клиентскую базу. Опыт эксплуатации АЗС в Европе свидетельствует о востребованности одиночных АЗС, которые интегрируют в крупные торговые комплексы. В случае удачного местоположения и большого потока автомобилей у автозаправочных станций появляется возможность остаться на рынке и не быть поглощенными более крупными сетями АЗК.

В ходе проведенных исследований был произведен анализ различных концепций развития автозаправочных комплексов и станций.

Список литературы:

1. *Волгушев, А. Н.* Автозаправочные станции: Оборудование. Эксплуатация/ *А. С. Сафонов, А. И. Ушаков.* // - СПб.: - 2001. - С.176.

УДК 629.027

О.І. ЕТИНГАНТ, НТУ «ХП», Харків, Україна

В.Р. МАНДРИКА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Покращення керованості автомобіля класу С

Керованість та маневреність руху автомобіля є одними з найважливіших його характеристик, особливо для тих, що використовуються в містах. Для гнучкого маневрування в міському трафіку, необхідно щоб радіус розвороту автомобіля був найменший. Особливо це потрібно малим вантажним автомобілям, які в місті використовуються для доставки невеликих вантажів і мають габарити більші ніж легковий автомобіль.

Відомі різні шляхи підвищення керованості руху автомобіля. Одним з таких є зробити керованим не тільки передній, а і задній мости автомобіля. Головною проблемою тоді становиться узгодження керуванням обох мостів під час виконання відворотів з урахуванням швидкості руху автомобіля.

Тому проведення досліджень для вирішення цієї задачі є актуальним.

В якості об'єкту досліджень була використана система 4WS (Four Wheel Steering – Чотири Керовані Колеса). Ця система забезпечує маневрування автомобіля, шляхом повороту чотирьох коліс, а не двох, як на більшості звичайних автомобілів. При русі з малою швидкістю, передні і задні колеса повертаються в протилежні сторони, тим самим зменшуючи радіус повороту, показано на рисунку де МЦП – мінімальний центр повороту.

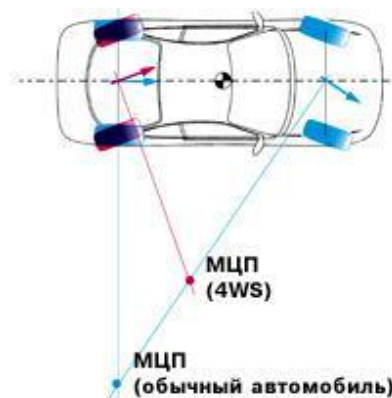


Рис. 1 – Схема розвороту

Список літератури: –

1. Гришкевич, А. И. Автомобили. Теория/ А. И. Гришкевич // Минск: Высшая шк., – 1986.
2. Раймпель, Й. Шасси автомобиля: Рулевое управление/ Й. Раймпель, А. А. Гальбрейха. // - М.: Машиностроение, – 1987. - С.232.

УДК 629.1.05

Є.А. ЖАРКОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Д.Г. СІВИХ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Розробка стенду для дослідження процесів у системі розподіленого впорскування бензину низького тиску

При роботі двигуна паливна система автомобіля неминуче забруднюється відкладеннями. Їх основу складають деякі хімічні елементи та сполуки, які містяться в бензині. Форсунки впорскових систем дозування палива, що працюють в умовах високих температур (до 120 °С) і тиску уприскування від 1 до 6 атм. найбільш схильні до такого забруднення. Використання неякісного бензину ще більше погіршує ситуацію. У засміченій форсунки зменшується продуктивність, змінюються напрям і форма факела розпилу, можливо навіть повне припинення впорскування. Це веде до нерівномірної подачі палива по циліндрах, нестачі палива в перехідних і потужних режимах роботи двигуна. Проявляється забруднення форсунок зниженням потужності двигуна і прийнятності, детонаційними стуками при розгоні автомобіля, нестійкою роботою двигуна в режимі холостого ходу, затрудненим запуском двигуна (особливо в умовах низьких температур), збільшенням витрати палива, підвищенням токсичності вихлопу. Непрямими ознаками засміченості форсунок можуть бути збільшений час уприскування, різниця викиду незгорілого палива в тесті балансу потужності по циліндрах з відключенням запалювання на мотор-тестері, інтегрованим з газоаналізатором. Для перевірки цієї гіпотези форсунки перевіряють на стенді на продуктивність, якість факела розпилу, герметичність у закритому стані. Метою роботи є наукове обґрунтування методики автоматизованої перевірки паливних форсунок та необхідних і достатніх процедур такої перевірки. Результат роботи планується перевірити за допомогою розробленого програмно-апаратного комплексу, до якого має входити стенд на основі мікропроцесорної системи, персональний комп'ютер та програма перевірки, яка повинна містити покрокові рекомендації з дій по перевірці, які дозволять провести якісне тестування на станції технічного обслуговування будь-кому з персоналу будь-якої кваліфікації.

Список літератури:

1. Автоматическое регулирование теплового состояния клапанного узла быстроходного дизеля / А. В. Тринёв, Д. Г. Сивых, Е. В. Синявский, О. Ю. Пилипенко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – №2. – С. 50 – 55.

УДК 68.513

Д.М. ЖУЙКОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

К.В. КОРИТЧЕНКО, д-р техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Експериментальна методика дослідження танкової системи розмінування об'ємним вибухом

В результаті аналізу різноманітних систем для розмінування мінно-вибухових загороджень виявлено, що за типом ці системи можливо розподілити на контактні та неконтактні. До контактних систем розмінування відносяться мінні трали (коткові, ножові, бойкові). Вони мають невелику стійкість до вибуху і забезпечують лише можливість перетину бойовою машиною мінного поля без його розмінування. В неконтактних системах розмінування здійснюється вибуховим способом з доставкою вибухової речовини за допомогою реактивних систем. В якості вибухівки використовують як тверду, так і рідку речовину. Неконтактні системи розмінування забезпечують більш високий ступінь захисту, але висока вартість цих систем зумовлює їх застосування тільки в бойових умовах.

В результаті порівняння показників систем розмінування на основі конденсованих та паливноповітряних вибухових речовин було отримано висновок, що при однаковій енергії вибуху паливноповітряна вибухова речовина більш ефективно тисне на земну поверхню за рахунок створення більш подовжнього імпульсу тиску (рис. 1). Це надає перевагу для застосування таких речовин у системах розмінування мінно-вибухових загороджень.

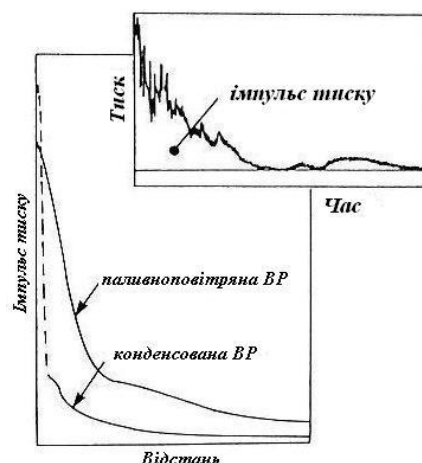


Рис. 1 – Графіки залежностей імпульсу тиску від відстані, що пройшла ударна хвиля при однаковій енергії вибуху

Подальше удосконалення рівномірності розподілу концентрації палива над ділянкою розмінування досягнуто у канадсько-американською системою розмінування ФАЛКОН. В цій системі доставка шлангового заряду на ділянку розмінування здійснюється за допомогою ракети. В подальшому здійснюється

вибухове розпилювання палива та у сформованій суміші ініціюється детонація. На ділянку розмінування здійснюється доставка такого заряду без палива, а його заповнення паливом здійснюється в подальшому під високим тиском. Принцип вибухового формування суміші зумовив наявність недоліку, характерного для боєприпасів об'ємного вибуху. Тобто, системою не досягається формування стехіометричної суміші.

В Харківському інституті танкових військ було розроблено метод розмінування, що використовує ефект об'ємного вибуху. За цим методом здійснюється:

- перетинання мінно-вибухового загородження танком з тралом;
- вприск свіжого палива в струмінь відпрацьованих газів;
- формування протяжного паливно - повітряного клубу;
- ініціація детонації у клубі;
- вибухове розмінування.

У запропонованому методі враховані значні переваги нашої штатної БТТ:

- висока захищеність, можливості системи колективного захисту;
- наявність інженерного обладнання для подолання мінно-вибухових загороджень;

- висока прохідність, маневреність;

наявність достатньої кількості кисню у струмені відпрацьованих газів танку для утворення детонаційно-спроможної суміші.

В результаті проведених експериментальних досліджень було досягнуто формування детонаційно-спроможної суміші. Процес формування суміші у струмені відпрацьованих газів танка та ініціюється вибух. Але також було виявлено, що погодні умови суттєво впливають на процес формування суміші, що значно знижує можливості практичного застосування цього методу у такому вигляді. Пропонується удосконалення способу суцільного розмінування з використанням бронетанкової техніки.

Удосконалення полягає в формуванні паливно-повітряної суміші у шланговому заряді. Це дозволяє здійснити надійне формування суміші у вітряну погоду. У цьому випадку наповнення оболонки сумішшю здійснюється за допомогою силової установки танка. Ініціювання детонації призводить до ударної дії вибуху на навколишнє середовище.

В результаті вибуху об'ємного заряду діаметром 0,9 м утворюється суцільний прохід шириною більше ніж 4 м. Знешкодження мінно-вибухових загороджень підривом об'ємно-детонуючої суміші, що створюється в струмені відпрацьованих газів силової установки танку, суттєво спрощує і робить дешевше процес розмінування у порівнянні з розповсюдженим ручним способом. При цьому, продуктивність процесу розмінування зростає в сотню раз, а витрати на розмінування зменшуються в десятки разів.

УДК 665.9

Р.П. ІВАЩЕНКО, НТУ «ХП», Харків, Україна

П.А. БОНДАРУК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Пошук шляхів підвищення стійкості та якості режимів роботи стабілізатора танка Т – 64Б на основі вибору його оптимальних параметрів

При веденні бойових дій в зоні АТО спостерігаються випадки виходу із ладу стабілізатора танкового озброєння за рахунок втрати стійкості і якості його режимів роботи та невідповідності основним параметрам (жорсткості, демпфірування і точності роботи) тактико – технічних характеристик. Для дослідження процесів, які протікають в стабілізаторі, вибрана структурна схема стабілізатора, як система автоматичного регулювання по відхиленню. Для аналізу цієї системи стабілізації складені диференціальні рівняння та передавальні функції всіх елементів стабілізатора. Здійснено дослідження впливу на закон регулювання датчика непогодження і гіротахометра, які встановлені в каналах жорсткого та гнучкого зворотних зв'язків. По диференційним рівнянням складових стабілізатора отримана система рівнянь та комплексна функція $A_{(j\omega)}$, з якої виділенні дійсна $Re_{(\omega)}$ та уявна $Im_{(\omega)}$ частини. Для декількох значень частоти $\omega = 2\pi f$ сигналу одержані таблиці дійсних і уявних чисел комплексної площини. По отриманим значенням побудовані криві годографів Михайлова для нестійкої системи (непрацездатний гнучкий зворотний зв'язок) і для стійкої системи (працездатний гнучкий зворотний зв'язок з гіротахометром). Розрахований запас стійкості і критичний коефіцієнт підсилення по реальним значенням параметрів електронного та електромашинного підсилювача. По структурній схемі стабілізаторів гармати і башти отриманні передаточні функції ланок прямих ланцюгів від датчика непогодження до гармати (башти). Використовуючи правила структурних перетворень, вирази передаточних коефіцієнтів жорсткого та гнучкого зворотних зв'язків, та передаточну функцію прямого каналу здійснено структурне перетворення схеми стабілізатора. Із перетвореної структурної схеми отриманні передавальні функції по сигналу керування φ_3 гармати (башти) $W_x(p)$ та по сигналу збурення $W_y(p)$ і проведений аналіз основних режимів роботи стабілізатора, а саме режим стабілізації та режим наведення. Із структурного аналізу отриманні вирази жорсткості G та демпфірування D . Зміна та отримання оптимальних значень цих параметрів досягається за допомогою потенціометрів датчиків кута та швидкості контуру підсумування сигналів, який встановлюється на блоці керуванні електронного підсилювача. Контури підсумування, що забезпечують регулювання сигналів стабілізаторів гармати та башти в залежності від положень передавальних коефіцієнтів C_k , $C_{дш}$ та сумарного сигналу C_3 від датчиків кута (ДК) і швидкості (ДШ), зображено на рис. 1.

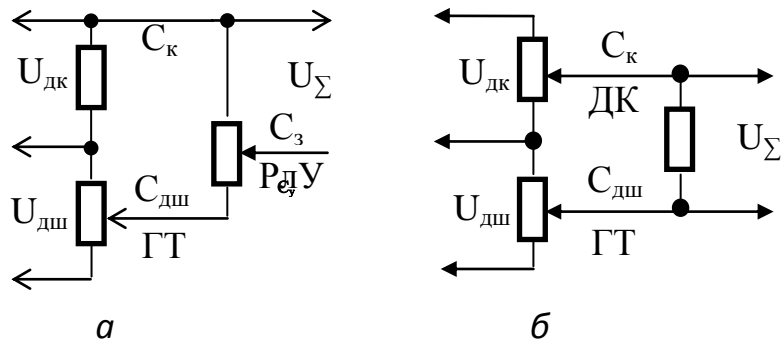


Рис. 1 – Контур підсумовування сигналів від датчика кута і швидкості:
 а – стабілізатора гармати; б – стабілізатора башти

У випадку надмірного збільшення сигналу від ДК точність роботи стабілізатора погіршується, гармата (башта) погано утримують стабілізоване положення, коливаючись з великою амплітудою. Це веде до погіршення якості перехідних процесів, а значить – до втрати стійкості системи стабілізації. Все це призводить до зниженню точності стрільби, до погіршення вимог прицілювання і надає неприємну дію на особовий склад екіпажу.

Для збільшення стійкості системи необхідно збільшити демпфірування. Тому одночасно з регулюванням жорсткості необхідно регулювати і ступінь демпфірування. При малій ступені демпфіруванні зростає перерегулювання системи, має наявність великих перебігів.

Встановлено, що відношення сигналів від ДК і ДШ вельми істотно впливає на якість перехідних процесів і тому потребує така установка движка потенціометра «ДК», при якій ступінь демпфірування буде оптимальною. Отримані практичні результати дослідження підтверджується виразом ступеня демпфірування стабілізатора, який визначається відношенням сигналу від ДШ $K_{дш}$ до сигналу від ДК $K_{дк} C_{дк}$, а саме демпфірування $D = K_{дш} / (K_{дк} C_{дк})$. При регулюванні стабілізатора доцільно спочатку відрегулювати ступінь демпфірування за допомогою потенціометра «ДК», а потім домогтися за допомогою потенціометра «Заг», необхідну жорсткість, після чого знову перевірити ступінь демпфірування.

Проведенні теоретичні та практичні дослідження на стабілізатору танка Т – 64Б показало, що контури підсумування стабілізаторів гармати і башти являються основними засобами підвищення їх стійкості та якості режимів роботи. Отримання оптимальних параметрів роботи стабілізатора вимагає тривалої та гарної підготовки членів екіпажів бойових машин.

Суттєво на точність роботи стабілізатора впливає жорсткість, яка повинна бути більша 70 кг/тп та демпфірування, яке становить не більше 2–3 перебіга від лінії візування, а перший перебіг не повинен перевищувати 3°.

УДК 656.13

А.А. ИГНАТОВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.Н. СЕРГИЕНКО, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Н.Е. СЕРГИЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Оценка технических показателей автомобиля

Для обеспечения эффективного и безопасного использования автомобилей необходимы оценочные показатели, на основании которых возможен контроль, определение технического уровня конструкции и направлений по усовершенствованию машины, выбор рациональных параметров и характеристик, разработка нормативных показателей и организационно-технических мероприятий. При этом необходимо выявить определяющие факторы. Условия эксплуатации и конструкции автомобилей изменились. Сегодня особо актуальными задачами стали – экономия топлива, снижение токсичности отработавших газов ДВС. Важной задачей по-прежнему остаётся улучшение эксплуатационных качеств автомобиля.

Одним из важнейших технических показателей автомобиля является расход топлива, для определения которого используются разные подходы. Авторами проанализированы методы определения расхода топлива, предложенные известными учеными, которые охватывают различные типы автомобилей, многообразие условий эксплуатации при установившемся и неуставившемся движении [1, 2].

К примеру, на расход топлива городским автобусом оказывают влияние следующие факторы: состояние дорожного покрытия, угол продольного уклона трассы маршрута, тип дорожного покрытия, интенсивность движения, наполняемость салона по перегонам, вид перекрестка, количество полос движения в одном направлении, радиус или количество поворотов трассы с углом в плане более 90^0 , скорость движения, длина перегона технологического цикла, частота плановых и внеплановых остановок.

В ряде исследований получил развитие энергетический подход к оценке топливной экономичности автомобиля.

Показатели экономного использования энергии топлива характеризуют техническое совершенство автомобиля по уровню или степени потребляемой энергии при его эксплуатации.

Список литературы:

1. *Говорущенко, Н. Я.* Новая методика нормирования расхода топлива с учетом конкретных условий работы автомобилей/ *Н. Я Говорущенко, И. К Шаха.* // Автом. трансп.: Респ. межвед. научн.-техн. сб.– К.: Техника, – 1987. - Вып. 24. - С.16-21.
2. *Watson H. S.* Controlling traffic flow for minimum energy consumption and amissions/ *H. S. Watson, E. E. Milkins, G. A. Marshall.* // Transaction of the institution of and, austral, eng., 1981, VEC 23, №3, p.139-148.

УДК 621.43.068.4

О.І. КАСЛІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.П. ПОЛИВ'ЯНЧУК, д-р техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Токсикологічна характеристика дисперсних частинок, що містяться у відпрацьованих газах дизелів

Різноманітними експериментами було доведено, що вплив дизельних частинок на організм людини носить негативний характер, у тому числі і канцерогенного типу.

З цієї причини актуальною задачею є проведення різноманітних досліджень складу цих частинок і роботи з удосконалення визначення їх масових викидів.

Під частками в області екології транспорту прийнято розуміти всі речовини твердої і рідкої консистенції, що викидаються двигунами внутрішнього згоряння в атмосферу, за винятком води.

В стандартах на викиди нормованих токсичних речовин уточнені умови отримання представницьких проб частинок, що дозволяють уникнути конденсації водяної пари, зокрема, в Правилах № 49-02 ЄЕК ООН зазначено, що «частки – це весь матеріал, що відбирається на фільтр з охолоджених до 52 °С і нижче відпрацьованих газів за рахунок розбавлення їх повітрям» [1].

Температура повітря при цьому повинна бути в межах 25±5 °С. В проекті нових Всесвітніх Технічних Правил ЄЕК ООН вказується, що розбавлення відпрацьованих газів повинно дозволяти отримати температуру безпосередньо перед фільтрами для відбору проб частинок в межах між 42 °С і 52 °С [2].

Види частинок, що викидаються дизельними двигунами в навколишнє середовище, можуть бути розділені на дві великі групи, а саме:

- частки органічного походження, тобто утворюються з органічних речовин палива і моторного масла;

- частки неорганічного походження.

В цілому дизельні частинки являють собою комплекс речовин:

- органічної та неорганічної природи,

- твердої та рідкої консистенції,

що утворюються в результаті неповного згоряння палива і моторного масла, зносу і корозії двигуна, а також в результаті процесів, що відбуваються з відпрацьованими газами в випускній системі, пристроях для зменшення викидів (сажевих фільтрах, окислювальних нейтралізаторах), і при змішуванні з атмосферним повітрям.

Природа дизельних частинок різноманітна, як різноманітні склад палива і моторного масла і різноманітні умови їх утворення.

Діапазон розмірів дизельних частинок в цілому охоплює п'ять порядків - від 100 мкм до 0,001 мкм.

При цьому:

- 98 % маси дизельних частинок складають частинки діаметром менше 10 мкм;
- 94 % – менше 2,5 мкм;
- 92 % – менше 1 мкм [4].

Грунтуючись на результатах досліджень на тваринах, Агентство з охорони навколишнього середовища США в 1993 році визначило значення ГДК відпрацьованих газів, яке при тривалому впливі не викликає канцерогенних змін. Це значення становить 5 мкг/м³ і є безпечним рівнем тривалого впливу відпрацьованих газів навіть для найбільш чутливих осіб [5].

Імунологічний вплив дизельних частинок виражається в посиленні відповідної реакції організму на дію специфічних агентів, що викликають астму та інші алергічні респіраторні захворювання.

Генотоксичні ефекти знайдені як для дизельних частинок, так і для їх екстрактів.

Дизельні частинки викликають:

- нагромадження в тканинах пероксидних і супероксидних радикалів;
- чинять інгібуючу дію на антиокислювальні ензими, відповідальні за знищення останніх.

Канцерогенна активність дизельних частинок в даний час знаходить все більше підтвердження. В результаті більш ніж 30 дослідницьких робіт, виконаних Інститутом охорони здоров'я США в різних регіонах, для різних професійних груп, для людей, що палять і не палять, встановлено, що довготривалий професійний вплив дизельних відпрацьованих газів на людину веде до збільшення відносного ризику виникнення раку легких на 40% [6].

Список літератури:

1. Regulation No 49. Revision 2. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) engines and vehicles equipped with C.I. engines with regard to the emissions of pollutants by the engine. - United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. – E/ECE/TRANS/505. – 61 p.

2. Worldwide Harmonized Heavy Duty Emissions Certification Procedure / Draft Global Technical Regulation (GTR) / UN/ECE-WP 29 – GRPE WHDC Working Group. - Informal Document No. GRPE-48-7 (48th GRPE, 01-04 June 2004, agenda item 1.1) – 86 p.

3. Lach G., Wincler J. Specific problems of sampling and measuring diesel exhaust emissions // SAE Techn. Pap. Ser., 1988. - No 881763. - 12 p.

4. Health assessment document for diesel engine exhaust / EPA/600/8-90/057F. — National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency. — Washington, DC. — May 2002. — 669 p.

5. Dawson D.S., Alexeeff G.V., Budroe J.D., Campelman S.V. et al. For the proposed identification of diesel exhaust as toxic air contaminant. Part B: Health risk assessment for diesel exhaust. — California EPA, Office of Environmental Health Hazard Assessment, Air Toxicology and Epidemiology Section. — 1998. — May. — 442 p. – www.epa.gov.

6. Nauss K. Diesel exhaust: a critical analysis of emission exposure and health effects // Summary of HEI special report. – October 1997. – 6 pp.

УДК 621.83.062.1

Р.І. КОВАЛЬКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

С.О. ШУБА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз вживаності схем гідрооб'ємно-механічних трансмісій тракторів в залежності від потужності двигуна

Розвиток світового тракторобудування направлений на підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів (МТА), зменшення питомих витрат на виконання тяглових технологій, поліпшення умов праці оператора МТА. Всім цим напрямкам відповідає впровадження на трактори безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ). В роботі наведено аналіз впливу схеми безступінчастої ГОМТ колісного трактора на: розподіл потоків потужності на гідравлічну та механічну гілки трансмісії; навантаження основних конструктивних елементів ГОМТ; мінімально можливий типорозмір вживаної гідрооб'ємної передачі (ГОП); середньоінтегральний ККД ГОМТ. Діапазон потужності двигуна трактора складав від 150 до 400 к.с. Розглядалися два основних типи схем ГОМТ – з «диференціалом на виході» та з «диференціалом на вході». Максимальна швидкість руху трактора 40 км/год. Навантажувальні режими задані з міркування, що середньоінтегральне значення питомого показника завантаження трактора не нижче, ніж у прототипу (Т-150 К). Для аналізу були використані матрична методика побудови математичних моделей роботи ГОМТ [1] та методологія визначення інтегральних показників якості схем ГОМТ на підставі багатокритеріальних експертних оцінок [2]. Аналіз показав, що для тракторів з потужністю двигуна до 250 к.с. оптимальною є схема з «диференціалом на виході», а для тракторів з потужністю двигуна від 250 до 400 к.с. оптимальною є схема з «диференціалом на вході». Для виконання усього комплексу тягових операцій трактора в межах від мінімальної до максимальної швидкості трактор з ГОМТ по схемі з «диференціалом на виході» повинен мати 3–4 швидкісних діапазони руху з безступінчастою зміною швидкості в межах кожного, а трактору з ГОМТ по схемі з «диференціалом на вході» достатньо 2 швидкісних діапазони руху, але при цьому обидві гідромашини ГОП мають бути регульованими.

Список літератури:

1. Самородов, В. Б. Комплексный подход к автоматизированному анализу, синтезу и проектированию гидрообъемно-механических трансмиссий/ В. Б. Самородов, А. В. Рогов, А. В. Науменко, В. А. Постный и др. // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2002. - №10. - Т.1. - С. 3-16.

2. Самородов, В. Б. Методика определения оптимальной схемы для бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссии трактора с использованием весовых коэффициентов критериев оценки/ В. Б. Самородов, С. А. Шуба // Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». НТУ «ХПИ». – 2010. -№ 33. - С. 22-27.

УДК 629.429

Т.В. КОЛЕСНИК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

В.Т. ДОМАНСКИЙ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Системный анализ энергосберегающих технических средств и технологий и обеспечение энергобезопасности процесса перевозок железных дорог

В работе ставится задача определения для основных технических средств и технологий во всех сферах деятельности железных дорог технически достижимых и экономически оправданных предельных значений показателей, влияющих на энергопотребление. Для организации перевозочного процесса – это комплекс показателей эксплуатационной работы, существенно влияющих на энергопотребление: для локомотивов – максимальный уровень эксплуатационного КПД, реализация рекуперативного торможения, компенсация реактивной мощности; для систем тягового электроснабжения железных дорог – минимальный уровень технологических потерь и перетоков мощности; для грузовых вагонов – минимальный уровень коэффициента тары, минимальное сопротивление движению поезда; для пассажирских вагонов – минимальный уровень расхода ТЭР на отопление и вентиляцию вагонов; для устройств пути – минимальный уровень сопротивления путевых конструкций движению поезда. Оптимизационная задача подобного рода хорошо аппроксимируется экспоненциальными зависимостями, особенно в условиях многофакторного влияния, каковым и является процесс формирования удельного расхода ТЭР на тягу поездов (только в сфере организации перевозочного процесса действуют 18 значимых факторов, а всего – свыше 50).

Существует некое предельное состояние (точка А), когда все технически достижимые и экономически оправданные (по сроку окупаемости) решения реализованы и система работает с η_1 и оптимизированными потерями энергии $\Delta_{\text{опт}}$.

Описанная модель формирования энергосберегающей деятельности УЗ хорошо иллюстрируется сопоставлением динамики изменения объемов железнодорожных перевозок и потребления топливно-энергетических ресурсов (в условном исчислении) в предшествующий период 1997–2012 гг. При росте общего объема перевозок за этот период на 29,9 % потребление ТЭР в целом по УЗ снизилось на 24,8 %. Причём характерно, что практически за все годы при росте объема перевозок (в % к предыдущему году) динамика потребления ТЭР в целом по УЗ заметно отставала от роста перевозок, что свидетельствует о результативности реализации энергосберегающих программ УЗ.

УДК 621.332.3

В.С. КОЛОМІЄЦЬ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Б.Х. ЄРІЦЯН, ст. викл., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження електропневматичної системи нахилу кузова швидкісного дизель-поїзду

У сучасну епоху розвитку світового співтовариства, коли зростання економіки окремої країни або регіону багато в чому визначається транспортною політикою держави, дуже важливими критеріями ефективності роботи міжміського пасажирського транспорту є швидкість і пропускна здатність. На залізницях передових у технічному відношенні країн їх вдалося суттєво підвищити, запровадивши високошвидкісний транспорт [1, 2].

Будівництво високошвидкісних магістралей виправдано при наявності трьох складових: високого економічного потенціалу країни, достатньої щільності населення і володіння керівництвом країни політичною волею розпочати і завершити такий довгостроковий проект. Цей транспорт, з позиції впровадження, являє собою досить складну, трудомістку і дуже витратну технологію. Але менш витратною технологією є швидкісний рух в інтервалі 150...200 км/ год. Цього можна досягти на існуючих лініях при використанні рухомого складу з кузовами що нахиляються [3, 4]. В даний час поїзди з вагонів з кузовами що нахиляються експлуатуються в багатьох країнах світу. Для нахилу кузовів застосовуються пасивна, пасивно-активна та активна системи. Найбільш поширена система – активна система нахилу кузова.

Активна система нахилу кузова включає в себе виконавчий механізм, силовий привід і систему управління. Виконавчий механізм нахилу кузова включає наступні вузли: проміжна балка, система підвісу, рама кузова і рама візка. В якості силового приводу механізму примусового нахилу кузова застосовуються гідравлічні, пневматичні, електрогідравлічні та електромеханічні системи.

Найбільш поширеним у світовій практиці є гідравлічний силовий привід. Тут на кожному вагоні встановлено гідравлічна система, що включає гідравлічний насос, гідроакумулятор, апаратуру регулювання нахилу, гідравлічні керовані клапани і два силових гідравлічних циліндра на кожному візку. Пневматичний силовий привід має низку переваг: робоче середовище завжди в наявності, її поповнення не викликає труднощів, до того ж можливий відбір стисненого повітря від вже існуючої на поїзді гальмівної магістралі. Однак недоліком такого приводу є мала жорсткість робочого середовища при невеликому тиску повітря. Електрогідравлічний привід забезпечує нахил за рахунок руху поршня в циліндрі під дією різниці тисків, створеної нагнітаючим гідронасосом з електроприводом. Гасіння коливань здійснюється окремим демпфуючим контуром.

Електромеханічний привід являє собою сукупність крокового електродвигуна, редуктора і гвинтової пари, що забезпечує лінійне переміщення штока. Він має здатність до самофіксації, що виключає самоповернення кузова у вихідне положення в разі відмови приводу, а також призводить до недостатнього демпфірування коливань. Для електроприводу характерні мала потреба в догляді, простота налаштування і зміна швидкості регулюючого впливу. Метою роботи є моделювання лінійного двигуна для приводу нахилу кузова швидкісного дизель-поїзду з комбінованою електропневматичною системою, що дозволяє визначити раціональну схему магнітопроводу лінійного двигуна. Основною задачею є наближення тягової характеристики лінійного двигуна до навантажувальної характеристики механізму нахилу кузова.

В роботі запропонована комплексна імітаційна модель, що її розроблено в середовищі MATLAB-SIMULINK. Особливістю моделі є знаходження залежності диференціальних індуктивностей, коефіцієнтів при протиЕРС та електромагнітної сили шляхом числових експериментів методом кінцевих елементів шляхом моделювання лінійного двигуна у середовищі FEMM та подальшої апроксимації їх поліноміальними функціями.

Досліджені чотири конструкції лінійного двигуна: базова, з сегментним якорем, з конічною проставкою статора та конічною закінцівкою якоря.

Показано, що навантажувальній характеристиці найбільш відповідає тягова характеристика лінійного двигуна з конічною закінцівкою якоря. Зміна форми закінцівки якоря і проставки найбільший вплив чинить в області малих значень проміжку між якорем та проставкою статора. Сегментний якір не може бути застосований, оскільки його тягова характеристика має локальний мінімум, що лежить нижче характеристики навантаження.

При аналогічному виконанні, двигун з конічною проставкою статора має дещо гірші тягові показники в порівнянні з двигуном з конічною закінцівкою якоря.

Таким чином, для полегшення режиму роботи інвертора, рекомендується виконувати лінійний двигун з конічною формою закінцівки якоря.

Подальші дослідження задля поліпшення механізму нахилу кузова варто спрямувати на варіювання параметрами обраного лінійного двигуна.

Список літератури:

1. Корниенко В. В. Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт / В. В. Корниенко, В. И. Омеляненко – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 159с.
2. Омеляненко В. И. Высокоскоростной электрический транспорт. Введение в тему / В. И. Омеляненко // Локомотив-информ.– Харьков: Техностандарт, 2006.– №1.– С. 8-11.
3. Омеляненко В. И. Высокоскоростной электрический транспорт. Европа. Часть 1 / В. И. Омеляненко, Г. В. Кривякин // Локомотив-информ.– Харьков: Техностандарт, 2006.– №4.– С. 12-17.

УДК 621.433: 621.436.068

Б.С. КОПИЛЬЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

І.В. ПАРСАДАНОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Визначення впливу водопаливної емульсії на безвідмовність автомобільного дизеля

Скорочення природних запасів традиційних палив і екологічні проблеми, пов'язані з їх використанням, гостро ставлять питання впровадження альтернативних джерел енергії.

Одним із способів зниження витрат енергоносіїв та збереження навколишнього середовища при експлуатації автомобільних дизелів є застосування водопаливних емульсій, використання якої покращує сумішоутворення та прискорює процес горіння палива.

Відомі дослідження практичного використання водопаливних емульсій (ВПЕ) [1–5], які відносять їх до перспективних палив для дизельних двигунів. Водопаливні емульсії – це система, яка включає в себе воду, що є дисперсною фазою з діаметром крапель 0,1...10 мкм, та паливо, що є дисперсним середовищем, яка включає воду. Такі емульсії носять назву «емульсії зворотного типу» (вода в паливі), що виключає контакт металевих поверхонь паливної апаратури і стінок трубопроводів з водою. ВПЕ одержують в гомогенізаторах і диспергаторах.

Додаткове диспергування палива відбувається в паливному насосі високого тиску і **в розпилювачі форсунки дизеля.**

Для кожного типу дизеля існує оптимальна концентрація води у ВПЕ, яка коливається від 7 до 30 % за об'ємом, що дає найбільший ефект на певних режимах роботи [6].

Тому актуальною задачею є дослідження з визначення впливу водопаливної емульсії, виробництва із різним вмістом води на показники автотракторного дизеля.

Метою роботи є визначення впливу ВПЕ на показники безвідмовності двигуна.

Дані проведених в науково-дослідній лабораторії кафедри ДВЗ НТУ «ХПІ» досліджень мікрометражу дизеля одержані в результаті стендових випробувань та вимірювання діаметру гільз циліндрів, діаметру поршня, висоти канавок поршневих кілець й висоти та товщини поршневих кілець.

З результатів вимірювання видно, що знос гільз циліндрів при роботі дизеля на паливі ВПЕ складає не більш за 0,01 мм, овалізація циліндрів – 0,01 мм, що істотно менше допустимого для цих дизелів значення.

З результатів вимірювання видно, що знос поршневих кілець по висоті при роботі дизеля на паливі ВПЕ складає не більш за 0,01 мм. Знос по товщині для окремих кілець має значення до 0,05 мм (друге компресійне кільце 3-го циліндра), що пояснюється їх приробленням у межах допустимого для цих

дизелів значення.

З результатів вимірювання видно, що знос поршнів при роботі дизеля на паливі ВПЕ складає не більш за 0,04 мм, порушення овальності для 1-го і 2-го циліндрів – 0,03 мм, для 3-го і 4-го циліндрів – 0,01 мм, що менше допустимого значення.

З результатів вимірювання знос кільцевих кановок поршнів при роботі дизеля на паливі ВПЕ складає не більш за 0,02 мм, що є допустимим значенням.

Результати перевірки паливного насоса високого тиску після проведення випробувань дизеля на ВПЕ на нерівномірність подачі палива наведені у табл 1.

Таблиця 1 – Нерівномірність подачі палива секціями ПНВТ

Номер секції	Нерівномірність перед початком випробувань (регулювання), %	Нерівномірність подачі після закінчення випробувань (перевірка), %	Допустиме значення нерівномірності подачі, %
1	1,4	1,5	6
2	0	5,4	6
3	1,4	3,4	6
4	0	1,5	6

Після закінчення випробувань перевірка ПНВТ показала, що параметри нерівномірності подачі за секціями не виходять за встановлені технічними вимогами норми.

Як видно з результатів випробувань, ВПЕ не має негативного впливу на безвідмовність дизеля й при відповідному регулюванні паливної апаратури забезпечує задані енергетичні показники дизеля та може бути рекомендовано для застосування в експлуатації.

Список літератури:

1. *Гладков О. А.* Создание малотоксичных дизелей речных судов /О. А. Гладков, Е. Ю. Лерман – Л.: Судостроение, 1990. – 112 с.
2. *Сомов В. А.* О применении водотопливных эмульсий в дизелях // Двигателестроение.–1988.– № 3.– С. 35–37.
3. *Парсаданов И. В.* Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. – Харьков: издат. центр НТУ “ХПИ”, 2003.– 244 с.
4. *Seccarelli Ulderico.* Metti l'emulsistem nel tuo motor // Tecnol. Serv. Pubbl.– 1987.– 7.– № 5.– P 52 –54, 58 – 59.
5. *Zhang T., Okada H., Tsukamoto T., Ohe K.* Experimental study on water particles in the combustion of marine four-stroke diesel engine operated with emulsified fuels. Paper № 193, CIMAC 2007, Vienna.
6. <http://additive.spb.ru/vte.html>

УДК 519.81:681.51

Д.В. КОРОЛЬ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

И.В. КОСТЯНИК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

А.А. ЛАЗАРЕНКО, ассистент, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Параметрический синтез инвариантной системы наведения и стабилизации танковой пушки

В работах [1–2] авторами рассмотрена структурная схема инвариантной системы наведения и стабилизации танковой пушки в канале вертикального наведения, а также рассматривается задача параметрического синтеза танковой системы. При этом алгоритм стабилизации формируется в виде следующего соотношения

$$U(t) = k_{\varphi} \varphi(t) + k_{\dot{\varphi}} \dot{\varphi}(t) + k_p \Delta p(t) + k_{\dot{p}} \dot{\Delta p}(t). \quad (1)$$

где приняты обозначения: $\varphi(t)$ – угловое рассогласование оси канала ствола и линии прицеливания; $\Delta p(t)$ – разность давлений рабочей жидкости в полостях исполнительного гидроцилиндра; $U(t)$ – выходной сигнал электронного блока; k_{φ} , $k_{\dot{\varphi}}$, k_p , $k_{\dot{p}}$ – варьируемые параметры алгоритма стабилизации, подлежащие выбору. Точность стабилизации оси канала ствола танковой пушки оценивается величиной интегрального квадратичного функционала [2]

$$I = \int_0^T [\beta_1^2 \varphi^2(t) + \beta_2^2 \dot{\varphi}^2(t)] dt. \quad (2)$$

Целью работы является отыскание значений варьируемых параметров алгоритма стабилизации (1), таких, чтобы на решениях замкнутой системы достигал минимума интегральный квадратичный функционал (2). В работе [3] изложен разработанный алгоритм решения задачи параметрического синтеза танковой пушки, который основан на использовании программного продукта Optimization Toolbox пакета MatLAB. Вместе с тем применение разработанного алгоритма к рассматриваемой задаче встречает затруднения, обусловленные большими различиями значений переменных состояния. В результате значительно усложняется как задача выбора варьируемых параметров алгоритма (1), так и задача выбора весовых коэффициентов β_1 и β_2 аддитивного функционала (2), что связано с высокими вычислительными погрешностями решения задачи параметрического синтеза, вследствие плохой обусловленности матриц, используемых алгоритмом решения задачи синтеза. В этой связи варьируемые параметры алгоритма (1) k_{φ} и $k_{\dot{\varphi}}$ предлагается выбирать с использованием разработанного алгоритма параметрического

синтеза, а варьируемые параметры k_p и $k_{\dot{p}}$ - исходя из условия достижения максимального порядка инвариантности замкнутой системы стабилизации к действию внешних возмущений. Повысим порядок астатизма и порядок инвариантности замкнутой системы на единицу, выбрав соответствующим образом значение варьируемого параметра k_p , а значение варьируемого параметра $k_{\dot{p}}$ положим равным нулю. Используя изложенный в [3] алгоритм параметрического синтеза, получаем оптимальные значения варьируемых параметров k_{φ}^* и $k_{\dot{\varphi}}^*$. Полученная в результате расчетов зависимость функционала (2) от значения варьируемого параметра k_p при $k_{\varphi} = k_{\varphi}^*$, $k_{\dot{\varphi}} = k_{\dot{\varphi}}^*$, $k_{\dot{p}} = 0$ показывает, что при возрастании значения варьируемого параметра k_p от нуля до k_p^* значение функционала (2) уменьшается, а при $k_p = k_p^*$ становится минимальным. В тоже время при $k_p = k_p^*$ замкнутая система стабилизации выходит на границу области устойчивости. При $k_p > k_p^*$ возрастание функционала (2) происходит вследствие выхода замкнутой системы за пределы области устойчивости. Если еще более повысить порядок астатизма системы путем выбора варьируемого параметра $k_{\dot{p}}$, то такая идеально инвариантная система является полностью неработоспособной, вследствие потери ею устойчивости. Более того, в алгоритм стабилизации (1) нецелесообразно вводить производную разности давления рабочей жидкости в полостях исполнительного гидроцилиндра $\Delta \dot{p}(t)$, так как в результате расчетов было получено, что при оптимальных значениях $k_{\varphi} = k_{\varphi}^*$, $k_{\dot{\varphi}} = k_{\dot{\varphi}}^*$, $k_p = k_p^*$ функционал (2) достигает минимальное значение при $k_{\dot{p}} = 0$. В результате проведенных исследований доказано, что требование инвариантности системы к действию внешних возмущений вступает в противоречие с требованием устойчивости системы. Это противоречие разрешается путем компромисса между выбором порядка инвариантности системы и её степенью устойчивости.

Список литературы:

1. *Александрова Т. Е.* Цифровой инвариантный стабилизатор танковой пушки / Т. Е. Александрова, И. Е. Александрова, А. А. Лазаренко // Інтегровані технології та енергозбереження. - 2012. - №2. - С.18-20.
2. *Александрова Т. Е.* Параметрический синтез инвариантного стабилизатора танковой пушки / Т. Е. Александрова, А. А. Лазаренко // Інтегровані технології та енергозбереження. - 2013. - №2. - С.44-46.
3. *Александрова Т. Е.* Параметрический синтез оптимального стабилизатора танковой пушки / Т. Е. Александрова, А. Е. Истомина, И. В. Костяник // Механіка та машинобудування. - 2012. №2. - С. 203-210.

УДК 62-332

А.О. ЛЕБЕДЄВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.В. ТРИНЬОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Поліпшення теплонапруженого стану випускних клапанів автотракторних дизелів на перехідних режимах

Вивчення закономірностей протікання теплообмінних процесів в різних деталях перспективних дизелів, а також впливу цих процесів на тепло напружений стан вказаних деталей показує, що на сьогоднішній день потрібно продовжувати подальше форсування ДВЗ для досягнення ще більш високих показників, таких, як, економічність, надійність та ін. В представленій роботі розглядається теплонапружений стан (ТНС) випускних клапанів, які як і інші деталі камери згоряння (КЗ), працюють в екстремальних умовах. Під час роботи двигуна температура нагрівання головки клапана може досягати 800°C, стрижень навантажений циклічними розтягуючими зусиллями пружини, поверхня стрижня піддається сильному впливу факторів тертя, торець стрижня зазнає дії інтенсивних контактних навантажень. Особливу увагу в роботі приділено закиданням амплітуд термічних напружень при різких змінах режимів роботи двигуна: з холостого ходу – до номінального режиму. Високі термомеханічні навантаження, значні температурні градієнти в зоні міжклапанної перетинки приводять до виникнення найбільш розповсюдженого дефекту – до тріщин термоутомленого характеру в зоні міжклапанної перетинки. Цей дефект спостерігається для більшості дизелів як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Таким чином, поставлена в дослідженні проблема є актуальною. Шляхом вирішення проблеми зниження термоутомних напружень на цих режимах є підбір раціональної товщини стінки тарілки клапана. Рівномірна товщина стінки в міжклапанному перетині клапана знижує температурні градієнти, рівень термічних напружень на перехідних режимах. При запровадженні порожнистих охолоджуваних конструкцій окремих деталей двигуна відпадає необхідність збільшення розмірів основної системи охолодження, збільшення циркуляції охолоджуючої рідини і відповідно – більших витрат потужності. Зменшується рівень температур випускного клапана, спостерігається перерозподіл теплових потоків, знижується напруженість головки циліндрів в зоні сідла і збільшується тепловідведення через стрижень клапана та напрямну втулку в систему охолодження.

Список літератури:

1. Ширяев В. М. Повышение долговечности выпускных клапанов. автореф. канд. техн. наук.: 05.04.02 / Ширяев Виктор Михайлович. – М. – 1984. –16 с.

2. Павлихин С. Б. Исследование износостойкости выпускных клапанов двигателя ВАЗ 2112 со стержнями из различных материалов / С. Б. Павлихин, В. И. Полуин, А. Н. Крючков, Н. Н. Голикова // Двигателестроение. – 2002. – №2. – с. 28 – 31.

УДК 656

Д.А. ЛИТВИН, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

С.Г. СЕЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Проблемы автосервисных предприятий в условиях сезонного спроса

Автомобильный транспорт, являясь неотъемлемым элементом транспортного комплекса страны, играет важнейшую роль в перевозке грузов и пассажиров, определяет ритмичность работы и себестоимость продукции основного производства. Несмотря на степень развития систем технического обслуживания и ремонта, проблема повышения его качества и оперативности остаётся актуальной.

Целью работы является исследование проблем, которые возникают на автосервисных предприятиях в условиях сезонного («ажиотажного») спроса. Актуальность указанной задачи подтверждается и тем, что на обслуживание автомобиля затрачивается во много раз больше труда и средств, чем на его производство.

Традиционными задачами, решаемыми в процессе сезонного ТО, являются: замена шин, осмотр система охлаждения, замена масел. Наиболее показательным примером являются шиномонтажные предприятия, так как в результате резкого изменения погодных условий автовладельцы и автомобильные предприятия вынуждены массово обращаться за обслуживанием, а при необходимости, покупать и менять шины и масла.

Так в условиях сезонного спроса существенно увеличивается рабочий день предприятия, в результате чего ухудшаются условия труда рабочих, снижается продуктивность.

Одним из подходов, в некоторых случаях, способствующим решению указанной проблемы является разработка специального программного обеспечения, объединяющего в одну информационную базу данных все территориально разрозненные подразделения одной сети автошинного предприятия. Имеется ввиду, что каждое подразделение имеет возможность не только проверить наличие товара, но и забронировать его, а также - возможность ответственно, с учетом информации о загруженности центра, рекомендовать клиенту обратиться в ближайший филиал.

В ходе проведения исследований было определено, что комплексы работ по сезонному обслуживанию нуждаются в более эффективной организации и проведении, с помощью внедрения современных инновационных технологий.

Список литературы:

1. *Шестопалов, С. К.* Автомобили/ *С. К. Шестопалов* // - М.: Транспорт, – 1995. - С. 240.
2. *Власов, В.М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей/ *В.М. Власов* // - М.: Академия, – 2003.

УДК 656.13

А.А. ЛОБОДИН, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

А.И. БОНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Повышение тормозной эффективности автомобилей

Уже более 100 лет человечество увлечено автомобилями. Машины год от года становятся все быстрее и быстрее, но, не смотря на все эти компрессоры, турбонагнетатели и другие технические новшества, позволяющие автомобилю стремительно набирать скорость – существует предел. Законы физики еще ни кто не отменял. Но не все в автомобиле измеряется скоростью. Есть также и тормоза, которые не менее важны, чем лошадиные силы. И если бы не ограничения, связанные с тем, что человек не может противостоять быстрому торможению, машины могли бы тормозить практически мгновенно.

Тормоза, что барабанные, что дисковые, всегда были неизменным спутником мощности и скорости на протяжении десятилетий. Однако эволюционировали они по-разному [1].

Целью работы является исследование тормозной эффективности современных автомобилей.

Наряду с прогрессивным совершенствованием автомобилей, совершенствуются и все его системы, а основное внимание уделяется системам безопасности автомобиля, как активным, так и пассивным.

К активным системам безопасности относятся:

- антиблокировочная система,
- антипробуксовочная система,
- система курсовой устойчивости,
- система распределения тормозных усилий,
- система экстренного торможения,
- система обнаружения пешеходов,
- электронная блокировка дифференциала.

Основным предназначением систем активной безопасности автомобиля является предотвращение аварийной ситуации. При возникновении такой ситуации система самостоятельно (без участия водителя) оценивает вероятную опасность и при необходимости предотвращает ее путем активного вмешательства в процесс управления автомобилем.

Применение систем активной безопасности позволяет в различных критических ситуациях сохранять контроль над автомобилем или, другими словами, сохранить курсовую устойчивость и управляемость автомобиля.

Перечисленные системы активной безопасности конструктивно связаны и тесно взаимодействуют с тормозной системой автомобиля и значительно повышают ее эффективность. Ряд систем может управлять величиной крутящего момента через систему управления двигателем [2].

Для грузовых автомобилей тормозная эффективность играет еще более важную роль, чем для легковых. Это обусловлено тем, что грузовые автомобили имеют более высокую массу и зачастую перевозят опасные грузы, взрывоопасные или токсичные. Поэтому к безопасности передвижения таких автомобилей предъявляются особые требования.

Тормозные системы грузовых автомобилей обычно выполняют комбинированными и зачастую дублирующими или дополняющими одна другую. Тормозные системы современных грузовых автомобилей состоят из четырех автономных систем:

- рабочая тормозная система грузовых автомобилей;
- запасная тормозная система грузовых автомобилей;
- стояночная тормозная система грузовых автомобилей;
- вспомогательная тормозная система грузовых автомобилей.

Каждая система выполняет свою функцию и в комплексе обеспечивается общая работоспособность всей тормозной системы грузовых автомобилей.

Рабочая тормозная система грузового автомобиля позволяет выполнять замедление с необходимой интенсивностью до его полной остановки, причём эффективность работы не должна выходить за пределы установленных параметров вне зависимости от скорости движения, дорожных условий или загруженности автомобиля. Запасная тормозная система грузового автомобиля выполняет все те же функции, что и рабочая тормозная система, но используется в случае частичного выхода из строя или полном отказе основной.

Стояночная тормозная система грузового автомобиля выполняет функцию удержания автомобиля в неподвижном состоянии во время стоянки автомобиля, вне зависимости от величины уклона и при отсутствии водителя.

Вспомогательная тормозная система грузового автомобиля используется при движении автомобиля на затяжных спусках для сохранения постоянной скорости автомобиля и разгрузки основной рабочей тормозной системы, что значительно сохраняет её ресурс, а так же исключает возможность её частичного или полного отказа [3].

С момента появления дисковых и барабанных тормозов, эволюция тормозных механизмов заметно замедлилась. Создаются лишь вспомогательные системы, такие как: ABS (антиблокировочная система), EBD (распределение тормозных усилий), системы экстренного торможения т.д., и компьютеризированные системы их управления, а вот сама тормозная система, принципы которой были заложены еще в 1900-х годах, сохранилась до сих пор.

Список литературы:

1. <http://dpgu.ru/article/2011-12-01/istoriya-tormoznyh-sistem>.
2. http://www.automotivehistory.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=123
3. <http://td.dn.ua/article/33>

УДК 68.513

В.В. МАНЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.В. БАТУРІН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Практика використання сучасних гіростабілізаторів та проблеми, що виникають під час експлуатації

Останній час значно збільшились вимоги до систем стабілізатору танків. Основна причина побудови стабілізаторів поля зору в бронеоб'єктах – є зовнішні збурення у вигляді просторових коливань.

Вони впливають на точність систем стабілізації, погіршують умови знаходження цілей і ведення стрільби з ходу, є основною причиною розсіювання снарядів і куль за напрямком стрільби.

Розглянемо класифікацію коливань об'єкта регулювання по площинах, в яких вони виникають та їх вплив на систему стабілізації.

Під час ведення бойових дій на середньо-пересічній місцевості, під час стрільби з ходу корпус БМ зазнає коливання в просторі.

Колівання корпусу обумовлені нерівностями місцевості, по яких рухається машина, і залежать від швидкості руху, динамічних властивостей підвіски, характеру зчеплення з ґрунтом і цілого ряду інших факторів.

Корпус об'єкта, що рухається, здійснює складні просторові рухи, які можливорозглянути як сполучення лінійного переміщення й обертання навколо деякого центру. Відповідно, виникає необхідність компенсувати усі ці збурення.

Проведений аналіз проблеми поліпшення якісних характеристик гіростабілізаторів поля зору сучасних та перспективних танкових прицілів дозволяє зробити висновки про те, що волоконний оптичний гіроскоп може бути застосований в якості чутливого елемента (датчика) обертання в інерційних системах управління і стабілізації.

Механічні гіроскопи мають так звані гіромеханічні похибки, значення яких значно збільшується і особливо під час маневрування носія (танка). При підвищенні точностних характеристик стабілізаторів поля зору на основі електромеханічних гіроскопів конструктори стикаються з рядом складнощів, пов'язаних із складністю технології виготовленням та відносно високою його вартістю.

Перспектива використання дешевих оптичних датчиків обертання, які здатний працювати без гіромеханічних помилок в інерційній системі управління, є основною причиною особливого інтересу до оптичного гіроскопа. Цей прилад може повністю замінити складні та дорогі електромеханічні (роторні) гіроскопи і тривісні гіростабілізовані платформи.

Можливість створення реального високочутливого волоконно - оптичного гіроскопу з'явилася лише з промисловою розробкою одномодового діелектричного світлопроводу з малим загасанням.

Саме конструювання волоконно - оптичного гіроскопу на таких світлопроводах визначає унікальні властивості приладу. Такі як:

- потенційно висока чутливість (точність) приладу, яка вже зараз на експериментальних макетах 0,1 град/год і менш;
- малі габарити і маса конструкції, завдяки можливості створення ВОГ повністю на інтегральних оптичних схемах;
- невисоку вартість виробництва і конструювання при масовому виготовленні і відносна простота технології;
- незначне споживання енергії, що має важливе значення у разі використанні ВОГ на борту рухомих об'єктів;
- великий динамічний діапазон вимірюваних кутових швидкостей (зокрема, наприклад, одним приладом можна вимірювати швидкість повороту від 1 град/год до 300 град/с);
- відсутність механічних елементів (роторів), що обертаються, і підшипників, що підвищує надійність і здешевлює їх виробництво;
- практично миттєву готовність до роботи, оскільки не витрачається час на розкручування ротора;
- нечутливість до великих лінійних прискорень і отже, працездатність в умовах високих механічних перевантажень;
- високу перешкодостійкість, низьку чутливість до могутніх зовнішніх електромагнітних дій завдяки діелектричній природі волокна;
- слабку схильність до проникаючої гама-нейтронної радіації, особливо в діапазоні 1,3 мкм.

Ці властивості волоконно - оптичного гіроскопу привертають увагу розробників систем управління, так як дозволяють створити прості високоточні конструкції, які повністю сконструйовані на дешевих твердих інтегральних оптичних схемах при масовому виробництві.

Таким чином, завдяки унікальним технічним можливостям волоконно - оптичного гіроскопу його використання є доцільним.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.
3. Технология ремонта бронетанковой техники. Под редакцией Марютина М. И. – М: ВА БТВ. – 592 с. – 1973 г.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под редакцией Патона В. Е. – М: Машиностроение. – 786 с. – 1974 г.

УДК 621.22

Д.В. МАРЕНИЧ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.М. КРАСНОКУТСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Розробка розпушувача для трактора ТС-10 з модернізацією конструкції його наконечника

Бульдозер ТС-10 який випускається Харківським тракторним заводом добре зарекомендував у земляних роботах –розробці і переміщенні грантів ритті та засипанні траншей зведення насипів переміщення гравію розчищення доріг від снігу, а також для виконання транспортних, будівельних робіт на ґрунтах 1–3 категорій. Для роботи на мерзлих ґрунтах грантах 4 категорії та легких розбірних скальних породах застосовується завчасне розпушування трех зубовим розпушувальним обладнанням рис. 1.



Рис. 1 – Бульдозер ТС–10

Розпушники за своєю конструкцією і класифікацією складають велику кількість землерийних машин, і з врахуванням умов експлуатації підбирається найбільш доцільний вид розпушника, щоб отримати як найбільшу продуктивність і як найменшу енергоємність.

Все більш ефективне використання розпушників при розробці скельних і мерзлих ґрунтів обумовлене, з одного боку, значним ростом потужності базових тракторів і, з іншого боку – модернізацією навісного обладнання і конструкцій робочих органів.

В зв'язку з тим, що безкінечно неможливо підвищувати потужність базової машини, а в окремих випадках надпотужні машини не можуть працювати в заданих умовах, виникає потреба в альтернативному підході для збільшення продуктивності розпушника та зменшення енергоємності розробки ґрунту.

Економічно вигідним способом вдосконалення розпушника - створення робочого органу, що дозволяє підвищити продуктивність машини при встановленій потужності і порівняно низьких додаткових капітальних витратах.

Тому доцільно використовувати нові конструкції робочого органу

розпушника, які можуть працювати на значній глибині в мерзлих та скельних ґрунтах, збільшуючи продуктивність машини за рахунок зменшення енергоємності розробки ґрунту без збільшення потужності базової машини.

Для досягнення даного рішення пропонується нова конструкція наконечника розпушника. Особливість якої полягає в наявності підрізаючого ножа, як додаткового елемента, який створює динамічний удар. На робочу балку 1 та закріплено, за допомогою пальця 2, наконечник 3. До наконечника 3 кріпиться підрізаючий ніж 4 довжиною l , при цьому, в бік розробки ґрунту, підрізаючий ніж 4 виступає за наконечник 3 на відстань l , при чому ($l > A$). Підрізаючий ніж 4 має робочу сторону 5, нижню поверхню 6 та похилу поверхню 7. З робочої сторони 5 підрізаючого ножа 4 на перетині нижньої поверхні 6 та похилої поверхні 7 утворюється ріжуча кромка 8. Підрізаючий ніж 4 являє собою металевий корпус 9 висотою (b) та шириною $2b$ з товщиною стінки (c), при чому ($b > c$). Металевий корпус 9 утворює ножеву порожнину 10 висотою a , при чому ($b > a > c$), шириною $2a$ та довжиною l_2 , при чому ($l_2 > l$). З сторони ріжучої кромки 8 ножева порожнина 10 обмежується металевим корпусом 9, з іншої сторони, з можливістю вільного руху рідини, до неї під'єднаний ножевий гідроциліндр 11. Вхідний патрубок 12, ножевого гідроциліндра 11, через зворотній клапан 13 підключено до напірної магістралі 14 базової гідросхеми, при цьому біля зворотного клапана 13 до напірної магістралі під'єднано манометр 15. Вихідний патрубок 16, ножевого гідроциліндра 11, через клапан тиску 17 під'єднано до зливної магістралі 18 базової гідросхеми. Ножевий гідроциліндр 11 складається з корпусу 19 в якому вільно розміщено поршень 20.

Достатня сила опору згинання підрізаючого ножа досягається за рахунок гідравлічної рідини в ножевій порожнині. В результаті стиску гідрорідини поршнем в ножевій порожнині створюється зусилля, яке в сумі з силою опору згинанню металевому корпусу, дозволяє використовувати наконечник з підрізаючим ножем на значній глибині при розробці скельних та мерзлих ґрунтів.

Завдяки можливості акумулювання енергії пружно-деформованими елементами з подальшим її використанням для створення швидкісного силового імпульсу на кромці підрізаючого ножа забезпечується попередньо утворена стиснена зона та лідируючі тріщини в масиві, що призводить до зменшення енергоємності статичного навантаження для повного відокремлення елемента ґрунту.

Список літератури:

1. ПАТ ХТЗ. Трактор ТС-10 обладнання та експлуатація/ ПАТ ХТЗ // – Харків.
2. Пелевин, Л. Е. Зменшення енергоємності розробки ґрунту модернізацією конструкції наконечника розпушника/ Л. Е. Пелевин, М. М. Карпенко. // Укр. Д.А.З.Т м.Харків – 2014 р.

УДК 621.43.052

Р.О. МАТРОСОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

І.В. ПАРСАДАНОВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Розробка схеми і конструктивних елементів системи рециркуляції відпрацьованих газів автомобільного дизеля

Найбільші вимоги які застосовуються до автомобільних двигунів, так як вони експлуатуються в місцях скупчення людей: у містах, передмістях, на підприємствах, великих міжміських трасах. Введення нових норм на викиди шкідливих речовин (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ) для автомобільних двигунів потребує розробки нових та удосконалення вже відомих заходів для підвищення їх екологічних якостей.

Одним з дієвих методів для екологізації двигунів внутрішнього згорання є застосування рециркуляції ВГ. Система рециркуляції відпрацьованих газів призначена для зниження викидів найбільш токсичного компоненту ВГ – оксидів азоту за рахунок повернення частини газів в циліндр двигуна. Зменшення кількості NO_x у ВГ пов'язано із зниженням концентрації кисню в камері згорання та зменшенням температури у циліндрі, обумовлене вищою теплоємністю інертних CO_2 і парів води, які безпосередньо не беруть участь в процесі згорання. При рециркуляції можливе зменшення викиду твердих частинок (ТЧ).

Рециркуляція буває внутрішня і зовнішня. Внутрішня рециркуляція здійснюється при перекритті тактів впуску і випуску. Деяка кількість залишкових відпрацьованих газів, яке залежить від кута перекриття клапанів, повторно повертається в камеру згорання разом зі свіжою робочою сумішшю. Зовнішня рециркуляція ВГ забезпечується поверненням частини ВГ через зворотний клапан з системи випуску двигуна у впускний тракт.

До недоліків рециркуляції відносять підвищення витрати палива, зменшення потужності двигуна на режимах максимального навантаження, підвищення кількості CO_2 у ВГ забруднення впускних каналів та циліндрів.

Метою даної роботи є розробка схеми і конструктивних елементів системи рециркуляції відпрацьованих газів автомобільного дизеля.

Об'єктом дослідження обрано рядний чотирьох циліндровий дизель 4ДТНА1 із безпосереднім впорскуванням палива і газотурбінним наддувом, робочим об'ємом $2,0 \text{ дм}^3$, ступеню стиску 18,5 та номінальною потужністю 73,5 кВт при частоті обертання колінчастого валу 4200 хв^{-1} , розроблений в ДП «ХКБД» для установки на автомобілі різного призначення.

В даній роботі для дизеля 4ДТНА1 обґрунтований вибір і розроблена конструкція пневмомеханічного клапана. На рис. 1 показана, конструктивна схема пневмомеханічного клапана для рециркуляції відпрацьованих газів. Клапан утримується в закритому положенні. При подачі розрідження в

вакуумну порожнину мембрана пересилує силу пружини і відкриває клапан. Відпрацьовані гази по каналу проходять в за дросельну зону впускного колектора. На холостому ході дросельна заслінка закрита, розрідження практично відсутнє, клапан закритий. При середніх навантаженнях двигуна клапан відкритий. При повній потужності дросельна заслінка відкрита, розрідження слабке, клапан закритий.

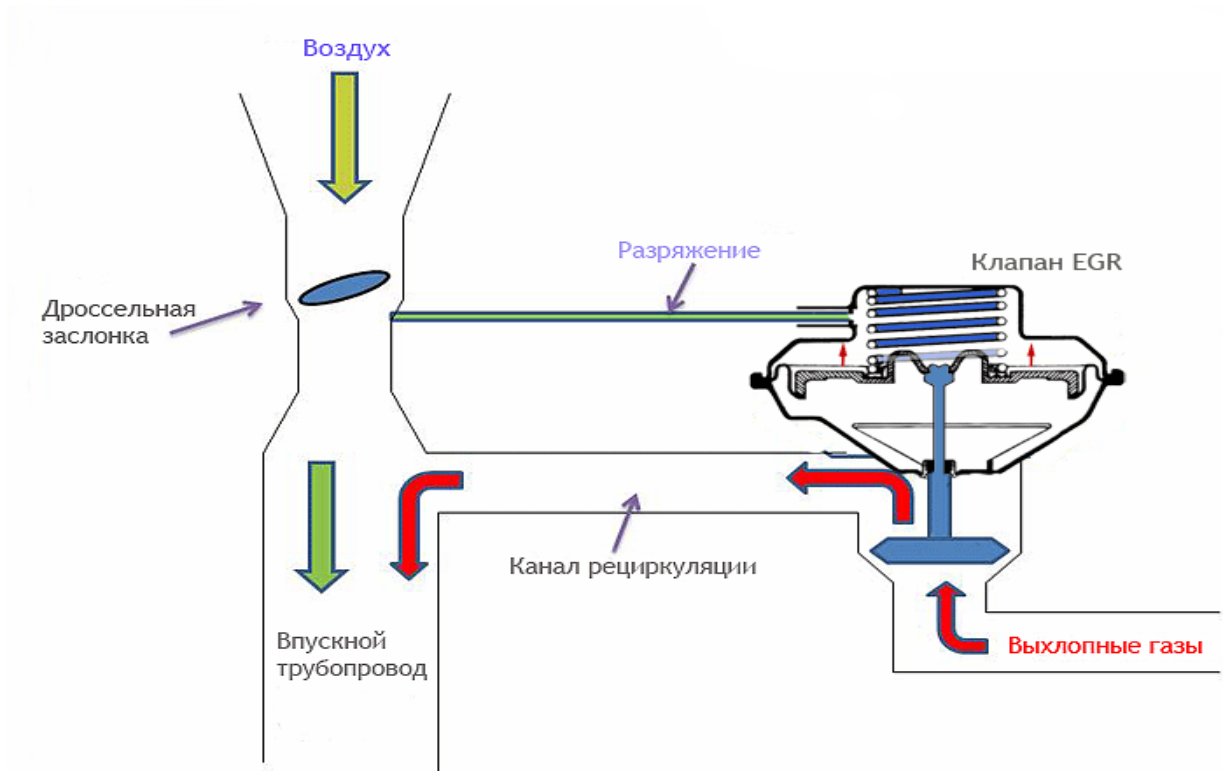


Рис. 1 – Схема пневмомеханічного клапана

Розроблено схему і конструктивні елементи системи рециркуляції відпрацьованих газів на автомобільному дизелі 4ДТНА1. Для забезпечення перспективного рівня екологічних показників вітчизняного дизеля 4ДТНА1 обґрунтовано застосування зовнішньої рециркуляції відпрацьованих газів. Рециркуляцією відпрацьованих газів можливо забезпечити зниження не тільки викиду оксидів азоту, а і твердих частинок.

Список літератури:

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків, Прапор, 2004.- 466 с.
2. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. С40 Первое русское издание. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем» 2004. – 480с.
3. Кулешов А. С., Грехов Л. В. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания. – М.: МГТУ, 2000. – 64 с.

УДК 68.513

В.В. МИКИТЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.В. ЄРМАКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Порівняльний аналіз методик розрахунку електромашинних приводів стабілізатора башти танка Т-64Б

З постійним розвитком бойової техніки, озброєння та систем автоматизованого управління озброєнням бронетанкової техніки (БТТ) підвищуються вимоги до знань в цій області військових інженерів.

Досить важливим в цьому є знання і розуміння будови, принципів роботи і процесів, які відбуваються в системах автоматичного управління і регулювання.

Автоматизовані системи управління озброєнням - система, що базується на її науковій основі - теорії автоматичного регулювання і охоплює елементи, пристрої і прилади танкової автоматики та системи управління озброєнням, принципи їх будови, роботи, функціонування, технічного регулювання, принципи інженерного розрахунку автоматизованих систем управління озброєнням і в першу чергу визначення їх стійкості і точності регулювання та потужності виконавчих двигунів.

Однією з основних складових систем автоматичного управління вогнем являються стабілізатори, які забезпечують стабілізацію гармати і башти завдяки наявності в них силових виконавчих приводів.

Стабілізатор – це комбінована система автоматичного регулювання (САР), яка призначена для наведення і підтримання з певною точністю постійності заданого навідником напрямку лінії прицілювання та лінії пострілу гармати з метою підвищення ефективності стрільби.

Стабілізатори, як САР, повинні задовольняти ряду вимог, що ставляться до них при визначенні технічної досконалості і якості їх функціонування.

Стійка робота – першочергова і безперечна вимога, яка ставиться до систем автоматичного регулювання та силових приводів, що працюють в режимах слідкування та переміщення зброї.

Якщо ж при роботі стабілізаторів в цих випадках не настає у сталевий режим, тобто перехідний процес не згасає, то така система (силовий привід) практично не працюватиме.

Тому важливою задачею дослідження і проектування автоматизованих та автоматичних пристроїв і систем є визначення умов, при яких процеси регулювання і управління будуть стійкими.

Забезпечення стійкості особливо актуально при проектуванні і експлуатаційних регулюваннях параметрів замкнутих САР, в яких із-за наявності зворотного зв'язку можливі процеси самозбудження.

Методики утримують необхідний матеріал для розрахунку стійкості і якості систем наведення озброєння, а саме:

- види схем САР по принципу автоматичного регулювання,
- функціональна схема наведення індикаційного стабілізатора, як САР по неузгодженню,
- порядок складання диференціальних рівнянь та передавальних функцій основних пристроїв систем наведення,
- порядок розрахунку стійкості і якості систем наведення, за допомогою амплітудно-частотної, фазо-частотної характеристик (АФЧХ) та критерію Михайлова,
- теоретичні основи щодо розрахунку потужності виконавчого двигуна електромашинного приводу,
- практичний приклад розрахунку потужності та алгоритму методики розрахунку виконавчого двигуна.

На основі вивчення та аналізу літературних джерел і вибору необхідних початкових даних створена загальна методика для розрахунку потужності виконавчого двигуна електромашинного привода стабілізатора башти.

На основі даної методики створено алгоритм розрахунку потужності виконавчого двигуна електромашинного привода, який буде використовуватись в подальших наукових дослідженнях і створенні загальної методики для розрахунку потужності виконавчого двигуна електромашинного привода стабілізатора башти.

Розрахунок потужності виконавчого двигуна електромашинного привода являється складовою частиною АСУО.

Створена систематизована методика розрахунку потужності виконавчого двигуна електромашинного привода.

Надані експлуатаційні, технічні та методичні вказівки, дозволяють більш детально оволодіти методикою розрахунку потужності виконавчого двигуна.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.
3. Технология ремонта бронетанковой техники. Под редакцией Марютина М.И. – М: ВА БТВ. – 592 с. – 1973 г.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под редакцией Патона В.Е. – М: Машиностроение. – 786 с. – 1974 г.
5. Александров С. С. та ін. Основи автоматики і танкові автоматичні системи Харків: НТУ „ХПІ”, – 2002.
6. Корнеев С. С. и др. Основы автоматики и танковые автоматические системы. Москва. изд БТА, – 1976.

УДК 62-592

А.Ю. МОКРИЦКИЙ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

В.Р. МАНДРЫКА, канд. техн. наук, доц., НТУ«ХПИ», Харків, Україна

Совершенствование тормозной системы автомобилей Ford

Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из наиболее важных проблем автомобильного транспорта.

Ежегодно в мире в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) погибает около миллиона человек.

Тормозная система автомобиля является одним из узлов, обеспечивающих безопасность движения. Поэтому ее совершенствование является важным и необходимым.

Одним из способов повышения активной безопасности автомобилей является оснащение их антиблокировочной системой (АБС), сохраняющей устойчивость и управляемость при экстренном торможении.

В настоящее время АБС оснащаются от 80 до 99 % легковых автомобилей различных классов.

Практика эксплуатации показала высокую эффективность внедрения АБС. Вместе с тем, тормозная система с АБС сложнее по конструкции, а ее элементы работают в более тяжелых условиях, чем в традиционной тормозной системе. В результате следует ожидать снижения ресурса элементов автоматизированной тормозной системы, что может способствовать росту количества ДТП по причине технической неисправности транспортных средств.

Следовательно, исследование влияния рабочего процесса АБС на ресурс элементов тормозной системы является актуальной задачей.

Объект исследования - тормозная система с гидравлическим приводом легкового автомобиля Ford Focus. В этом автомобиле уже применяется АБС, а в максимальных комплектациях и ESP (система курсовой устойчивости или система динамической стабилизации), предназначенная для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля за счет заблаговременного определения и устранения критической ситуации.

Для повышения эффективности и безопасности движения предлагается внедрение на рассматриваемом автомобиле таких систем как:

1. Система сухого торможения (ESP-Feature).

При помощи системы "сухого" торможения существенно сокращается тормозной путь транспортного средства на мокром дорожном покрытии. Это достигается благодаря тому, что поверхность тормозных дисков периодически очищается от влаги и грязи.

2. Система Hill Hold Control (ННС) - удержание автомобиля в начале движения при спуске или подъеме на склон.

Система ННС работает совместно с тормозной системой. Когда система обнаруживает, что транспортное средство находится на склоне, она

поддерживает давление в тормозной системе, и удерживает автомобиль в неподвижном состоянии до тех пор, пока водитель не нажмет педаль газа.

3. Система аварийного торможения (Brake Assist) - электронная система управления давлением в гидравлической системе тормозов, которая в случае необходимости экстренного торможения и недостаточного при этом усилия на педали тормоза самостоятельно повышает давление в тормозной магистрали. Однако внедрение данных систем влечет за собой повышение стоимости автомобиля. Это в свою очередь может уменьшить спрос на автомобили с таким оснащением.

По нашему мнению с для повышения безопасности движения необходимо сделать внедрение АБС, ESP И Brake Assist обязательными для всех легковых автомобилей.

В связи с этим необходимо дополнительно разработать технологический процесс диагностики и обслуживания тормозных систем на современных СТО.

Список литературы:

1. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минавтотранс РСФСР.-М.: Транспорт, 1988-78 с.
2. Григоренко *Л. В.*, Колесников *В. С.* Динамика автотранспортных средств. Теория, расчет передающих систем и эксплуатационно-технических качеств. — Волгоград: Комитет по печати и информации, 1998. 544 с.
3. Гуревич *Л. В.*, Меламуд *Р. А.* Тормозное управление автомобиля. М.: Транспорт, 1978. - 152 с.
4. Джонс *И. С.* Влияние параметров автомобиля на дорожно-транспортные происшествия. Пер. с англ. *С. Р. Майзельс.* Под ред. *Р. В. Роттенберга.* — М.: Машиностроение, 1979.-207 с.
5. Доценко *В. А.* Изнашивание твердых тел. М.: Цинтихимнефтемаш, 1990. -192 с.
6. Дроздов *Ю. Н.* Определение интенсивности изнашивания // Вестник машиностроения. 1980. - №6. — с. 12-15.
7. Евтушенко *А. А.*, Иваник *Е. Г.*, Конечны *С.* Определение эффективной глубины прогрева накладки дискового тормоза 1998. - №3.
8. Польцер *Г.*, Майснер *Ф.* Основы трения и изнашивания. М.: Машиностроение, 1984.
9. <http://dpggo.ru/article/2011-12-01/istoriya-tormoznyh-sistem>.
10. http://www.automotivehistory.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=123
11. <http://td.dn.ua/article/33>
12. Бабков, *В.Ф.* Дорожні умови і безпека руху/ *В.Ф. Бабков* // - М.: Транспорт, 2000.
13. Туревский, *И. С.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие. // ИД «Форум». – 2007. - С. 432.
14. *Hubert Wilmer* Generations-Wechsel, Profi №8, 2012.

УДК 68.513

В.М. МУЖУК, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.В. БАТУРІН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Сучасні тенденції розвитку та практики використання оптоелектронних пристроїв стабілізаторів

У роботі був проведений аналіз перспективної схеми стабілізатора та системи управління вогнем бойової машини БТР-4Е.

З метою оцінки якісних характеристик та переваг функціонально-кінематичної схеми стабілізатора БТР-4Е проведений аналіз комплексів озброєння та систем управління вогнем БМП-2 та БМП-3.

На основі виконаної роботи можна зробити висновки про те, що в БМП-2 поле зору прицілу жорстко зв'язане з гарматою і стабілізується разом з нею (має місце залежна стабілізація лінії прицілювання).

В БМП-3 поле зору прицілу 1К13-2 стабілізується незалежно від гармати (створена незалежна стабілізація лінії прицілювання).

Як в БМП-2 так і в БМП-3 в якості чутливих елементів (датчиків) обертання в інерційних системах управління і стабілізації застосовуються механічні гіроскопи, які мають так звані гіромеханічні похибки.

Останні особливо сильно виявляються під час маневрування носіїв (БМП-2, БМП-3).

Суттєве поліпшення точності характеристик стабілізаторів поля зору на основі електромеханічних гіроскопів пов'язано з рядом складнощів, і в першу чергу із виготовленням та їх вартістю.

Перспектива використання дешевого оптичного датчика обертання, який здатний працювати без гіромеханічних помилок в інерційній системі управління, є волоконно-оптичний гіроскоп.

Цей прилад може повністю замінити складні та дорогі електромеханічні (роторні) гіроскопи і тривісні гіроскопічні стабілізовані платформи.

Можливість створення реального високочутливого волоконно-оптичного гіроскопу з'явилася лише з промисловою розробкою одномодового діелектричного світлопровода з малим загасанням.

Саме конструювання волоконно-оптичного гіроскопу на таких світлопроводах визначає унікальні властивості приладу і використовується в прицільному комплексі ПНК-6.

На основі волоконно-оптичних гіроскопів створений в прицілу двохосьовий гіроскопічний стабілізатор поля зору, який володіє суттєвими перевагами перед стабілізаторами на основі електромеханічних гіроскопів.

Такий панорамний прицільний комплекс ПНК-6 зараз активно випробовується з метою включення в систему управління вогнем вітчизняних бойових машин, так як він має наступні переваги:

- потенційно висока чутливість (точність) приладу, яка вже зараз на експериментальних макетах 0,1 град/год і менш;
- малі габарити і маса конструкції, завдяки можливості створення волоконно-оптичного гіроскопу повністю на інтегральних оптичних схемах;
- незначне споживання енергії;
- великий динамічний діапазон вимірюваних кутових швидкостей (від 1 град/год до 300 град/с);
- відсутність механічних елементів (роторів), що обертаються, і підшипників, що підвищує надійність і здешевлює їх виробництво;
- практично миттєву готовність до роботи, оскільки не витрачається час на розкручування ротора.

Ці властивості волоконно-оптичного гіроскопу привертають пильну увагу розробників систем управління, так як дозволяють створити прості високоточні конструкції повністю на дешевих твердих інтегральних оптичних схемах при масовому виробництві.

Завдяки унікальним технічним можливостям волоконно-оптичного гіроскопу інтенсивно розвиватимуться і можуть знайти широке використання прицільно стабілізатор поля зору, прицільно спостережний комплекс, як видно із роботи ПНК-6 володіє розширеними і функціональними можливостями і підвищеними технічними характеристиками за рахунок введення в конструкцію прибора двухплощиного гіроскопічного стабілізатора на основі волоконно-оптичного гіроскопу.

Встановлення обертової головної частини прицілу забезпечує круговий кут огляду по горизонталі, що підвищує більш якісну здійснює пошук і пізнання цілей на полі бою.

Прилад забезпечує вимір дальності до вибраної цілі, індикацію і видачу в танковий балістичний обчислювач електричних сигналів які відповідають виміру дальності.

Крім того забезпечує вироблення сигналів пропорційних кутових швидкості наведення лінії прицілу по горизонту і вертикалі та видачу цих сигналів до танкового балістичного обчислювача і стабілізатора озброєння танка.

Таким чином, використання оптоелектронних пристроїв стабілізації підвищує ефективність системі управління вогнем.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.
3. Технология ремонта бронетанковой техники. Под редакцией Марютина М. И. – М: ВА БТВ. – 592 с. – 1973 г.

УДК 629.423.3

І.В. НОВОФАСТОВСЬКИЙ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Л.В. ОВЕР'ЯНОВА, канд. техн. наук., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Бортовий електромеханічний інерційний накопичувач енергії для електрорухомого складу

Створення та модернізація сучасного енергетично ефективного електрорухомого складу (ЕРС) можливо лише при використанні енергозберігаючих технологій. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження в тяговий електропривод ЕРС бортових накопичувачів енергії, які, на думку фахівців, можуть заощадити до 30% енергоресурсів, призначених на тягу і власні потреби [1]. На сьогоднішній день на борту ЕРС можливе застосування накопичувачів енергії трьох типів – на базі двошарових конденсаторів, літєво-іонних акумуляторів і маховиків. Причому на реальних об'єктах працюють накопичувачі енергії тільки останнього типу [2]. На підставі раніше проведених досліджень було встановлено, що електромеханічні інерційні накопичувачі енергії за своїми питомим показниками енергії і потужності істотно перевершують конденсаторні та електрохімічні. Тому у якості бортових доцільно застосовувати накопичувачі саме такого типу. Пропонується використовувати у системі тягового електроприводу інерційний накопичувач енергії з системою електромеханічного перетворення у вигляді оберненої машини постійного струму зі збудженням від постійних магнітів і напівпровідниковим комутатором. Встановлено, що при гальмуванні однієї секції електропоїзду ЕР2Т, з розрахунку на один тяговий двигун 1ДТ-003, на гальмівних резисторах переводиться в тепло близько 6 МДж енергії. Цю енергію доцільно накопичувати у режимі гальмування ЕРС, а потім видавати в систему передачі потужності електрорухомого складу у режимі тяги.

Виходячи з рівнів енергії та потужності обміну, необхідно у систему тягового електроприводу запровадити накопичувач з наступними технічними даними: енергія обміну – 5,2 МДж, потужність – 250 кВт, струм – 400 А, напруга – 700 В.

Список літератури:

1. *Омельяненко В. И.* Накопители энергии – перспективная технология для железных дорог / В. И. Омельяненко, В. Е. Бондаренко, Г. В. Омельяненко, Л. В. Оверьянова // Міжнародний інформаційний науково-технічний журнал «Локомотив-інформ». – Харків: Техностандарт.– 2011. – №4. – С.4–9.

2. *Lenhard D.* Elektrische Ausüstung des Triebuyuges LIREX Baureihe 618/619 für DB Regio / D. Lenhard, B. Engel, J. Langwost, C. Söffker // Elektrische Bahnen 8. – 2000. – P. 279–289.3.

УДК 629.423

Р.Ш. НУРИЕВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Україна

Б.Г. ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Україна

Выбор режимов работы асинхронного тягового привода мотор-вагонного подвижного состава

Тяговые приводы на основе асинхронных тяговых двигателей строятся на основе автономных инверторов напряжения и асинхронных тягового двигателей. Существуют разнообразные схемы включения тяговых двигателей и инверторов. Наибольшее распространение получила схема с групповым (тележечным) включением, при котором к одному инвертору подключены два (иногда три) тяговых двигателя установленных на одной тележки [1]. Параметрами для оценки эффективности тягового привода рационально выбрать следующие компоненты вектора управления коэффициент модуляции (K_m) величина которого определяет значение фазного напряжения тягового двигателя, величину скольжения (s) ротора и режим работы преобразователя – однопульсный или ПВ ШИМ. Эти величины являются относительными и их удобно использовать для оценки режимов работы приводов различной мощности. В качестве критерия как сказано выше выбираем КПД привода η . При решении задачи оптимизации на параметры накладываются ограничения в виде неравенств: $1,414 \geq K_m \geq 0$, для режима ПВ ШИМ; $s_{kr} \geq s \geq 0$, при $M_2 > 0$; иначе $0 \geq s \geq -s_{kr}$, где s_{kr} - критическое скольжение $I_{1\phi} < I_{max}$ где I_{max} – максимальный допустимый фазный ток ЭМП; и в виде равенства: $M_2 = M_{зад}$.

Для решения задачи оптимизации использован пакет `optlab` для MATLAB разработанный в НТУ «ХПИ», который позволяет легко варьировать различными методами решения задач оптимизации. Наилучшие результаты по времени решения поставленной задачи показал метод циклического покоординатного спуска. Для тягового привода на основе асинхронного тягового двигателя предложено в качестве компонент вектора управления выбрать: скольжение, коэффициент модуляции и способ регулирования режимами работы двигателя. Определено, что КПД ЭМП в режиме ПВ ШИМ выше КПД ЭМП в однопульсном режиме до частоты вращения 400..500 об/мин. Поэтому, для малых скоростей (малых частот вращения АТД) движения при движении ЭПС тяговый привод работает в режиме ПВ ШИМ, а далее переходит в однопульсный режим.

Список литературы:

1. Любарский Б. Г. Электродвигатели для перспективного электроподвижного состава / В.И. Омеляненко, Рябов Е. С, А. В Демидов, Т. В. Глебова // Локомотив-інформ. – 2008. – №1. – С. 16–19.

УДК 629.423

П.В. ОБЧАРУК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Б.Г. ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Выбор режимов работы синхронного тягового привода мотор-вагонного подвижного состава

Тяговые приводы на основе синхронных тяговых двигателей с возбуждением от постоянных магнитов строятся на основе автономных инверторов напряжения и синхронных тяговых двигателей. В отличие от асинхронного привода рассмотренного в предыдущем разделе тяговые двигатели имеют индивидуальное включение автономного инвертора, что обусловлено системой управления двигателя с обратной связью по угловой координате [1]. Составляющими вектора параметров оценки эффективности тягового привода рационально выбрать: коэффициент модуляции (K_m) величина которого определяет значение фазного напряжения тягового двигателя, величину угла θ (угла управления) в основном определяющего электромагнитный момент двигателя и режим работы тягового привода – однопульсный или ПВ ШИМ. Первые две величины являются относительными и их удобно использовать для оценки режимов работы приводов различной мощности. В качестве критерия как сказано выше выбираем КПД привода η . При решении задачи оптимизации на параметры накладываются ограничения в виде неравенств: $I_{1\phi} < I_{\max}$, $1,414 \geq K_m \geq 0$, для режима ПВ ШИМ, где I_{\max} – максимальный допустимый фазный ток ЭМП; и в виде равенства: $M_2 = M_{зад}$

Для решения задачи оптимизации использован пакет optlab для MATLAB разработанный в НТУ «ХПИ». Наилучшие результаты по времени решения поставленной задачи показал метод циклического покоординатного спуска [2].

Для тягового привода на основе синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов предложено в качестве компонент вектора управления выбрать угол управления, коэффициент модуляции и способ регулирования режимами работы двигателя. Определено, что КПД привода на основе СДПМ и ЭМП в однопульсном режиме имеют значительную зону, в которой не было найдено решение, что обусловлено невозможностью регулирования напряжения в этом режиме. КПД привода в однопульсном режиме лишь в узкой зоне при максимальных больших значениях мощности ЭМП выше КПД при ПВ ШИМ, что обусловлено более высоким напряжением питания ЭМП.

Список литературы:

1. Любарский Б. Г. Электродвигатели для перспективного электроподвижного состава / В.И. Омеляненко, Рябов Е. С., А. В Демидов, Т. В. Глебова // Локомотив-інформ. – 2008. – №1. – С. 16–19.

УДК 621.22

В.В. ОЛЬХОВСЬКИЙ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Г.А. АВРУНИН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Разработка методики стендовых испытаний насоса гидроусилителя автомобиля

Целью данной работы является разработка стенда для проверки выходных параметров насоса гидроусилителя руля легковых автомобилей модели Volkswagen Passat. Актуальность работы подтверждается большим количеством эксплуатируемых автомобилей данной модели в Украине.

Автомобили модели Volkswagen Passat комплектуются шестеренными насосами производства JP group (Дания), Profit (Чехия), TRW (Германия) и Spidan (Германия). В качестве рабочей жидкости используется сорт G 004 000, рекомендуемый производителем автомобилей.

При проведении испытаний насоса необходимо придерживаться стандарта ГОСТ 18464, устанавливающего правила приемки и методы контроля насосов при проведении приемосдаточных, периодических и типовых испытаний.

Основными параметрами технической характеристики насоса являются:

- рабочий объем;
- частота вращения (номинальная, минимальная и максимальная);
- давление рабочей жидкости в линии нагнетания (номинальное, максимальное и пиковое);
- давление во всасывающей магистрали;
- КПД насоса, в том числе коэффициент подачи и гидромеханический;
- потребляемая мощность при номинальных параметрах по частоте вращения и давлению;
- диапазон температур рабочей жидкости (минимальная в режиме «холодного пуска» и максимальная, предельно допустимая в эксплуатации);
- номинальная тонкость фильтрации и способы ее обеспечения;
- уровень шума в полном диапазоне частот вращения;
- долговечность насоса при работе на номинальных параметрах по частоте вращения и давлению.

Для проведения испытаний насосов необходим выбор соответствующего метрологического оборудования и обработка результатов измерений по ГОСТ 17108 с погрешностью, определяемой этапом испытаний.

Список литературы:

1. Попков, О. Н. Учебное пособие по устройству, ремонту и обслуживанию Volkswagen Passat B6 // «Аурус». – 2006. - С. 316.
2. Туревский, И. С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие. // ИД «Форум». – 2007. - С. 432.

УДК 62-592

С.В. ОТЧЕНАШКО, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Н.Е. СЕРГИЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Влияние способа зарядки АКБ на изменение её ёмкости

Состояние аккумуляторной батареи автомобиля играет большую роль при запуске ДВС, а также при работе ее в качестве вспомогательного источника питания при неработающем ДВС, недостаточной мощности или выходе из строя генератора. На сегодняшний день на автомобилях и другой самоходной технике применяется в основном свинцово-кислотные аккумуляторы. Способ заряда определяет величину емкости, скорость ее набора, возможность устранения сульфатации, затраты энергии и время на приведение АКБ в рабочее состояние. Тема является актуальной, потому что именно выбор способа и параметров заряда определяет емкость, срок службы аккумулятора. К потерям емкости может привести не правильное обслуживание, перезарядка или недозарядка батареи, сульфатация и др. Сульфатация аккумулятора вызывает значительное повышение сопротивления активной массы пластин и, следовательно, общего сопротивления аккумулятора. Вследствие этого напряжение засульфатированного аккумулятора в начале заряда может отличаться от нормального при стандартном режиме заряда. При этом аккумулятор сразу может «кипеть». При глубокой сульфатации, когда сульфат образует сплошную корку на поверхности пластин, аккумулятор может полностью потерять работоспособность. Поэтому стоит задача устранения сульфатации и восстановление емкости, сокращения времени и энергии на восстановление работоспособности АКБ. Решение поставленной задачи возможно путем поиска эффективного способа зарядки, выбора рационального конструктивного решения и параметров заряда. При проведении экспериментов использованы: зарядное устройство с генератором реверсивного управляемого тока, АКБ различного состояния, измерительные устройства и приборы. При этом необходима регистрация изменений состояния активной массы отрицательных и положительных пластин при варьировании параметрами заряда.

Список литературы:

1. *Туревский, И. С.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие. // ИД «Форум». – 2007. - С. 432.

УДК 621.43632

В.Г. ПАНЧОШНИЙ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.В. ТРИНЬОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Розробка заходів з поліпшення теплового стану клапанного вузла швидкохідного дизеля

Температурний стан будь-якої деталі камери згоряння є одним з ключових чинників, які впливають на напружений стан та визначають її ресурс [1–2].

Локальне охолодження (ЛО) передбачає розробку спеціальних додаткових систем підведення теплоносіїв (стиснене повітря, охолоджуючі рідини) до найбільш теплонапружених деталей ДВЗ.

Знизити температуру клапана можна ізолюючи його теплосприймаючу поверхню, створюючи штучний тепловий бар'єр, або ж збільшуючи тепловідведення в оточуюче середовище з охолоджувачем, яке можна реалізувати за допомогою спеціальних систем ЛО.

Існує декілька шляхів зниження експлуатаційних температур випускного клапана: використання натрієвого охолодження, тепловий захист випускного клапана (теплозахисні кожухи, екрани, покриття), продувка КЗ наддувним повітрям та спеціальні системи охолодження клапанного вузла.

Експериментальне і розрахункове моделювання дозволяє зробити достовірні висновки про якісні і кількісні зміни складових теплонапруженого та деформованого стану деталей головки циліндрів, які спостерігаються при зростанні рівня форсування у сучасних ДВЗ.

З урахуванням тенденцій до постійного зростання літрових потужностей, завдання, поставлена в моєму дослідженні-розробка заходів щодо поліпшення теплового стану деталей клапанного вузла (випускний клапан, сідло клапана, втулки) є доволі актуальними.

В проведеній роботі проведено аналіз основних конструктивних заходів щодо поліпшення ТНС деталей клапанного вузла.

Увагу зосереджено на варіанті багатоконтурного охолодження вузла.

Проведено відповідні розрахунки з використанням МСЕ-моделі, доведено переваги ЛО у порівнянні з іншими заходами щодо поліпшення ТНС.

Список літератури:

1. *Триньов О. В.* Наукові основи локального охолодження теплонапружених деталей ДВЗ : монографія// Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2014. – С. 5 – 7, 52 – 53, 226 – 234.

2. *Триньов О. В., Гончар П. Д.,* Використання локального повітряного охолодження для поліпшення теплонапруженого стану головки циліндрів форсованого автотракторного дизеля //Двигуни внутрішнього згоряння: Всеукр. научн.-техн. Журн. – 2004. – № 1. – С. 73 – 76

УДК 68.513

С.Г. ПЕТРЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.М. ЩОКІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз шляхів підвищення ефективності використання обладнання ремонту та евакуації БРЕМ при застосуванні бази БТР-4Е

Досвід експлуатації різних видів ОВТ у мирний та військовий час, завдання забезпечення боєготовності озброєння військ вимагають, щоб система військового ремонту формувалась на основі ряду принципів. Таких, наприклад, як відповідність структури і складу системи військового ремонту структурі і складу забезпечуваних військ (сил), характеру бойових дій і виходу із строю озброєння і техніки по причині живучості та пошкодженні; відповідність цієї системи сукупності ОВТ, що знаходиться в військах, класифікуються за показниками складності, однотипності та масованості. Крім того, вплив самої системи на всі складові частини комплексного зразка ОВТ, за які відповідають різні замовники Міністерства оборони України, повинно відповідати загальним закономірностям організації ремонтного виробництва. Побудова системи військового ремонту на вказаних принципах, передбачає забезпечення максимального відновлення справності зразків озброєння і забезпечення на цій основі боєготовності військ.

Система танко-технічного забезпечення в нових умовах повинна повністю забезпечувати евакуацію, ремонт та своєчасне повернення машин в підрозділи.

Цим вимогам відповідає нова машина БРЕМ-4РМ на базі БТР-4Е.

Враховуючи кількість заданого обладнання БРЕМ-4РМ (тягова лебідка, кран-стріла тощо), не тільки дозволяє виконувати увесь обсяг робіт евакуації, а також дотримувати вимог техніки безпеки та захищати від зброї масового ураження.

Даний БРЕМ-4РМ має набагато вищі показники з рухомості, а наявність обладнання дозволяє виконувати не тільки евакуаційні роботи, а й окремі операції військового ремонту та ТО.

Доцільно як з економічного так і з практичного боку укомплектувати ними технічні підрозділи забезпечення частин, які мають на озброєнні броньовану колісну техніку.

Броньована ремонтно-евакуаційна машина розроблена на базі бронетранспортера БТР-4Е і призначена для вирішенні таких завдань:

- витягнення застряглих машин за допомогою лебідки;
- підготовки до евакуації і буксирування пошкоджених машин у найближчі укриття і на збірні пункти пошкоджених машин;
- надання допомоги екіпажам в проведенні поточного та середнього ремонту як у польових умовах, так і на збірних пунктах пошкоджених машин;

- виконання підйомно-транспортних операцій під час монтажу (демонтажу) вузлів і систем машини: БТР-4Е і машин на її базі, як у польових умовах, так і на збірних пунктах пошкоджених машин;

- виконання зварювальних робіт;
- перевезення на вантажній платформі запчастин і вантажів.

Ремонтно-евакуаційними машинами повинні укомплектовуватися підрозділи технічного забезпечення частин і з'єднань, до складу яких входять бронетранспортери типу БТР-4.

Ремонтно-евакуаційні машини БРЕМ-4РМ повинні використовуватися для роботи в складі:

- пунктів технічної розвідки;
- ремонтно-евакуаційних груп;
- збірних пунктів пошкоджених машин.

Броньована ремонтно-евакуаційна машина складається з шасі на базі вузлів і агрегатів бронетранспортера БТР-4Е і спеціального устаткування.

Спеціальне обладнання БРЕМ-4РМ у складі:

- кранового обладнання ;
- гідроопор;
- гідравлічної системи приводу крана і гідроопори;
- комплекту чалочних пристроїв;
- автономної енергоустановки (зварювальний дизель-генератор);
- зварювального обладнання;
- комплекту технологічних інструментів і пристосувань;
- пристроїв для буксирування (жорстка і гнучка зчіпка);
- упорного пристрою (сошник) для упирання у ґрунт корпусу виробу під час роботи лебідки або кранового обладнання;
- вантажної платформи.

Саме тому, сьогодні, питання вдосконалення військового ремонту озброєння та військової техніки знаходиться в центрі уваги з боку органів військового правління і представників військово-наукових товариств.

Список літератури:

1. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машини/ Павлище В. Т. // Київ. Вища школа. – 1993. – С. 556.
2. Бобровський В. А. Технологія металів/ Бобровський В. А. // Москва. Військове видавництво. – 1979. – С. 299.
3. Підручник військ видавництва. «Експлуатація бронетанкового озброєння і техніки» / Підручник військ видавництва // - 1986. – С. 299.
4. «Техническое описание и инструкция по эксплуатации БТР-4Е» // Харьков. – 2002. С. 449.

УДК 68.513

С.О. ПРИТ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.М. КАСІМОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Зменшення трудовитрат при консервації ДВЗ в стаціонарних умовах

В умовах ведення бойових дій зменшено трудо затрат консервувань ДВЗ приводить до економії часу і зменшення фінансових витрат. На основі аналізу можливостей зменшення трудовитрат при консервації ДВЗ в стаціонарних умовах спроектувати стенд консервації двигунів внутрішнього згорання.

Зберігання агрегатів, збірних одиниць (двигунів) – це період експлуатації, при якому вона не використовується у відповідному інтервалі часу, а постійна бойова готовність її підтримується за рахунок застосування способів і засобів захисту від впливу факторів зовнішнього середовища і виконання комплексу організаційно–технічних міроприємств.

Довговічність збірних одиниць (двигунів) – це властивість збірних одиниць двигунів, зберігати працездатність (з можливими перервами для технічного обслуговування і ремонту) до розпаду або до іншого граничного стану (по економічності і старінню).

Працездатність силової установки (двигуна та обслуговування його систем) визначає надійність машини в цілому. Дані про довговічність двигуна і його систем лежать в основі призначення мінімального міжремонтного строку машини. Цим і пояснюється значення всіх тих міроприємств по забезпеченню надійності силової установки, які проводяться в процесі експлуатації та зберігання двигунів.

Надійність силової установки обумовлюється працездатністю основних механізмів, вузлів: кривошипно–шатунним механізмом, механізмом газорозподілення та систем при зберіганні.

Всі експлуатаційні матеріали: палива, масла, змазки, амортизаторні, гальмівні і спеціальні охолоджуючі рідини (за винятком води) самі по собі практично не володіють корозійними властивостями.

Присутність в експлуатаційних матеріалах таких продуктів, як мінеральні кислоти, органічні кислоти, сіра і активні сірчасті з'єднання не допускаються ГОСТом і технічними умовами на підприємстві.

Оточуюча нас атмосфера являється постійно діючим носієм агресивних корозійних реагентів. В самому загальному випадку вона включає в себе атмосферне повітря (яке складається з азоту, кисню, водню, вуглекислого та інертних газів, а також парів води), аерозолі морських солей, промислові гази тверді часточки (пил). Майже всі компоненти атмосфери здійснюють свій вплив на протікання корозійних процесів .

Найбільший вплив на протікання процесів корозії здійснює вологість та кисень.

Зберігання агрегатів, збірних одиниць (двигунів) – це період експлуатації, при якому вона не використовується у відповідному інтервалі часу, а постійна бойова готовність її підтримується за рахунок застосування способів і засобів захисту від впливу факторів зовнішнього середовища і виконанню комплексу організаційно-технічних міроприємств.

Працездатність силової установки (двигуна та обслуговування його систем) визначає надійність машини в цілому.

Дані про довговічність двигуна і його систем лежать в основі призначення мінімального міжремонтного строку машині.

Цим і пояснює значення всіх тих міроприємств по забезпеченню надійності силової установки, які проводяться в процесі експлуатації та зберіганню двигунів.

На базах зберігання агрегатів та збірних одиниць постійно проходить процес переконсервації, який потребує наявності сучасних засобів для промивання гільз циліндрів різних модифікацій двигунів.

При наявності миючих засобів цей процес має деякі недоліки так, як не для всіх двигунів підходить АКД- 1.

В даній роботі розроблений стенд для промивання гільз циліндрів різних модифікацій двигунів. Він стаціонарний з програмним забезпеченням, який може бути використаний на дільниці (цеху) зберігання двигунів.

Даний стенд простий за конструкцією та потребує малих затрат:

- ціна даного стенду 89250 грн.
- ціна одного двигуна, який підлягає консервації – 529 грн.

Все це дає можливість використовувати даний стенд за призначенням на базах зберігання.

Список літератури:

1. Руководство по дипломному проектированию – К: КВТИУ, 1990. – 160 с.
2. Керівництво по зберіганню БТОТ – К. Військове видавництво, 1996. – 327 с.
3. ЕСКД. Основные положения ГОСТ–2.122–70.–М: Издательство стандартов, 1984.
4. Объект (447 А). ТО и ИЭ. – М.:Воен. издат., 1985. – 742 с.
5. Эксплуатация бронетанковой техники. – М: Воен. издат., 1975. – 440 с.
6. Эксплуатация бронетанкового вооружения и техники. – М:Воен. издат., 1989. – 440 с.
7. Парковое оборудование БТВТ: пособие 1 и 2; –М.:Воен. издат., 1985. – 647 с.
8. Руководство по хранению бронетанкового имущества. –М:Воен. издат., 1985. – 311 с.
9. Методические рекомендации по дипломному проектированию. –К: КВТИУ, 1978. – 122 с.
10. Керівництво з організації експлуатації бронетанкового озброєння та техніки у ЗС України в мирний час: наказ МО України № 665 від 25 грудня 2009 року.

УДК 629.429

Б.Е. ПРОСКУРА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

ВТ. ДОМАНСКИЙ, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Оценка состояния контактных подвесок на имитационной модели их взаимодействия с токоприемниками

Оценка состояния контактных подвесок в процессе их эксплуатации требует синтеза двух источников информации: диагностики в режиме реального времени и моделирования взаимодействия КС и токоприемников. Решение этой задачи возможно на вычислительных центрах железных дорог с использованием существующих технических и программных средств диагностики контактных подвесок. Для определения статических и динамических параметров и критериев состояния контактной подвески необходимы конечно-элементные и квазидинамические имитационные модели, которые наиболее точно описывают реальные процессы и используются в настоящее время за рубежом. В магистерской работе предложено развитие таких моделей на базе частотно зависимых конечных элементов и структурирование механических и электрических графов пролетов анкерных участков. Для моделей с использованием конечных элементов разработаны однотипные механические и электрические мультиграфы пролета анкерного участка, что позволяет определять состояние параметров контактных подвесок с учетом теплового износа. Проведены вычислительные эксперименты по исследованию влияния параметров контактной сети и токоприемников на показатели качества токосъема. Выполнены многовариантные статические и динамические расчеты для экспериментального участка Кочубеевка-Божкове Южной ж.д. с целью определения технических критериев состояния КС и критериев качества токосъема, определяющих ресурсосбережение. Установлено, что при износе контактного провода правильная регулировка контактной подвески с определенными на модели длинами струн в пролетах анкерного участка не позволяет снизить качество токосъема. Установлено, что при увеличении скорости движения токоприемника легкой серии с 80 до 160 км/ч максимальное нажатие возрастает с 150 до 180 Н. Математическое ожидание нажатия меняется незначительно. Увеличение приведенной массы полоза токоприемника приводит к росту максимального нажатия от 160 до 280 Н. Показано, что существующие контактные подвески при скоростях движения ЭПС 120...140 км/ч имеют склонность к резонансу.

Список литературы:

1. *Корниенко В. В., Омеляненко В. И.* Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2007. – 159 с.

УДК 62-235

С.М. РІЗНИЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

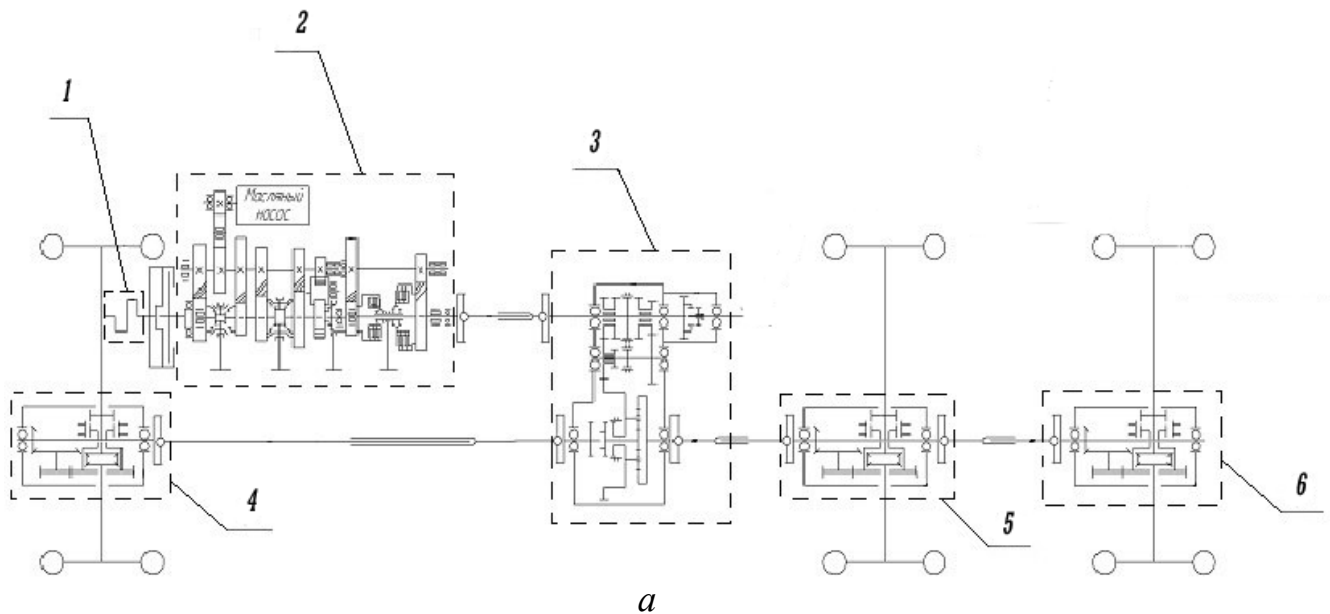
О.О. ОСТРОВЕРХ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження прямолінійного руху автомобіля КрАЗ 63221-02 по різних дорожніх покриттям

Шасі КрАЗ 63221-02 призначений для використання з різним обладнанням та технікою, та призначений для комплектації установками спеціального і промислового призначення і може експлуатуватися по всіх видах доріг і місцевості. Вантажопідйомність шасі - 11тон. Повна маса автомобіля 22,7 тони. Коробка передач двох діапазонна з вісьмома ступенями. Максимальна швидкість 85 км/год, колісна формула 6х6. Двигун - ЯМЗ-238Д. Витрата палива 33 літра на 100 кілометрів. Зчеплення дводискове, сухе. Найбільший подоланий кут підйому 58 градусів [1,2].

Метою роботи є аналіз прямолінійного руху автомобіля КрАЗ 63221-02 по різних дорожніх покриттям.

Для аналізу прямолінійного руху автомобіля була розглянута його кінематична схема, та побудована структурна схема рис. 1, де: 1 – ДВС; 2 – коробка передач; 3 – роздавальна коробка; 4 – передній міст; 5 – середній міст; 6 – задній міст.



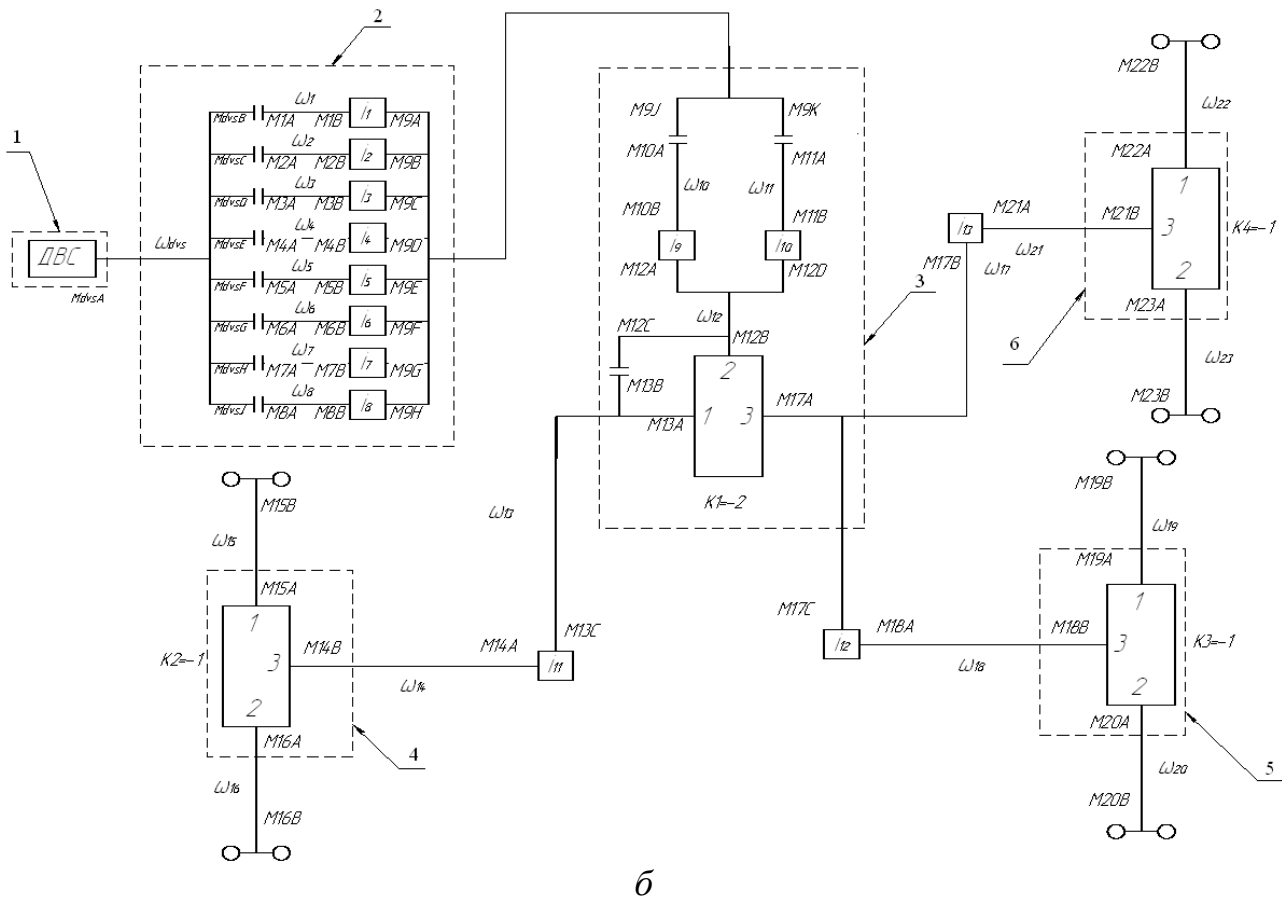


Рис. 1 – Схема шасі автомобіля КраЗ 63221-02: а – кінематична схема; б – структурна схема

Проаналізував структурну схему розроблена математична модель [3,4] трансмісії та визначені: потужність, швидкість, крутний момент, ККД трансмісії при русі по різним дорожнім покриттях на кожній передачі автомобіля.

Список літератури:

1. Холдинговая компания «АвтоКрАЗ». Автомобили КраЗ 63221-02/ Холдинговая компания «АвтоКрАЗ» г. Кременчуг // Руководство по эксплуатации. – 2007. - С.217.
2. Корсуна, М. Б. Автомобили КраЗ/ М. Б. Корсуна, Д. А. Бордюк, И. Т. Селин, А. А. Шеремета // Руководство по эксплуатации. – 1996. - С. 213.
3. Самородов, В. Б. Универсальная матричная методика расчета трёхзвенных планетарных механизмов в автомобиле и тракторостроении/ В. Б. Самородов, А. В. Rogov, А. О. Острверх // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2009. - № 2(9). - С. 141-148.
4. Самородов, В. Б. Математическая модель трансмиссии автомобиля, оборудованного для ремонта нефтяных и газовых скважин/ В. Б. Самородов, В. Р. Мандрыка, А. О. Острверх // Вісник НТУ“ХПІ” “Автомобіле- та тракторобудування”. – 2010. - № 33. - С. 42-48.

УДК 519.81:681.51

А.А. СВИРИДОВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.Е. ИСТОМИН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Повышение эффективности управления курсовой устойчивостью путем учета результатов измерения давления в шинах

Одной из наиболее частых причин автомобильных катастроф является низкое давление одной из шин. Внутреннее давление в шинах оказывает влияние на сопротивление боковому уводу, стабилизирующий момент, боковую и угловую жесткости, скорости, дорожных условий и другие факторы. Его изменение влияет на: ухудшение безопасности из-за изменения уводных характеристик, сцепления шин с дорогой, увеличение сопротивления качению, и другие [1]. Целью работы является исследование степени влияния нестабильного давления в шинах на параметры управляемости автомобиля, а также разработка системы, которая использует информацию об этом давлении для управления курсовой устойчивостью на основе существующих решений для активных систем безопасности. Известно, что системы, вроде TPMS (англ. "Tyre pressure monitoring system"), которые устанавливаются на легковом автомобиле, способны лишь информировать водителя о нестабильности давления в одном из колес, но они не вмешиваются в управление, оставляя принятие решений в таких ситуациях полностью на водителе [3]. По статистике большая часть водителей игнорирует сигналы TPMS на приборной панели, даже не снижая скорости движения. В работе [2] исследована динамика переднеприводного автомобиля при разгерметизации одного из его колес, а также представлены основные зависимости, которые могут быть использованы для определения параметров устойчивости автомобиля как с разгерметизированной, так и со спущенной шиной. Для стабилизации автомобиля, который движется с различными радиусами колес, водитель может применять поворот направляющих колес на некоторый угол γ . Радиус поворота автомобиля в данном случае определяется из выражения

$$R = \frac{L}{\gamma - \delta_1 + \delta_2} \quad (1)$$

где L – продольная колесная база, δ_1 и δ_2 – суммарные углы увода колес передней и задней оси. Зная радиус поворота автомобиля со спущенной шиной, можно определить его боковое смещение в плоскости дороги. Выражение (1), как и другие выражения, полученные в работе [2], удобно использовать при моделировании разрабатываемой системы, а также при её конструировании, когда необходимо создавать программу для управляющего микроконтроллера. В работе [2] в результате исследований, выполненных совместно с сотрудниками ХНИИСЭ им. Засл. проф. М.С. Бокариуса в рамках НИР «Експертне дослідження стійкості руху транспортного засобу при розгерметизації його

колеса» в 2013 г., получена зависимость бокового смещения автомобиля (S_y) от пройденного пути (S_x) при различных значениях давления воздуха в шине для автомобиля Skoda Fabia (рис. 1, 1 – $P= 0,02$ МПа; 2 – $P= 0,12$ Мпа).

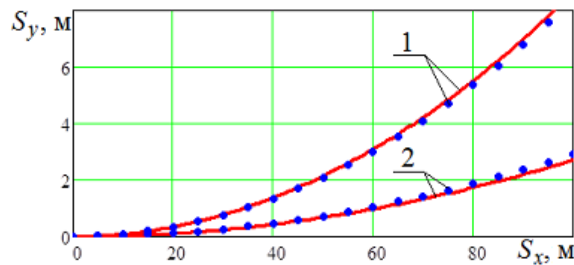


Рис. 2 – Зависимость бокового смещения автомобиля от пройденного пути при различных значениях давления воздуха в шине автомобиля Skoda Fabia:
 — расчетные данные; •••• экспериментальные данные

Исходя из этих исследований можно сделать вывод, что разработка системы, способной дополнительно корректировать параметры управляемости автомобиля является целесообразной. Планируется разработка виртуальной модели такого комплекса на основе существующей ESP (electronic stability program) и системы мониторинга давления в шинах (TPMS). Реальная система должна получать информацию от 4-х независимых датчиков давления на каждом колесе по беспроводному каналу связи в блок управления ABS/ESP, который, кроме выполнения своей основной работы (оценки информации с датчиков скорости колес, угла поворота рулевого колеса, датчика скорости рыскания и продольного ускорения, включения исполнительных устройств и др.), будет выполнять расчет для дополнительного регулирования, используя эту информацию. Этот блок получает больше всего информации о состоянии параметров управляемости автомобиля, соответственно, будет экономичнее и проще запрограммировать его на обработку информации с датчиков давления с целью повышения эффективности управления. Для моделирования планируется использовать программный пакет Matlab/Simulink совместно с CarSim, который позволяет полностью эмитировать современный автомобиль со всеми его системами безопасности, а также может совместно работать с самым распространенным проектирующим ПО.

Список литературы:

1. Медведицков С. И. Особенности поведения легкового автомобиля при различных давлениях воздуха в шинах / Известия волгоградского государственного технического университета / 2013. - № 10 (113) / том 6 - С.24-25.
2. Подрыгало М. А., Д. М. Клец Экспертное исследование устойчивости движения транспортного средства при разгерметизации его колеса / Восточно-Европейский журнал передовых технологий / 2014. - №7 (68). - С.53-55.
3. An Evaluation of Existing Tire Pressure Monitoring Systems DOT HS 809 297 [Текст] / US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration / 2001. – P.5-30.

УДК 68.513

Е.А. СВІНЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.В. ЕРМАКОВ, д-р техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз розташування основного обладнання машини технічної допомоги на базі КРАЗ-6322

Актуальність даної роботи полягає в тому, що створивши та прийнявши на озброєння МТД, ми зможемо підвищити продуктивність та розширити можливості підрозділів ТхЗ при виконанні завдань за своїми функціональними обов'язками, зменшити витрати ПММ, а головне зменшити автомобільний парк, що значно спростить утримання майстерень та їх технічне обслуговування. У ході роботи вирішені такі завдання:

- розроблено тактико-технічне завдання;
- підібрано шасі та кузов;
- визначене технологічне обладнання для ТО І Р ОБТ;
- описане електроустаткування майстерні;
- описані засоби зв'язку та порядок користування ними;
- передбачені засоби захисту від зброї масового ураження;
- визначене розміщення підбраного обладнання в кузові;
- визначені робочі місця та їх обладнання;
- виконані розрахунки кран-стріли та іншого обладнання;
- виконане техніко-економічне обґрунтування.

Майстерня за призначенням буде використовуватись для оснащення механізованих підрозділів ЗСУ, розміщуватиме в собі обладнання, яке забезпечить виконання основних операцій, які можливо виконувати за допомогою наявних майстерень таких, як: ТРМ-А-80, МТО-80, СРЗ-А, МРС-АР, МЕС, МЗА, МРМ, а також роботи, що виконуються контрольнo-перевірочними машинами (КПМ). Виходячи з цього, ми бачимо, що для того щоб розмістити необхідне обладнання в машині, нам необхідно відповідно більший кузов ніж в попередніх майстернях і потужніше шасі. Рішення цього питання ми знайшли в автомобілі КРАЗ-6322, що дозволяє кріплення на своїй рамі підходящого нам каркасного кузова і розміщення в ньому технологічного обладнання, пристроїв та інструментів для виконання запланованого об'єму робіт згідно за призначенням. Крім того, висока прохідність, велика потужність та вантажопідйомність, надійність і простота технічного обслуговування автомобілів КРАЗ перевірені великою кількістю тест-драйвів на різних видах доріг, бездоріжжям і часом, що зробили їх незамінними для різних галузей народного господарства та особливо для збройних сил. Шасі – автомобіль КРАЗ-6322 обладнується лебідкою й централізованим підкачуванням шин, а також на передніх кінцях лонжеронів рами закріплені кронштейни для встановлення кран-стріли в робочому положенні. В роботі визначене технологічне обладнання майстерні, та його розміщення в кунгу та на машині.

Дизельна електростанція забезпечує автономну роботу споживачів електроенергії зі складу майстерні (зварювального обладнання, компресорної установки ПЗП для зарядки АБ та інших) незалежно від двигуна шасі, а також розміщення обладнання для технічного обслуговування та ремонту, виконання слюсарно-механічних, демонтажно-монтажних, зварювальних робіт та обладнання для відпочинку особого складу. Лебідка в даній машині планується виносна і кріпиться з правого борту під слюсарним верстаком у похідному положенні, а кран-стріла у похідному положенні кріпиться зовні на передній фронтальній частині кузова.

Особливістю нашого вантажопідйомного обладнання є те, що лебідка працює від електростанції, на відміну від попередніх майстерень, де вона приводилась в дію від двигуна шасі і має свій окремий пульт керування. А також трос відтяжка, що забезпечує кріплення кран-стріли в робочому положенні, в нашій розробці проходить зверху кабіни машини, а у попередніх машинах він проходив на рівні дверей, що не відповідає вимогам заходів безпеки. В кузові встановлено електростанцію, компресорну установку, зварювальне обладнання, комплект для спецобробки та компресор високого тиску.

Монтаж в кузові обігрівача та його бака з паливом, встановлено у машині електрозаточного станка. Кріплення свердлильної машини у штатив в робочому положенні. Кріплення балона з аргоном, що забезпечує аргоно-дугове зварювання.

Розміщено спеціальні ключі та універсальні пристосування, слюсарно-монтажного, ріжучого та вимірювального інструменту, комплекту приладів, інструментів електрика та комплекту ручного механізованого інструменту, що необхідний для ТО і Р ОВТ в польових умовах.

Описано порядок зберігання та транспортування майстерні на різних видах транспорту.

Техніко-економічна оцінка розроблених у роботі пропозицій показала, що загальна вартість машини технічної допомоги складає досить велику суму, але зважаючи на те, що вона за призначенням буде використовуватись для оснащення механізованих підрозділів Збройних Сил України, та розміщуватиме в собі обладнання, яке забезпечуватиме виконання основних операцій, які можливо виконувати за допомогою наявних майстерень, то це буде доцільно як з економічного боку, так і з практичного, тому що як було раніше сказано, зменшуються витрати паливо-мастильних матеріалів, зменшується автомобільний парк, що значно спрощує утримання майстерень та їх технічне обслуговування, а головне, важливий такий аспект, що підібране обладнання забезпечує розгортання майстернею 10-ти робочих місць, в той час, коли існуючі майстерні мають в середньому по 4–5 робочих місць.

УДК 68.513

В.О. СЕДНЄВ, НТУ «ХП», Харків, Україна

К.В. КОРИТЧЕНКО, д-р техн. наук, НТУ «ХП», Харків, Україна

Вирішення танковими (механізованими) підрозділами задачі маскування при термографічному дослідженні зовнішньої архітектури бронеоб'єктів

Загальновійськовий бій вимагає від підрозділів, що беруть участь у ньому, безупинного ведення розвідки, умілого застосування озброєння, військової техніки, засобів захисту і маскування, високої рухливості і організованості. Захист військ, метою якого є збереження боєздатності підрозділів, досягається, в тому числі, за рахунок зниження ефективності ударів противника засобами ураження. Керівними документами передбачено, що тактичне маскування організується командиром взводу (відділення, танка) відповідно до отриманого бойового завдання, вказівками щодо маскування командира роти (взводу) і обстановкою, яка склалася, з метою досягнення раптовості дій своїх підрозділів і збереження їхньої боєздатності. Воно здійснюється постійно і, як правило, самотійно.

Маскування підрозділів у видимому діапазоні може бути забезпечено лише за рахунок застосування існуючих табельних маскувальних комплектів і покрить, маскувальному фарбуванню озброєння і техніки під фон місцевості, та використанням маскувальних властивостей місцевості. Для маскування у інфрачервоному діапазоні в танковому (механізовану) батальйоні можливо влаштування масок з місцевих матеріалів для приховування. Але здійснення цього заходу не є завжди можливим, потребує достатньо великих трудовитрат. З вищенаведеного отримуємо висновок, що потребує вирішення питання підвищення самотійності танкових (механізованих) підрозділів у вирішенні інженерних задач щодо маскування у інфрачервоному та радіохвильовому діапазонах.

Питання маскування пов'язано з протидією високоточної зброї. Вочевидь, високоточна зброя є високо вартісною, тому її застосування буде відбуватися в першу чергу по найбільш важливішим цілям (переважно стратегічного рівня). Але з розвитком техніки спостерігається суттєве здешевлення систем розвідки та високоточного наведення, що сприяє їх все більшому застосуванню для інформаційного забезпечення бойових дій та ураження техніки танкових (механізованих) підрозділів.

Під час грузинсько-осетинського конфлікту з обох сторін активно здійснювалася авіаційна розвідка з залученням бойових літаків та безпілотних літальних апаратів.

В роботі відмічається, що під час ведення бойових дій у якості засобів розвідки все більше залучаються космічні засоби, доля яких серед інших досягає 70%. У останніх збройних конфліктах з'явилася тенденція щодо

застосування космічних систем в інтересах видів збройних сил, зокрема здійснення розвідки в інтересах тактичної ланки. На теперішній час космічні засоби розвідки використовуються переважно для виконання задач виявлення, загального розпізнавання та визначення кількісних характеристик. Тобто, отримана інформація використовується перед підготовкою здійснення бойових дій.

Вочевидь, в подальший розвиток техніки призведе до широкого застосування космічної розвідки для тактичної ланки в оперативному часі.

Як засоби маскуванню продовжують використовуватися димові завіси. При цьому, аерозолям, що використовують, надають якості непрозорості у видимому, інфрачервоному, радіолокаційному (міліметровому) діапазонах та поглинання лазерного випромінювання для протидії засобам виявлення. Одночасно димові завіси виконують функції інфрачервоних пасток.

Серед відомих систем створення димових завіс є англійська система VIRSS, що включає два блока касет по 20 гранат в кожній.

Враховуючи наявність систем устрою димових завіс «Туча», що розміщуються на вітчизняних бронеоб'єктах, цю систему можливо доопрацювати для вирішення вищезазначених задач.

За рахунок автоматичного маскуванню не тільки виключається необхідність залучення екіпажу, але й скорочується час на маскуванню, забезпечується прийнятний доступ до техніки для її обслуговування.

Список літератури:

1. Бойовий статут Сухопутних військ, ч. II – батальйон, рота. – К.: вид-во «Варта», 1998. – 288с.
2. Худов Г.В. Особенности оптимизации двухальтернативных решений при совместном поиске и обнаружении объектов. – Проблемы управления и информатики. 2003, № 5. – С. 51 - 59.
3. Мартиненко В. О. Інженерне забезпечення танкових підрозділів. Методика розрахунків завдань : [навчально-методичний посібник] / В. О. Мартиненко. – Харків: ХІТВ, 2002. – 42 с.
4. Наставление по обеспечению боевых действий Сухопутных войск. Инженерное обеспечение действий частей и подразделений инженерных войск. – М.: Воениздат.: Министерство обороны СССР, 1984. – Ч.4. – 205 с. (Нормативный документ Министерства обороны. Наставление).
5. Александрова І. Є. Танкобудування України в контексті світового розвитку / Александрова І. Є., Бесов Л. М. // Наука та наукознавство. – 2002. – № 1. – С. 138 - 143.
6. Объект 434. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат.: Министерство обороны СССР, 1986. – Кн.2. – 766 с. (Нормативный документ Министерства обороны. Техническое описание).
7. Балдин В. А. Теория и конструкция танка: [учебник] / В. А. Балдин – М.: Изд. воен. акад. БТВ, – 1975. – 473, [1] с.

УДК 68.513

Д.А. СОЛОДСЬКИХ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

С.О. СЛАДКИХ, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Аналіз шляхів скорочення термінів ТО БТОТ в польових умовах

Збройні конфлікти в Грузії, Україні красномовно свідчать про загострення відносин між країнами. У цих умовах великого значення набуває підтримка боєготовності Збройних Сил. У сучасній війні бойову потужність Збройних Сил складають Сухопутні війська, тому залишається потреба і в звичайних видах озброєння. Одним із головних за кількістю та якістю є такий вид озброєння, як Бронетанкове озброєння та техніка (БТОТ). Досвід антитерористичної операції (АТО) показує, що успішне вирішення всіх поставлених завдань у бойових умовах неможливе без організації надійного технічного забезпечення. Одним з основних факторів в умовах бойової діяльності військ, що впливають на технічний стан БТОТ, є своєчасне та якісне здійснення технічного обслуговування (ТО) з мінімальними витратами часу.

Успішному вирішенню цього завдання сприяє наявність у складі підрозділів пересувний засобів технічного обслуговування (РЗТО), майстерень технічного обслуговування (МТО), обладнаних у достатній кількості всім необхідним для технічного обслуговування (ТО) на зразків БТОТ. Питання обґрунтування номенклатури та кількості обладнання, а також оцінки ефективності його використання раніше досліджувались не комплексно. Основною причиною такого стану є відсутність методичних положень із розроблення оптимальної комплектації МТО обладнанням, спеціальними засобами та інструментом. У зв'язку з цим, виконання роботи, яка спрямована на забезпечення МТО необхідним обладнанням та оцінка його ефективності з метою створення єдиної методики з удосконалення організації ТО озброєння та військової техніки (ОВТ) у польових умовах, удосконалення матеріально-технічної бази, є актуальною і має велике практичне значення.

Модернізація існуючих МТО дозволить за менший час виконати якісно всі роботи ТО та підвищити бойову готовність БТОТ. Аналіз показує, що використання РЗТО в польових умовах і залучення спеціалістів до надання допомоги екіпажам у виконанні робіт по ТО дозволяє значною мірою скоротити час простою ОВТ. Комплекс МТО в цілому відповідає основним сучасним вимогам. Його обладнання забезпечує виконання основних трудомістких робіт під час ТО-1, ТО-2. У той же час обладнання не забезпечує виконання робіт щоденного технічного обслуговування (ЩТО) в установлені нормативами строки. На машині відсутнє обладнання для механізованого обслуговування озброєння після стрільби. Малоефективне обладнання для чищення внутрішніх об'єктів танка. У цілому обладнання МТО скорочує витрати часу на проведення ТО. Але в загальному обсягу робіт видів ТО ще мало операцій, які виконуються за допомогою РЗТО. Аналізуючи вимоги до

РЗТО під час виконання трудомістких робіт номерних видів ТО, а також вимог до РЗТО в особливих умовах можна зробити висновок, що створити універсальну машину, яка відповідає всім вимогам, неможливо. Тому РЗТО необхідно розподілити за ланками військ. Для оцінювання ефективності основного обладнання МТО-80 використаємо коефіцієнт ефективності, який визначається за формулою:

$$K_e = \frac{T_{cm}}{t_{cp} \cdot m} \cdot y \quad (1)$$

де T_{cm} – тривалість роботи зміни, год.; m – очікувана потреба в обслуговуванні, шт.; y – кількість вузлів, які обслуговуються одночасно, шт.; t_{cp} – час виконання операцій, год.

Оцінка ефективності обладнання МТО-80 проведена за величиною його коефіцієнта ефективності показує, що більшість із розглянутих засобів, призначених для обслуговування танків, за своєю ефективністю забезпечує військові потреби. Разом з тим, якість виготовлених окремих засобів ТО знаходиться на низькому рівні. Для підвищення якості виготовлення та уніфікації за об'єктами БТОТ РЗТО вимагають конструктивного доопрацювання.

Проведений аналіз організації ТО у польових умовах показує велике значення РЗТО та їх роль у підвищенні якості обслуговування та скорочення його строків. На основі експериментальних даних, здобутих у ході бойової діяльності військ, зроблений аналіз організації ТО танків у польових умовах за такими параметрами: види та періодичність ТО, обсяг ТО за кількістю й розподілом операцій видів ТО. Також були розглянуті вимоги, які висуваються до польових парків і місць виконання ТО, порядок виконання ТО, порядок виконання видів ТО, дане обґрунтування переліку робіт, що вимагають спеціального обладнання, і занесені пропозиції з удосконалення порядку ТО. Дана оцінка ефективності використання РЗТО під час виконання робіт ТО будь-якого виду, а також зроблений аналіз наявного комплексу РЗТО і обґрунтування вимог до них та визначені недоліки обладнання МТО-80, шляхи їх ліквідації.

Розроблені пропозиції із заміни застарілого та встановлення нового обладнання в кузові МТО. Визначені заходи з виконання порядку використання РЗТО в польових умовах, які можуть бути виконані на рівні конструкторських закладів, заводів, а також міроприємства, що проводяться на рівні підрозділів. Проблема вдосконалення організації ТО танків за допомогою РЗТО в перспективі може бути вирішена розробкою нового зразка МТО з базою автомобіля КраЗ, що дозволить забезпечити вибір необхідного обладнання, його кількості та номенклатури, яка підлягає установленню в кузові. При цьому можлива зміна використання РЗТО, відповідно і зміни організації ТО, покращення розподілу сил та засобів за підрозділами.

УДК 629.33:629.3.027.3

В.Е. СОЛОМАХА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

В.Р. МАНДРЫКА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Повышение безопасности движения автомобилей ВАЗ в зависимости от конструктивных параметров подвески

Безопасность движения автомобиля зависит от многих факторов, к числу которых относится управляемость автомобиля, являющаяся функцией в том числе от взаимодействия колеса с дорогой. Подвеска автомобиля при взаимодействии с дорогой может дополнительно как нагружать, так и разгружать управляемые колеса, снижая управляемость автомобиля. Поэтому при выборе параметров подвески необходимо учитывать ее упругие и демпфирующие свойства как с позиций плавности хода, так и управляемости автомобиля. Все эти показатели влияют на безопасность движения автомобиля и определяют актуальность работы [1-2].

Целью работы является определение влияния параметров подвески в поперечном направлении на управляемость автомобиля.

Для решения поставленной задачи была разработана линейная математическая модель подвески передних ведущих и управляемых колес, которая воспринимает внешние и управляющие воздействия как в поперечном, так и в продольном направлениях.

Полученные результаты были использованы для определения управляемости автомобиля при выполнении основных режимов движения в городских условиях, а также при движении на скоростных магистралях.

Найденные схемы и параметры подвесок, используемые на других транспортных средствах, были трансформированы под реальную конструкцию, которая могла бы быть установлена на автомобиле LADA PRIORA. В качестве прототипов использовались элементы автомобилей марок VOLKSWAGEN, AUDI, SKODA.

Разработан технологический процесс модернизации подвески переднего моста с учетом требований, полученных по результатам расчетов, и выбранных элементов конструкций.

Составлены требования для подбора оборудования, обеспечивающего проведение диагностики подвески модернизированного автомобиля, ее технического обслуживания и ремонта.

Список литературы:

1. Литвинов, А. С. Устойчивость и управляемость автомобиля/ А. С. Литвинов // Машиностроение. – 1971. - №7 - С. 73-82.

2. Баженов, П. И. Инерционные, жесткостные и демпфирующие свойства агрегатов и узлов отечественных автомобилей/ П. И. Баженов, С. Н. Иванов и др. // МАМИ. – 1997. - №5 - С. 55-68.

УДК 629.423

А.В. ТЕЛИХ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

А.В. ДЕМИДОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Моделирование режимов работы синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов в составе тягового привода пригородного электропоезда

В настоящее время подавляющее большинство нового моторвагонного подвижного состава комплектуется тяговыми приводами переменного тока на базе асинхронного или синхронного двигателей и инвертора напряжения [1], поэтому работа направленная на создание энергоэффективного тягового привода переменного тока является актуальной.

Целью работы является моделирование работы тягового привода с целью определения потерь на силовых элементах инвертора при различных значениях тактовой частоты широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на разных скоростях движения.

Для определения потерь создана имитационная модель тягового привода в среде Matlab-Simulink, в состав которой входит вычислитель и сумматор текущих потерь в силовых элементах, состоящих из статической и динамической составляющей [2].

В результате моделирования получены потери на IGBT-транзисторах и обратных диодах инвертора в различных режимах работы.

Так, например, во время движения моторного вагона с непосредственным приводом от синхронных двигателей мощностью 80 кВт со скоростью 18 км/ч потери на силовых ключах составили 1650 Вт, из них на верхних ключах стоек – 690 Вт, на верхних ключах стоек – 960 Вт, что объясняется большими статическими потерями из-за более тяжелых условий работы.

При увеличении тактовой частоты ШИМ значительно увеличивается динамическая составляющая потеря, однако улучшается гармонический состав выходного тока, что уменьшает потери в двигателе. Таким образом, оптимальное значение тактовой частоты необходимо определять исходя из суммы потерь в преобразователе и двигателе.

При различных скоростях движения и поддержке системой управления фазного тока на одном уровне потери изменяются незначительно.

Список литературы:

1. Моторвагонный подвижной состав для региональных и местных сообщений // Железные дороги мира, 2004. – №11. С. 32-39.
2. Гельман, М. В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.

УДК 629.114.2

О.О. ТКАЧЕНКО, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Д.М. МЕДВЕДЕВ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Д.Ю. ЦУКАР, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

М.Є. СЕРГІЄНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

О.Ю. РЕБРОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

До питання застосування двухпоточного зчеплення в трансмісіях транспортних засобів

Для підвищення техніко-економічних показників транспортних і тягових самохідних машин ведуться постійно роботи по удосконаленню існуючих конструкцій трансмісій і створення нових. Зчеплення є одним з головних вузлів сучасної машини. В наш час на багатьох машинах з механічними коробками передач найбільшого поширення набуло сухе фрикційне зчеплення. Сьогодні, поряд зі своєю головною функцією – з'єднання і роз'єднання двигуна і коробки передач, зчеплення виконує і ряд інших важливих завдань. Воно забезпечує м'яке і плавне рушання з місця, дозволяє швидко перемикання передач, привід додаткового обладнання, перешкоджає передачу крутильних коливань від двигуна на елементи трансмісії, не потребує додаткових витрат потужності при передачі моменту, а головне, є зносостійким і легко змінним.

Удосконалення, зміни конструкції трансмісії вимагає змін і зчеплення. Так наприклад, для тракторів одним з напрямів поліпшення конструкцій трансмісії є застосування коробки передач з подвійним зчепленням (dual clutch transmission, DCT).

Недоліками фрикційних подвійних зчеплень, які використовуються закордонними виробниками, є велике осьове зусилля на маховику двигуна при його виключенні, необхідність додаткових витрат потужності двигуна при передачі моменту та складність конструкції. Варіанти конструкцій, які виготовляють за кордоном, мають частіше гідравлічний привід. Використання гідравліки суттєво ускладнює конструкцію, збільшує її вартість.

Ці проблеми вирішуються у оригінальній двохпоточній муфті зчеплення, розробленої фахівцями кафедри автомобіле- і тракторобудування та ТММ і САПР НТУ «ХПИ».

Для забезпечення легкості і надійності роботи системи керування при вмиканні кожного з зчеплень розроблено оригінальне технічне рішення.

Список літератури:

1. Львовский, К. Я. Трансмиссии тракторов/ К. Я. Львовский, Ф. А. Черпак, И. Н. Серебряков, Н. А. Щельцын. // – М.: Машиностроение, - 1976.
2. Hubert Wilmer Generations-Wechsel, Profi №8, 2012.

УДК 68.513

О.В. ТРОЙНИН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.М. ЩОКІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Методика діагностування акумуляторних батарей на основі нових пристроїв, забезпечення подальших строків експлуатації

Електрообладнання бронетанкового озброєння та військової техніки в порівнянні з іншими системами відрізняється порівняно не високим рівнем безвідмовності. Особливе місце в системі електрообладнання займають акумуляторні батареї. Тому підтримання акумуляторних батарей в працездатному стані, забезпечення їх надійного функціонування, особливо на машинах, які знаходяться на зберіганні, являються найважливішими задачами інженерно-технічного складу частин.

Отже проектування обладнання для підзаряду та ремонту акумуляторних батарей, розробка ефективних способів якісного обслуговування мають велике значення в підтриманні бойової готовності техніки навчально-бойової групи та техніки що знаходиться на зберіганні. В цій роботі буде розглянута можливість застосування сучасного приладу ІАПТАБ-12/45.200. ІАПТАБ-12/45.200-інтелектуальний автоматичний пристрійтестер 12-ти вольтових свинцево-кислотних акумуляторних батарей. ІАПТАБ-12/45.200 (далі ІАПТАБ) призначений для проведення тестування (визначення рівня якості, технічного стану) окремих 12-ти вольтових свинцево-кислотних акумуляторних батарей (АБ) усіх відомих технологій виготовлення і 12 – ти вольтових акумуляторних блоків (АБ), в діапазоні їх номінальних емностей від 40 до 225 Ампер-годин. У основі алгоритму роботи цього пристрою використана методика контролю стану свинцевого акумулятора, яку розробив інженер-винахідник Данков В.В. Джерело живлення - обслуговувана АБ. Живляча напруга 11 -2,5В постійного струму. Робочий діапазон температури довкілля від 5 до 40градусів Цельсія. Час течії тестового циклу до 30 секунд, з них час дії силиструму розряду - до 8 секунд.

У основі конструкції ІАПТАБ використаний широко - діапазонний регульований стабілізатор струму розряду. На передній панелі ІАПТАБ розташовані: органи управління, органи контролю, "+", "-" виведення для підключення силових кабелів і контрольних дротів, роз'єм для підключення комп'ютера. ІАПТАБ - 12/45.200 № 001 успішно пройшов експлуатаційні випробування і допускається до роботи згідно штатного призначення.

В роботі запропонований технологічний процес ремонту та заряду акумуляторних батарей, дотримуючись якого можна значно збільшити строк роботи акумуляторних батарей, здійснювати правильне та якісне технічне обслуговування, що в значній мірі буде впливати на стан озброєння та техніки що знаходиться на озброєнні в Збройних Силах України.

УДК 68.513

А.С. УСЕНКО, НТУ «ХП», Харків, Україна

В.М. БАЗЕЛЮК, НТУ «ХП», Харків, Україна

Підвищення роботи гідростатичної трансмісії у броньованих елементах

Об'єкт дослідження – гідронасос гідростатичної трансмісії сучасного БТР.

Мета роботи: розробити методику для дослідження підвищення ефективності та удосконалення окремих елементів гідронасосу гідростатичної трансмісії сучасного БТР.

Гідростатична трансмісія – це гідравлічний привід із закритим (замкнутим) або відкритим контуром, призначений для передавання зворотно-поступального, зворотно-поворотного або обертального руху за рахунок гідростатичного напору рідини, і складається з декількох або одного об'ємного насоса (ведуча ланка) і об'ємного гідравлічного двигуна-гідромотора (ведена ланка), колектора, резервуара для робочої рідини та магістральних трубопроводів. У російській і радянській літературі для таких гідроприводів застосовують іншу назву – гідрооб'ємна передача. Найбільш часто застосовують гідростатичну трансмісію як привід ходу машин на колісному або гусеничному ході, де гідропривід призначений для передавання механічної енергії від привідного двигуна до моста, колеса або тягового колеса гусеничної машини за допомогою регулювання подавання насоса та вихідної тягової потужності за рахунок регулювання гідромотора.

У гідростатичної трансмісії двигун внутрішнього згоряння приводить у дію гідронасос, з'єднаний трубопроводами з гідромоторами, вали яких пов'язані з тяговими колесами автомобіля. Під час роботи двигуна гідродинамічний напір рідини, що створюється гідронасосом у гідромоторах провідних коліс, перетворюється на механічну роботу. Тягові колеса з гідромоторами, установленими в них, називають гідромоторами-колесами.

Найпростіша схема будови та роботи гідрооб'ємної передачі, у якій використовується гідростатичний напір рідини. Під час обертання колінчастого вала двигуна через кривошип і шатун здійснюється переміщення поршня гідронасоса. Рідина з гідронасоса через трубопровід подається в циліндр гідродвигуна, поршень якого переміщує через шатун кривошипа та обертає тягове колесо.

У дійсності гідрооб'ємні передачі, використані на автомобілях, набагато складніші. Так, вони містять роторні гідронасоси плунжерного типу, колісні гідродвигуни, магістралі високого та низького тиску, редуційні клапани, охолоджувач, дренажну і підживлювальну системи (резервуар, фільтр, охолоджувач, насос, редуційний і запобіжний клапани).

Гідростатична трансмісія має масу переваг перед механічним приводом. Одна з переваг – спрощення механічного розведення машини. Це дозволяє дістати перевагу в надійності, адже найчастіше за великого навантаження

на машині кардани не витримують і доводиться ремонтувати машину. У північних умовах це відбувається ще частіше за низьких температур. За рахунок спрощення механічного розведення вдається так само звільнити місце для допоміжного обладнання. Застосування гідростатичної трансмісії може дозволити повністю прибрати вали та мости, замінивши їх насосну установку та гідромотори з редукторами, що вбудовують прямо в колеса, а у більш простому варіанті, гідромотори можуть бути вбудовані в міст.

Головною перевагою гідростатичної трансмісії є можливість плавної зміни передатного відношення в широкому діапазоні частот обертання, що дозволяє набагато краще використовувати крутний момент двигуна автомобіля, порівняно зі ступінчастим приводом. Оскільки вихідну частоту обертання можна довести до нуля, можливий плавний розгін автомобіля з місця без застосування зчеплення. Малі швидкості руху особливо потрібні для різних будівельних і сільськогосподарських машин тощо. Навіть значна зміна навантаження не впливає на вихідну частоту обертання, оскільки проковзування в даного типу трансмісії відсутнє.

Великою перевагою гідростатичної трансмісії є простота реверсування, яке забезпечується простою зміною нахилу плити або гідравлічно, зміною потоку робочої рідини. Це дозволяє забезпечити виняткову маневреність автомобіля.

У міру збільшення робочого тиску гідростатичної передачі її розміри та маса пропорційно зменшуються. Робочий тиск у системі залежно від конструкції гідроагрегатів – 10 ... 50 МПа. Максимальні робочі тиски можуть досягати 55 МПа (550 кгс / 1 см²).

За одною схемою гідромотори вбудовуються в колеса, і ця схема може бути застосована для колісних машин, але більш цікавий варіант такого гідроприводу для гусеничної техніки. Мікроконтролерне управління дозволяє забезпечити комплексний контроль над машиною, починаючи від керуванням дизельним двигуном.

У процесі роботи система забезпечує синхронізацію бортів для прямолінійного ходу машини та бортовий поворот машини за допомогою керма або електричного джойстика.

Список літератури:

1. Насоси радіально-поршневі регульовані типу 50 НРР устрій і робота: – Х. : Харківське ОАО «Гідропривід», – 2004
2. О совместной работе двигателя внутреннего сгорания и гидростатической трансмиссии/за ред. Ю. И. Ловцов. – М. : НАМИ, – 1985.
3. Гидрообъемная передача преимущественно для быстроходных гусеничных машин/за ред. Г. В. Герасимов. – М. : НАМИ, – 1967

УДК 621.11-32

В.С. ФЕСЮК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна**И.В. КОСТЯНИК**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна**А.А. ЛАЗАРЕНКО**, асистент, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Параметрический синтез системы стабилизации линии прицела танковой пушки

В развитии систем управления огнем современных танков прослеживается тенденция перехода от стабилизаторов лазерного луча прицела-дальномера силового типа, в которых подвижное зеркало прицела механически связано с осью внешней рамки гироскопического датчика угла, к стабилизаторам индикаторного типа, представляющих собой следящую систему автоматического управления с исполнительным электродвигателем, связанным через редуктор с осью подвижного зеркала прицела. Такие стабилизаторы обеспечивают высокую точность стабилизации лазерного луча прицела-дальномера, по которому осуществляется наведение ракет комплекта управляемого вооружения [1]. Целью настоящей работы является выбор структуры и численных значений параметров цифрового стабилизатора лазерного луча танкового прицела-дальномера, обеспечивающего высокую точность и помехозащищенность замкнутой системы стабилизации. Схема цифрового стабилизатора приведена на рисунке 1, где приняты следующие обозначения: ПН – пульт наведения; ЭН – электромагнит наведения; ГСП – гидростабилизированная платформа; ВТ1, ВТ2 – вращающиеся трансформаторы; Р1, Р2 – роторы ВТ1, ВТ2; С1, С2 – статоры ВТ1, ВТ2; П1, П2 – потенциометры; ЦЭБ – цифровой электронный блок; ИЭД – исполнительный электродвигатель; ШР – шестеренчатый редуктор; ПЗ, НЗ – соответственно подвижное и неподвижное зеркало прицела.

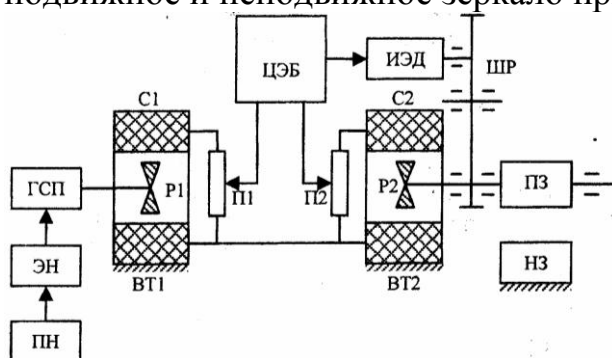


Рис. 1 – Схема цифрового стабилизатора

При продольно-угловых колебаниях корпуса танка возникает разность сигналов на выходах ВТ1 и ВТ2, на основе которой ЦЭБ формирует управляющий сигнал $u(t)$, подаваемый на вход ИЭД, ротор которого через ШР связан с осью ПЗ прицела. Поворот корпуса танка на угол $\varphi(t)$ приводит к повороту ПЗ на тот же угол в противоположном направлении, так, что изображение цели на НЗ прицела остается неподвижным. Простейший цифровой ПД-стабилизатор [1] не в состоянии обеспечить качественную помехозащищенность замкнутой системе при наличии замкнутости выходного сигнала ВТ1 вследствие высокочастотных прецессионных и нутационных колебаний рамок ГСП. Для повышения помехозащищенности в ЦЭБ реализуются цифровые низкочастотные фильтры

Баттеруорта и Ланцоша. При параллельном функционировании указанных фильтров дискретная передаточная функция ЦЭБ записывается в виде [2]

$$W_C(z) = k_\phi W_\sigma(z) + k_\phi W_L(z), \quad (1)$$

а при последовательно- параллельном функционировании – в виде

$$W_C(z) = k_\phi W_\sigma(z) [1 + k_\phi W_L(z)]. \quad (2)$$

В соотношениях (1) и (2) через $W_\sigma(z)$ и $W_L(z)$ обозначены дискретные передаточные функции фильтров Баттеруорта и Ланцоша соответственно. Например, при использовании в ЦЭБ фильтров второго порядка эти передаточные функции равны [3]

$$W_\sigma(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}; \quad W_L(z) = c_0 + c_1 z^{-1} - c_1 z^{-3} - c_0 z^{-4}.$$

Сравнение АЧХ и ФЧХ цифровых стабилизаторов (1) и (2) показывает, что подавление высокочастотных помех стабилизатором (2) значительно эффективнее, чем стабилизатором (1). Это объясняется тем, что в стабилизаторе (2) на вход дифференцирующего фильтра Ланцоша подается выходной сигнал фильтра Баттеруорта, практически не содержащий высокочастотных помех.

Выводы: Повышение точности стабилизации лазерного луча танкового прицела-дальномера относительно направления на цель достигается использованием цифровых стабилизаторов индикаторного типа. Необходимый уровень помехозащищенности таких стабилизаторов может быть достигнут использованием специальных алгоритмов, реализующих цифровые низкочастотные фильтры Баттеруорта и Ланцоша при их последовательно - параллельном функционировании.

Список литературы:

1. *Аблесімов О. К.* Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Т.3. Автоматичне керування озброєнням танків / О. К. Аблесімов, Є. Є. Александров, І.Є. Александрова / Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 444 с.
2. *Александров Е. Е.* Оценка точности стабилизации поля зрения прицела танковой пушки / Е. Е. Александров, Т. Е. Александрова, А. А. Лазаренко // Артиллерийское и стрелковое вооружение. - 2011. - №3. - С.40-44.
3. *Александрова Т. Е.* Сравнительный анализ цифровых ПД-стабилизаторов подвижных объектов с низкочастотными фильтрами Баттеруорта и Ланцоша / Т. Е. Александрова, В. А. Кононенко, А. А. Лазаренко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. - 2011. №2(25). - С. 148-152.

УДК 629.429.3

Ю.Ю. ЧАБАНОВ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Е.С. АФАНАСЬЕВА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Исследование типов силовых приводов системы принудительного наклона кузовов скоростных поездов

Рабочие свойства линейного двигателя, используемого в качестве силового привода системы принудительного наклона кузовов, определяются величиной его тягового усилия и формой зависимости этого усилия от величины перемещения якоря, то есть тяговой характеристикой. Исключить имеющиеся конструктивные и эксплуатационные недостатки известных типов силовых приводов систем наклона представляется нам возможным путем использования в качестве привода линейного двигателя электромагнитного типа постоянного тока [1]. Такой привод при наличии всех достоинств электромеханических систем не имеет дополнительных механических узлов преобразования электрической энергии двигателя в механическую энергию перемещения штока. Это существенным образом упрощает конструкцию привода и повышает надежность системы наклона в целом. Очевидно, что наибольшую эффективность силовой привод имеет в том случае, когда его тяговая характеристика соответствует нагрузочной характеристике механизма наклона кузова. На нагрузочную характеристику механизма наклона существенное влияние оказывает место присоединения силового привода к наклоняемой балке. А на тяговую характеристику влияет тип исполнения линейного двигателя и его конструктивные параметры. Для конкретного варианта установки силового привода в системе наклона кузова линейный двигатель должен удовлетворять своим специфическим требованиям. При размещении двигателя на боковых балках тележки он должен обеспечивать большой ход при малых осевых габаритах. Для этого целесообразно использовать двигатели с подвижными сердечниками в виде плоских цилиндрических секций и телескопической конструкции. А при установке двигателя под наклоняемой балкой могут быть применены как базовый линейный двигатель, так и эти два.

Создана математическая модель, устанавливающая связь геометрических и электромагнитных параметров различных конструктивных схем линейных двигателей с величиной реализуемой ими силы и формами их тяговых характеристик. Для сравнения различных моделей линейных двигателей введен критерий отличия естественной тяговой характеристики от нагрузочной.

Список литературы:

1. *Омельяненко В. И.* Привод наклона кузовов на базе линейного двигателя / *В. И. Омельяненко, Д. И. Якунин, Е. С. Редченко (Е. С. Афанасьева)* // «Залізничний транспорт України». – 2010. - №6(85) - С. 23-25.

УДК 68.513

Л.Р. ШАКІРОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.М. КАСІМОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження гідропневматичної підвіски з системою регулювання кліренсу танку Т-64Б

Основним видом бронетанкової техніки є танки, а їх шасі використовуються, як правило, в якості бази для інших машин. При цьому вирішуються питання уніфікації деталей, вузлів і агрегатів, і в цілому шасі всіх видів бронетанкового озброєння. Це дозволяє знизити витрати на оснащення армії, навчання особового складу, забезпечити експлуатацію, ремонт і постачання військ бронетанковим майном. Велике значення останнім часом приділяється ходової частини танка, так як вона має великий вплив на швидкість і рухливість танка. При русі танка на корпус передаються поштовхи та удари від нерівностей місцевості. Їх величина, а також величина коливань корпусу залежить від властивостей системи підресорювання.

Системою підресорювання танка називається сукупність деталей, що пов'язують його корпус з осями опорних катків. Підвіскою називають сукупність деталей, що пов'язують вісі катків з корпусом. Підвіски складаються з пружних елементів (ресор) та амортизаторів (демпферів), від характеристик яких залежить плавність руху танка на нерівностях місцевості. Плавність руху – це якості машини рухатись по нерівностям місцевості з високими швидкостями при збереженні параметрів коливань корпусу на рівні, що забезпечує працездатність членів екіпажу та справність обладнання, що знаходиться всередині.

Плавність руху характеризується величинами вертикальних прискорень та розмахом повздовжньо-кутових коливань. Чим нижче на тих самих швидкостях ці параметри, тим вище можливі швидкості руху при заданих допустимих граничних величинах прискорень та коливань, та тим вища плавність руху. В теорії підресорювання корпусу танка вивчають коливальний рух як механічної системи та вплив на параметри коливань конструктивних параметрів системи підресорювання, профілю шляху, швидкості руху. Таким чином підвіска має нелінійну характеристику, з підвищенням жорсткості при великих амплітудах коливань, поштовхах та ударах і менша жорсткість при демпфіруванні коливань збільшеної частоти та зменшеної амплітуди, які сприймаються екіпажем, як тряска. Підвіска забезпечує найбільш оптимальні умови для функціонування обладнання танка та роботи членів екіпажу. Вона ефективно гасить коливання високої амплітуди та демпфірує коливання підвищеної частоти. Вона поєднує в собі якості гідро амортизатора та м'якої пневматичної підвіски, тому вважається найбільш доцільною для використання в перспективних танках.

УДК 68.513

М.О. ШАМРАЙ, НТУ «ХП», Харків, Україна

В.М. ЩОКІН, НТУ «ХП», Харків, Україна

Розробка сучасних технологій ремонту деталей маючих шлицеві з'єднання

Відновлення зношених поверхонь деталей зв'язано з виконанням цілого комплексу робіт, який включає: наплавочні, зварювальні, слюсарні, токарні роботи, протягування, контрольні операції.

Річну трудомісткість відновлення деталей визначаємо з річної виробничої програми ремонту заводу, кількості однойменних деталей на машині і коефіцієнта відновлення по формулі:

$$T_r = n \cdot K_v \cdot \Pi \quad (1)$$

де T_r – річна трудомісткість вигляду робіт, люд год.;

n – кількість однойменних деталей на машині, шт.;

K_v – коефіцієнт відновлення деталей;

Π – річна виробнича програма ремонту.

При визначенні кількості необхідних постів (робочих місць) виходимо з технічної можливості обробки різнойменних деталей на мінімальній кількості обладнання.

Розробка технологічного процесу ремонту деталей (вузла) включає основні етапи:

- вибір раціональних способів ремонту для усунення кожного з дефектів деталі (вузла);

- визначення Послідовності виконання операцій при ремонті деталей (вузлів) ;

- розробка переходів;

- технічне нормування операцій;

- технічно – економічна оцінка розробленого технологічного процесу.

В найбільшій ступені цим вимогам відповідають слюсарні, контрольні роботи та роботи по протяжці шлиців, які для всіх деталей, що відновлюються, в нашому випадку, може бути організовано на однотипних робочих місцях. Виходячи з об'єму робіт приймаємо, що на ділянці що проектується по одному робочому місцю для слюсарних робіт, контрольних робіт, та робіт по протяжці шлиців.

Різноманітні дефекти деталей (вузлів), підлягаючих усуненню, можливо з'єднати в чотири основні групи:

I група – руйнування окремих поверхонь деталей (вузлів), у тому числі й бойові пошкодження;

II група – залишкові деформації;

III група – корозія;

IV група – знос робочих поверхонь деталей.

При виборі способу ремонту для усунення кожної з визначених груп дефектів необхідно враховувати:

- характер дефекту;

- конструкторсько – технологічні особливості деталі (хімічний склад і фізико – механічні властивості матеріалу, вигляд термічної обробки, габарити, вагу, товщину стінок, складність форми, жорстокість, точність виготовлення та інші) ;

- можливості маючого обладнання та оснастки;

- умова роботи деталі або окремих її поверхонь в сполученні;

- технологічні можливості способів ремонту;

- економічні показники способів ремонту.

При визначенні кількості постів та обладнання для виконання наплавочних та токарних робіт необхідно врахувати необхідність раціональної спеціалізації, так як перенакладка обладнання при обробці деталей різних найменувань економічно не доцільно.

Найкращим варіантом є спеціалізація – на одній установці можна обробляти «родинні» деталі, об'єднанні по конструктивній або по технічній, чи по конструктивно – технічній ознаці.

При цьому необхідно розрізняти деталі по діаметру, деталі з зовнішніми та внутрішніми поверхнями, низької та високої твердості.

Все вказане вище також відноситься в визначеній мірі і до токарної обробки деталей. Отже, прийmemo загальну необхідну кількість постів – 5 постів (шт.).

Слід відмітити, що прийняте рішення щодо кількості постів та робочих місць дозволяє не тільки забезпечити виконання програми, але і дозволяє оволодіти відновленням деталей інших найменувань та інших об'єктів, які планується ремонтувати на БТРЗ.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.

2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.

3. Технология ремонта бронетанковой техники. Под редакцией Марютина М. И. – М: ВА БТВ. – 592 с. – 1973 г.

4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под редакцией Патона В. Е. – М: Машиностроение. – 786 с. – 1974 г.

УДК 68.513

Є.А. ШЕВЧЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

К.В. КОРИТЧЕНКО, докт. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Методика дослідження електродинамічного прискорення бронебійних снарядів до танкової гармати

Питанню удосконалення систем озброєння приділяється постійна увага. Традиційно роботи по удосконаленню цих систем ведуться у напрямках збільшення дальності пострілу та покращення ефективності.

На теперішній час технології прискорення снаряду порохом значною мірою вичерпали свої можливості. Тому початкові швидкості снарядів у сучасних системах озброєння на основі порохом зарядів досягли практично верхньої технічно можливої межі.

Це обмеження пов'язано з фізичним принципом прискорення снаряду, а саме швидкістю вирівнювання тиску вздовж каналу ствола, що відбувається за відносно малою швидкістю – швидкістю звуку у продуктах згорання порохом заряду.

Подальше підвищення початкової швидкості снарядів досягається за рахунок використання іншого фізичного принципу, що базується на електромагнітних законах.

Сила, що забезпечує прискорення снаряду у цих системах, називається силою Лоренца.

Існує два типи електромагнітних гармат, що мають принципові конструктивні відмінності за реалізацією сили, що прискорює снаряд: електродинамічні (котушкові) та рейкотронні.

Окремо слід виділити електротермохімічні гармати, де електрична енергія використовується для стабілізації згорання порохом заряду.

Відомо, що підвищення початкової швидкості бронебійних снарядів забезпечує ймовірність ураження цілі. Ця задача може бути вирішена за рахунок обладнання танкової гармати системою додаткового прискорення снарядів.

У багатьох технічних системах, наприклад, танковій гарматі, масивний об'єкт розганяють до високої швидкості не електричними способами, наприклад, за допомогою порохом зарядів.

Оскільки вказане попереднє прискорення не забезпечує необхідної швидкості, виникає необхідність в додатковому прискоренні масивного об'єкту. Для цього доцільно використовувати електромеханічні індукційні перетворювачі (ЕП), що забезпечують безконтактну взаємодію електропровідного якоря, виконаного у вигляді циліндрового кільця і встановленого на зовнішній поверхні масивного об'єкту, з коаксіальним встановленим індуктором, в якому виконаний внутрішній прохідний отвір.

В ЕП при збудженні нерухомого індуктора від ємнісного накопичувача енергії виникаючий струм порушує могутній імпульс магнітного поля, що наводить в якорі вихрові струми, взаємодія яких з вказаним магнітним полем призводить до виникнення аксіальної електродинамічної сили, що впливає на електропровідний якор масивного об'єкту.

Використовування запропонованого комбінованого способу прискорення дозволяє, як підвищити швидкість масивного об'єкту, так і зменшити кількість порохового заряду, підвищивши безпеку і матеріаломісткість пускової установки.

Проте процеси додаткового прискорення за допомогою ЕП заздалегідь розігнаних масивних об'єктів практично не досліджені. Це пов'язано з високою швидкістю, короткочасністю і складністю протікання механічних, електричних, магнітних і теплових процесів, залежних один від одного.

При неузгодженості вказаних процесів якор і масивний об'єкт з високою кінетичною енергією можуть одержати або незначний імпульс, що прискорює, або навіть потрапити під дію гальмівної електродинамічної сили.

Метою роботи є розробка методики вибору параметрів електромеханічного індукційного перетворювача, що забезпечує високу ефективність додаткового прискорення рухомих масивних об'єктів.

Розроблена методика вибору параметрів високоефективного перетворювача, заснована на знаходженні мінімуму цільової функції в пошуковому просторі при сумісному використуванні глобального методу оптимізації, що здійснює випадковий пошук параметрів перетворювача в заданому просторі, і локального методу, що забезпечує стягування області параметрів з глобальним екстремумом до мінімальних розмірів.

Для глобальної оптимізації використані генетичні алгоритми, а як метод локальної оптимізації використовується метод Нелдера-Міда, що здійснює деформацію поточного симплексу.

В даній роботі встановлені загальні закономірності найефективніших варіантів перетворювачів і показано, що їх ефективність істотно вище, ніж у відомих перетворювачів.

Список літератури:

1. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 1 – М.Воениздат, – 1985.
2. Объект 447А(437А). «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» Кн. 2 – М.Воениздат, – 1985.
3. *Маринюк В. А.* «Основы устройства и расчеты стабилизаторов артиллерийского вооружения танков».- Пенза. – 1969.

УДК 631.37

А.В. ШЕРЕМЕТОВ, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.Ю. РЕБРОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Дослідження паливної економічності дизельного двигуна при роботі з несталим навантаженням

Питання паливної економічності доцільне в будь-якій галузі промисловості. Щодо автомобільного господарства підвищення паливної економічності, а отже зниження витрат на паливо, призводить до зниження собівартості перевезень, особливо вантажних. Також з паливною економічністю пов'язані питання екології, зменшення викиду шкідливих речовин та споживання нафти.

В дизельних двигунах для регулювання подачі палива використовуються регулятори частоти обертів двигуна. Регулятори призначені для автоматичної підтримки заданої швидкості руху (регулюють кількість подаваного палива). У дизельних двигунах в основному використовуються всережимні і дворегимні регулятори відцентрового типу. Всережимні регулятори призначені для роботи двигуна у всіх режимах (від мінімальної частоти обертання на холостому ходу до максимальної) і обмеження максимальної частоти обертання колінчастого вала. Регулятори частоти обертання різних дизелів можуть відрізнятися конструктивно (компонувальною схемою, окремими деталями), але за принципом дії вони однакові. Сталу частоту обертання регулятор підтримує автоматично. В роботі розглянута паливна економічність дизельного тракторного двигуна, який традиційно має всережимне регулювання часткових швидкісних характеристик, при роботі з несталим навантаженням, яке моделюється у вигляді полігармонічних коливань моменту опору на колінчастому валу двигуна. В якості критерію паливної економічності запропоновано використовувати питому витрату палива, кількість витраченого палива за певний проміжок часу, відношення витрати палива до отриманої роботи.

В роботі досліджується вплив методів керування режимами роботи двигуна при несталому навантаженні на економічність двигуна, у тому числі і керування з використанням лінії найбільшої економічності.

Список літератури:

1. *Эфрос, В. В.* Выбор критериев и методов оценки топливной экономичности тракторных и комбайновых дизелей/ *Эфрос В. В., Столбовой М. С., Луначев П. Д.* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1986. - № 1. - С. 13-16.

2. *Шапко, В. Ф.* Метод розрахунку багатопараметрової характеристики автомобільного двигуна внутрішнього згорання/ *Шапко В. Ф., Шапко С. В.* // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2009. (54). Випуск 1. Частина 1. - С. 93-96.

УДК 665.9

Н.А. ШУЛЬГА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

О.Н. АГАПОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Анализ потерь топлива при эксплуатации автозаправочного комплекса

Потери топлива на автозаправочных станциях и комплексах наносят огромный ущерб как владельцам предприятий, так и экономике страны, приводят к затратам общественного труда, снижению эффективности производства и загрязняют окружающую среду. Поэтому поиск путей сокращения потерь топлива является важнейшей задачей для науки в области автомобильного транспорта.

Чтобы решать эту задачу успешно, необходимо точно знать возможные источники и причины возникновения потерь. Именно поэтому, целью данной научно-исследовательской работы является анализ причин возникновения потерь топлива при эксплуатации автозаправочных станций и существующих мероприятий по их снижению.

По причинам возникновения различают потери эксплуатационные и аварийные. Эксплуатационные потери имеют место из-за несовершенства применяемых технологий и из-за ошибок персонала.

Причинами аварийных потерь нефтепродуктов являются повреждения трубопроводов, резервуаров и оборудования, нарушение правил их технической эксплуатации, истощение прочностного ресурса, а также стихийные бедствия. Сокращения таких видов потерь можно достичь, соблюдая правила производства работ на территории АЗС, правила технической эксплуатации трубопроводов, резервуаров, оборудования и транспортных средств, осуществляя их своевременные диагностику и ремонт.

По характеру различают количественные, качественные и количественно-качественные потери. Количественные потери возникают вследствие разлива нефтепродуктов, переливов резервуаров и транспортных средств, утечек, неполного слива нефтепродуктов, а также их уноса со сточными водами. Предотвратить их можно поддержанием в трубопроводах безопасных давлений, сооружением резервуаров в сейсмостойком исполнении и т. д.

Переливы резервуаров и транспортных средств происходят из-за ошибок эксплуатационного персонала, а также неисправности контрольно-измерительных приборов.

Причинами утечек являются сквозные локальные повреждения металла на малой площади, негерметичность трубопроводной арматуры, технологических трубопроводов и насосного оборудования.

Качественные потери нефтепродуктов обусловлены их обводнением, смешением, окислением и загрязнением. Причинами обводнения могут быть конденсация паров воды из паровоздушной смеси в ночное время на внутренней поверхности кровли резервуаров, дренирование дождевых и талых

вод с поверхности плавающих крыш непосредственно в хранимый нефтепродукт, негерметичность средств парового подогрева нефтепродуктов. Проблема смешения особенно остра при операциях с нефтепродуктами, которые имеют существенно различные свойства.

Чтобы ограничить смешение, необходимо располагать достаточной резервуарной емкостью для отдельного хранения нефтепродуктов, следить за герметичностью запорной арматуры между резервуарами и общими коллекторами и т. д.

Окисление нефтепродуктов происходит в резервуарах при их контакте с воздухом. Результатом этого является образование смол и органических кислот. Поэтому длительное хранение нефтепродуктов целесообразно осуществлять либо в заглубленных резервуарах, либо в резервуарах с плавающими покрытиями (понтами, плавающими крышами).

Загрязнение нефтепродуктов происходит атмосферной пылью, продуктами коррозии трубопроводов и резервуаров, смолами. Для уменьшения загрязнения нефтепродуктов применяют различные фильтры, отстаивание, центрифугирование, внутренние покрытия резервуаров и т. п..

К количественно-качественным относят потери нефтепродуктов от испарения, в результате чего не только уменьшается их количество, но и уменьшается октановое число бензинов, утяжеляется фракционный состав. По данным исследований, в системе транспорта и хранения примерно 75% потерь топлив приходится на испарение.

Все мероприятия, направленные на сокращение потерь нефтепродуктов от испарения разделяют на уменьшение объема «выдыхов» резервуаров и уменьшение концентрации углеводородов в «выдыхах».

На основе проведенного анализа можно сформулировать следующие выводы:

- большую часть потерь топлива необходимо сокращать за счет правильной организации технологических процессов при приеме и выдачи топлива;
- немаловажно обеспечить должную культуру производства персонала, непосредственно управляющего этими процессами;
- потери топлива от испарения являются самыми распространенными, поэтому необходимо применять современные технические решения по отношению ко всему технологическому оборудованию для их снижения.

Список литературы:

1. *Коршак, А. А.* Нефтебазы и АЗС: Учебное пособие/ *А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов.* // - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. – С.416.
2. *Бондарь, В. А.* Операции с нефтепродуктами. Автозаправочные станции/ *В. А. Бондарь, Е. И. Зоря, Д. В. Цагарели.* // – М.: АОЗТ «Паритет», - 1999г. – С. 338.

УДК 631.37

М.Є. ЯКУНІН, «НТУ ХПИ», Харків, Україна

О.Ю. РЕБРОВ, канд. техн. наук, доц., «НТУ ХПИ», Харків, Україна

Дослідження режимів роботи дизельного двигуна при русі автомобіля за міським циклом

Завдяки високій ефективності дизельний двигун широко застосовується на вантажних автомобілях. Разом з тим, більшість легкових автомобілів мають в лінійці своїх моторів дизельні двигуни.

В Європі дизель поступово витісняє бензинові двигуни, наприклад, понад 50% нових легкових автомобілів мають дизельний двигун.

На легкових автомобілях використовуються швидкохідні дизелі, що володіють високою еластичністю, тобто здатністю розвивати високий крутний момент у широкому діапазоні частот обертання колінчастого вала.

Принцип роботи дизельного двигуна заснований на мимовільному (компресійному) займанні дизельного палива, що впорскується в камеру згоряння і змішується зі стисненим і нагрітим до високої температури повітрям.

Режими роботи транспортних двигунів вельми різноманітні і залежать від характеру експлуатації транспортного засобу.

На підставі статистичних досліджень встановлено, що в умовах вуличного руху в містах Європи частки часу роботи двигуна на окремих режимах складають: на режимі холостого ходу при середніх частотах обертання – 35 %, на режимах з постійними частотами обертання з навантаженням – 29 %, з прискоренням – 22 %, з уповільненням – 14 %. Тому в роботі досліджуються режими роботи дизельного автомобільного двигуна на різних режимах, за основу була обрана математична модель дизельного двигуна [4] створена у програмі MatLab.

Список літератури:

1. Шапко, В. Ф. Метод розрахунку багатопараметрової характеристики автомобільного двигуна внутрішнього згоряння/ В. Ф. Шапко, С. В. Шапко. // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. - 2009. (54). Випуск 1. Частина 1. - С. 93-96.

2. Кутьков, Г. М. Аппроксимация корректорного участка регуляторной характеристики дизеля/ Г. М. Кутьков, В. Н. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2007. -№ 8. - С. 27-30.

3. Durcovic R. Regression models of specific fuel consumption curves and characteristics of economic operation of internal combustion engines/ R. Durkovic, M. Damjanovic. // Facta universitatis.Series: Mechanical Engineering. Vol. 4.,№1, 2006, pp. 17-26.

4. Ребров, А. Ю. Математическая модель дизельного двигателя в безразмерных величинах с учетом его загрузки и подачи топлива/ А. Ю. Ребров, Т. А. Коробка, С. В. Лахман. // Вісник НТУ "ХПИ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Транспортне машинобудування. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2012. - № 19. - С. 31-36.

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГЕТИЧНІ, ТЕПЛОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

УДК 621.224

Д.С. КАТКОВ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Е.С. КРУПА канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Исследования рабочего процесса в проточной части горизонтальной капсульной гидротурбины

На данный момент перспективным направлением в современном гидротурбостроении является разработка прямоточных гидроагрегатов с высокими коэффициентами быстроходности, для их применения на более высокие напоры.

Прямоточные (капсульные) гидроагрегаты, такие как на Киевской ГЭС, Каневской ГЭС и др., несмотря на сложность конструкции и большую металлоемкость, имеют существенные преимущества по сравнению с гидротурбинами со спиральным подводом воды:

– на 30–40 % более высокая пропускная способность, что позволяет при том же диаметре рабочего колеса повысить мощность на 30–40 % или уменьшить диаметр рабочего колеса при той же мощности и получить существенную экономию габарита ГЭС в плане и металлоемкости закладываемой в бетон арматуры.

– более высокий КПД в оптимуме и существенно более высокий среднеэксплуатационный КПД (на 5–10 %).

– более широкий диапазон эксплуатации по напорам и расходам, более широкую маневренность при пуске и остановке гидроагрегата, что важно при работе на пиковых нагрузках.

– более спокойную работу гидроагрегата на режимах отличных от оптимального в широких диапазонах изменения расхода (мощности) и напора. Более низкий уровень нестационарности потока.

Рабочий процесс горизонтальной капсульной гидротурбины осуществляется посредством создания крутящего момента на рабочем колесе гидротурбины (который определяется суммарным моментом сил гидродинамического давления на лопасти) равным:

$$M_{кр} = \rho Q \left[\overline{(rV_u)}_1 - \overline{(rV_u)}_2 \right] + \Delta M_n,$$

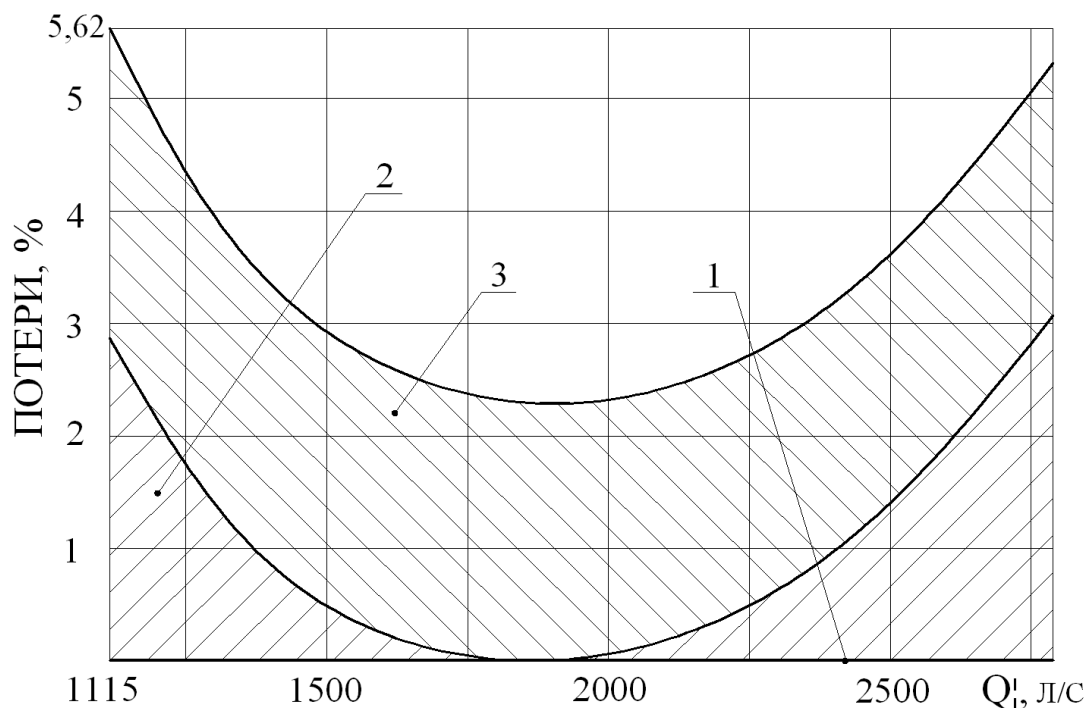
где $\rho Q \overline{(rV_u)}_1 = \int_{S_1} \rho (rV_u) V_n ds$ - суммарный момент количества движения жидкости в поперечном сечении S_1 перед РК;

$$\rho Q (\overline{rV_u})_2 = \int_{S_2} \rho (rV_u) V_n ds \quad - \quad \text{суммарный момент количества движения}$$

жидкости в поперечном сечении S_2 за РК;

ΔM_n – потери момента количества движения жидкости за счет трения о неподвижные поверхности и протечки в уплотнениях, минуя проточную часть.

На рис. 1 представлены графики изменения профильных, ударных, циркуляционных и суммарных потерь ($\bar{h}_{\text{сум}} = \bar{h}_{\text{пр}} + \bar{h}_{\text{цирк}} + \bar{h}_{\text{уд}}$) для среднего профиля рабочего колеса горизонтальной капсульной гидротурбины (ПЛ15-ГК) в зависимости от расхода при постоянных оборотах, на оптимальном режиме работы.



1- циркуляционные потери, 2- ударные потери, 3- профильные потери

Рис. 1 – Баланс потерь энергии в лопатной системе ПЛГ 15 при $n_1 = 160$ об/мин (оптимальный режим)

Список литературы:

1. Барлит В. В. Гидравлические турбины / В. В. Барлит. – Київ: Вища школа, 1977. – 360 с.
2. Потетенко О. В. Дослідження робочого процесу другої гідротурбіни зведеного прямооточного гідроагрегату/ О. В. Потетенко, Є. С. Крупа, В. Е. Дранковський // Тези доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Харків, НТУ«ХПІ». – 2010. – С. 314.
3. Семенов В. В. Прямоточные гидротурбоагрегаты высокой и сверхвысокой быстроходности /В. В. Семенинов. – М.-Л.: Государственное энергетическое издательство 1959. – 160 с.

УДК 665.9

А.В. КОБЕРІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.В. ПОТЕТЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Радіально-осьова гідротурбіна на напори 500 м із широким діапазоном експлуатаційних режимів

Проектування високоефективних гідротурбін на напори 400–800 метрів та прямоточних ГА на напори 40–250 метрів вимагає ретельного вивчення особливостей складної структури потоку в проточній частині та особливостей робочого процесу. Тому для розробки сучасних ГТ і виходу вітчизняного гідротурбобудування на світовий рівень необхідно проводити більш глибокий аналіз внутрішньої структури потоку в каналах високонапірних гідротурбін, розробляти більш точні математичні методи моделювання і прогнозувати проточну частину та вібраційні показники і приділяти більше уваги системам автоматичного керування гідротурбін.

Ціль роботи – створення математичних моделей оптимізованого робочого процесу для проточних частин високонапірних гідротурбін РО400–800 та прямоточних гідроагрегатів на напори 40–250 метрів і визначення їх характерних закономірностей на основі гідродинамічного аналізу реальної структури потоку в каналах, що дозволило суттєво підвищити ККД, надійність і довговічність експлуатації гідротурбін.

Розробка нових гідродинамічних методів розрахунку і використання соплових підвідних каналів у ГТ дозволило значно знизити гідравлічні втрати за рахунок забезпечення більш рівномірного підводу потоку до робочого колеса і ламінарного режиму течії в пограничних шарах у більшій частині підвідних органів і лопатевій системі робочого колеса.

Виготовлення більш точних моделей для прогнозування нестационарних явищ у проточній частині гідротурбіни дозволила значно підвищити її надійність і довговічність.

Гідравлічні втрати складаються із втрат енергії у підвідних органах, в робочому колесі і у відвідному органі. При розробці проточної частини гідротурбіни і лопатєвої системи робочого колеса ставиться задача на оптимальному режимі роботи узгодити потоки, які залишають попередній елемент, з потоком, що забезпечує мінімальні втрати в подальшому елементі, включаючи лопатєву систему. Крім того, кожен елемент проточної частини повинен мати оптимальну форму, що забезпечує мінімум втрат у самому цьому елементі. Все вищевикладене реалізується на практиці, але, на жаль, на режимах, що відрізняються від оптимального, не можна гарантувати ні узгодження між собою різних елементів проточної частини, ні мінімуму втрат в кожному з них.

Пропонується вирішення цієї проблеми, можливе з застосуванням багаторядних лопатєвих систем, розворот яких здійснюється за комбінаторною

залежністю, що забезпечує максимально можливе узгодження елементів проточної частини. Розглянуто варіанти конструктивних рішень і особливостей робочого процесу гідротурбіни з багаторядною лопатевою системою.

Недоліком існуючих високонапірних робочих коліс є малий діапазон зміни експлуатаційних напорів і витрат, що забезпечують високу ефективність і надійність експлуатації. При зміні n_1' або Q_1' на 25 % у бік збільшення або зменшення в порівнянні з оптимумом, циркуляційні втрати можуть досягати 15 – 25 %. Крім того, різко зростає нестационарність потоку, що погіршує надійну роботу гідротурбіни.

У даній роботі розглянута радіально-діагональна гідравлічна турбіна з двома лопатними системами – радіально-осьового і діагонального типу, між якими встановлюється направляючий апарат.

Застосування такої лопатевої системи суттєво покращує експлуатаційні характеристики гідротурбіни.

Тобто сумарна лопатева система може мати на оптимальному режимі витрати, що не перевищують втрати в одній лопатевій системі.

Враховуючи, що підведення і відведення одне й те ж для двох лопатевих систем, то можна припустити, що є можливість одержати вищий ККД ніж окремо отриманий в радіально-осьовій і діагональній гідротурбіні.

Безперечною перевагою застосування такої лопатевої системи є вищі енергетичні і експлуатаційні показники на режимах відмінних від оптимального.

Великою перевагою є можливість застосування гідротурбіни з дворядним робочим колесом для умов експлуатації з широким діапазоном зміни напорів і витрат.

При цьому зменшення витрат енергії і підвищення надійності роботи на цих режимах досягається за рахунок зменшення вихідної циркуляції потоку (тобто циркуляційних витрат).

У даній роботі виконано розрахунок нової гідравлічної турбіни РОД 500, проточна частина якої має дві лопатеві системи: радіально-осьову та діагональну та напрямний апарат між ними.

Список літератури:

1. Барлит В. В. “Гидравлические турбины ” Киев “ Вища школа” 1977г.
2. “Выбор типа гидротурбины (насос-турбины) при помощи универсальных характеристик, определение основных параметров и построение ее эксплуатационной характеристики” Методические указания: под ред. Барлита В. В. Харьков, 1994г.
3. Справочник конструктора гидротурбин /Под ред. Н.Н. Ковалева. – М.; Л.: Машиностроение, 1971.
4. ”Расчет обтекания решеток профилей лопастных систем гидромашин” Методические указания под редакцией Барлита В.В Харьков 2005г.
5. Турбины гидравлические для гидроэлектростанций(сборник ГОСТов) т.1.-Л.,-198,-Е.2;1986.

УДК 691.32

Г.В. КОЛЯДА, НТУ «ХП», Харків, Україна

Ю.В. ШУЛЬГІН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Дослідження напрямків енергозбереження у теплових установках для термообробки бетонних виробів з застосуванням різних енергоносіїв

В основі сучасного інтенсивного виробництва виробів збірного залізобетону і прискореного зведення монолітних залізобетонних конструкцій лежить теплотехнологія бетону. Саме ця технологія, використовувана в Україні стосовно до самотвердіючої системі «цемент - вода», є економічно обґрунтованою та успішно вирішує завдання досягнення необхідної якості виробів при високій продуктивності. Однак цей процес і в цілому виробництво бетону та залізобетону ще досить енергоємні, і дієвим стимулом і напрямком їх розвитку є енерго- та ресурсозбереження. Дослідження багатьох авторів показують [1], що питання енергозбереження та раціонального використання енергоносія є визначальним у формуванні ціни на залізобетонні вироби. Визначення раціонального енергоносія повинно проводитися для кожної країни індивідуально, виходячи з конкретної економічної ситуації [2]. Висока енергоємність при виробництві залізобетону обумовлює необхідність пошуку, розробки та аналізу шляхів зниження енергоємності і матеріальних витрат.

Метою статті є аналіз існуючих способів виробництва залізобетонних виробів та визначення перспективних напрямків їх вдосконалення на основі даних з двох заводів, що працюють у Харківській області, а саме ПАТ "Курязький домобудівний комплекс" та ЗАТ Завод ЗБК-5.

В статті розглянуто питання, щодо не ефективності використання енергії при виробництві бетону та залізобетонних виробів у сучасних Українських реаліях, визначена структури споживання тепла та резервів енергозбереження на даних заводах. Наведено оцінку комплексного ефекту, який дає заводська теплотехнологія бетону на основі електророзігріву бетонної суміші, у порівнянні з традиційним паропрогрівом виробів: енергетичний ефект - витрата палива скорочується більш ніж в 3 рази; екологічний ефект - обсяг спалюваного газу і викиди в атмосферу скорочуються майже в 2,5 рази.

На основі порівняння результатів дослідження певних заводів і методик теплової обробки бетону можна зробити висновок про доцільність застосування електророзігріву для теплової обробки бетону.

Список літератури:

1. *Торопова, М. В.* Влияние тепловлажностной обработки на структурообразование и эксплуатационные свойства бетона [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / М. В. Торопова. - Иваново, 2002. - 23 с.
2. *Основи проектування теплотехнічних установок підприємств промисловості будівельних матеріалів [Текст]: навч. посібник / В. М. Кошельник, Ю. В. Шульгін, О. В. Кошельник, В. В. Соловей.* - Харків: НТУ «ХП1», 2010. - 200 с.

УДК 536.2

М.В. КРИВСУН, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.О. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Розробка пластинчатих теплообмінників систем тепlopостачання

Теплообмінне обладнання займає важливе місце в більшій частині промислових технологічних процесів, особливо в системах тепlopостачання.

Необхідність вдосконалення теплообмінного обладнання для систем тепlopостачання не викликає сумнівів.

Зрозумілі основні вимоги до нових рішень - енергозбереження, зниження металоємності і габаритних розмірів теплообмінників, підвищення надійності і комфортності тепlopостачання. Основним технічним рішенням, виробленим у світовій практиці, для виконання зазначених вимог є ефективно застосування компактних теплообмінних апаратів інтенсивної дії – пластинчастих конструкцій.

Мета даної роботи – це створення комп'ютерної програми для проектування пластинчатих теплообмінників систем тепlopостачання.

При проектуванні теплообмінних апаратів першим проводиться тепловий конструкторський розрахунок пластинчатого теплообмінника, в ході якого необхідно обчислити коефіцієнти гідравлічного опору ξ_1 , ξ_2 , коефіцієнти тепловіддачі від гріючого теплоносія α_1 та до холодного теплоносія α_2 , коефіцієнт теплопередачі k та поверхню нагрівання теплообмінника F .

Основними розрахунковими рівняннями є рівняння теплопередачі, з котрого розраховується площа поверхні:

$$F = \frac{Q}{k \Delta t},$$

та рівняння теплового балансу:

$$Q = G_1(i_1' - i_1'') = G_2(i_2'' - i_2'),$$

Далі виконується конструкторський розрахунок і обирається схема компоновання пластин. Схема компоновання пластин в апараті представляється формулою:

$$Cx = \frac{\sum_1^i m_1^i}{\sum_1^k m_2^k} = \frac{m_1' + m_1'' + \dots + m_1^i}{m_2' + m_2'' + \dots + m_2^k},$$

де m_1' , m_1'' , ..., m_1^i – число паралельних каналів у відповідному пакеті (ході) тракту гріючого теплоносія; i – число пакетів (ходів) у ньому; m_2' , m_2'' , ..., m_2^k -

число паралельних каналів у відповідному пакеті (ході) тракту нагріваємого теплоносія; k – число пакетів (ходів) у ньому.

Після визначення компоновання теплообмінника виконується його повірочний розрахунок, що дозволяє отримати для прийнятого теплообмінника його фактичне теплове навантаження та гідромеханічний розрахунок, що дає можливість визначити фактичні втрати тиску обох теплоносіїв.

Основні положення гідравлічного розрахунку наступні.

Коефіцієнт загального гідравлічного опору апарату:

$$\xi = B / \text{Re}^S .$$

Коефіцієнт B и і показник ступеня S залежать від характеру руху рідини і типу пластини. Втрати напору в апараті , м вод.ст.:

$$\Delta H = \xi \frac{L_{\text{np}}}{d_e} \cdot \rho \cdot \frac{w^2}{2} \cdot X \cdot 10^{-4}.$$

Якщо швидкість течії води в штуцерах апарату більше 2,5 м/с, необхідно враховувати втрати напору в штуцерах.

Швидкість течії води в штуцері, м/с:

$$w_{\text{шт}} = \frac{4G \cdot 10^3}{3600 \cdot \pi \cdot D_y^2 \rho}.$$

Втрати напору в штуцерах, м вод.ст.:

$$\Delta H_{\text{шт}} = \xi_{\text{шт}} \frac{w_{\text{шт}}^2}{2} \rho \cdot 10^{-4},$$

де $\xi_{\text{шт}}$ – коефіцієнт місцевого гідравлічного опору штуцера.

Сумарні втрати напору в апараті $\Delta H_a = \Delta H + 2\Delta H_{\text{шт}}$, м вод.ст.

Представлені методики теплового і гідравлічного розрахунків покладені в основу розробленої комп'ютерної програми. Комп'ютерна програма проектування пластинчастих теплообмінників виконана засобами візуального програмування мовою С++ і має зручний інтерфейс, з можливістю введення вихідних даних і отримання результатів в віконному режимі.

Список літератури:

1. *Тарадай О. М.*, Основы разработки пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения / *О. М. Тарадай* // *Х.: Основа.* – 1998. – 192 с.
2. *Ісаченко В. П.* Теплопередача / *В. П. Ісаченко, В. А., Осипова, А. С. Сукомел* // *М.: Енергоіздат.* – 1981. – 416 с.

УДК 621.311.4

Д.І. КУХТІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.В. ЄФІМОВ, д-р техн наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.Д. МЕНЬШИКОВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Математична модель для рішення задач управління розподілом навантажень між енергоблоками АЕС

Управління енергоблоком АЕС полягає в забезпеченні вироблення в даний момент часу необхідної кількості електроенергії при дотриманні вимог до нормального ведення технологічного процесу [1]. Одним із принципів, що закладаються в стратегію розвитку ядерної енергетики в різних країнах світу, є планування не скільки базових режимів роботи енергоблоків АЕС, але і забезпечення здатності їхньої роботи в режимі регулювання добового графіка енергоспоживання в енергетичних системах. Ефективної та безпечної експлуатації атомних електростанцій у такому режимі можна досягти за допомогою автоматизації процесів керування розподілом електричних навантажень між енергоблоками з урахуванням їхнього функціонального стану. Це вимагає вдосконалювання математичного і алгоритмічного забезпечення, що перебуває в розпорядженні АСУ ТП енергоблоків АЕС.

Розробка методів й моделей для управління енергоблоками АЕС, які б враховували реальний стан устаткування в процесі експлуатації і підвищенням за рахунок цього маневреності й експлуатаційної теплової економічності АЕС, є актуальною [2]. Однією з цілей роботи є розробка програми розрахунку прямого парогенератора. Всі елементи парогенератора повинні відповідати всім критеріям міцності, надійності та безпеки при роботі [2].

Математична модель включає наступні залежності: рівняння теплового балансу, рівняння матеріального балансу для теплоносія другого контуру, рівняння матеріального балансу для теплоносія першого контуру, рівняння теплопередачі. Алгоритм, який реалізує модель теплового і гідравлічного розрахунку парогенератора складається з п'яти рівнів, які знаходяться в ієрархічній послідовності: керуюча програма, програма розрахунку теплового балансу, програма розрахунку основних конструктивних елементів, програма розрахунку поверхонь теплообміну, програми термодинамічних та теплофізичних параметрів теплоносія, програма розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі для поверхонь теплообміну [2].

Список літератури:

1. *Палагин, А. А.* Моделирование функционального состояния и диагностика турбоустановок /А. А. Палагин, А. В. Ефимов, Е. Д. Меньшикова – Киев: Наук. думка. 1991. – 192 с.
2. Совершенствование и оптимизация моделей, процессов, конструкций и режимов работы энергетического оборудования АЭС, ТЭС и отопительных котельных / под. ред. А. В. Ефимова. – Харьков: Изд-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2013. – 376 с. – На рус. яз.

УДК 665.9

М.Ю. МАРКОВА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

І.О. МИХАЙЛОВА, ст. викл. НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Проектування та аналіз ефективності систем вентиляції

Проблеми димовидалення є важливою проблемою при виникненні пожежі в будь-якому приміщенні. Прийнято вважати, що при пожежі люди гинуть головним чином від високих температур або відкритого вогню. Але як показують статистичні дані, смерть виникає найчастіше від отруєння чадним газом й іншими отруйними продуктами горіння. Вентиляція приміщення, де виникла пожежа, найчастіше відіграє головну роль.

Ефект роботи вентиляційної системи димовидалення насамперед залежить від роботи вентилятора, що переміщує повітря або інше газове середовище. Спостереження за вентиляційними системами показали, що в багатьох випадках система працює незадовільно не через низьку якість виготовлення вентилятора, а внаслідок недостатньо правильного його вибору, зробленого без урахування особливостей роботи вентилятора в мережі.

У свою чергу неправильно обраний вентилятор найчастіше експлуатується при більш низькому коефіцієнті корисної дії, що приводить до зайвої витрати електроенергії.

В роботі був зроблений розрахунок системи протипожежної вентиляції для турбінного залу. Визначена кількість диму, що видаляється, розрахована система димовидалення. На підставі розрахунку підібраний вентилятор необхідної потужності ВРДВ-287-46.1 виробництва ЗАТ "Інтеркондиціонер". Приведений його опис і аеродинамічні характеристики.

Також було розглянуто питання оптимізації аеродинамічних характеристик вентиляторів димовидалення. У роботі була запропонована модель розрахунку течії димових газів у вентиляторі. Розрахунки були виконані з використанням CFD програми. Проведений розрахунок течії димових газів у вентиляторі ВРДВ-287-46.1.

Проведена оцінка впливу зміни кута виходу потоку з лопаткового апарату та відносного кроку лопаток на швидкість потоку, на розподіл тиску, а також на к.к.д вентилятора в цілому.

Список літератури:

1. Пономаренко В. С, Стельмах О. А. Практическое пособие по расчету и использованию оборудования для систем противодымной защиты зданий/ В. С. Пономаренко, О. А. Стельмах// Харьков – 2005.
2. Батчер Е., Парнелл А. Опасность дыма и дымозащита. Перевод с английского Е.Ш. Фельдмана / Под ред. В.М. Есина./ Е. Батчер, А Парнелл // М.: Стройиздат – 1983.

УДК 665.9

А.В. МІРЗОЯН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Н.Г. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.Л. ШУДРИК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Комплекс програм для прогнозування характеристик роботи УЕВН

Для підвищення ефективності проектних робіт з вибору оптимального режиму роботи насосного обладнання у свердловинах з обліком реальних фізичних властивостей продукції, необхідно створити комплекс програм, що дозволяє проводити багаточисельні розрахунки. До основних завдань спільної роботи насоса та свердловини відносять:

- визначення розподілу тиску й фізичних характеристик газорідинної суміші (ГРС) при різних термодинамічних умовах по свердловині;
- визначення оптимальної глибини установки насоса у свердловині, тиску, складу суміші, її фізичних властивостей на вході насоса, необхідної величини напору для підйому продукції по насосно-компресорним трубам (НКТ);
- добір і коригування характеристик насосів із врахуванням реальних фізичних властивостей продукції, що перекачується, для забезпечення заданого діапазону дебіту свердловини;
- визначення режиму роботи насоса для заданих умов експлуатації.

Проведено огляд і аналіз ряду науково-дослідних робіт розрахунків тиску уздовж свердловини, математичному моделюванню фізичних властивості ГРС у підйомниках [1–3]. Використовуючи кореляційні залежності й чисельну реалізацію на ЕОМ можна з достатньою точністю визначити тиск і фізичні характеристики ГРС на рівні прийому насосу, побудувати характеристику свердловини при різних значень дебіту.

Програмний модуль «PVT» містить кореляції співвідношення тиску, обсягу й температури для розрахунків характеристик флюїду.

На величину питомого обсягу поточної ГРС суттєво впливають зміна температури й тиску від вибою до гирла свердловини; крім втрат на тертя об стінки вертикальної колони труб при русі ГРС відбуваються втрати за рахунок ковзання фаз відносно один одного; рідина й газ утворюють різні структури потоку (бульбашкова, пробкова, дисперсний «туманний» потік.)

Розглянемо дві моделі течії газорідинної суміші у НКТ та свердловині.

Модель гомогенної течії. У даній моделі ГРС розглядається у вигляді однорідної гомогенної системи, а процес її руху описується основними законами гідродинаміки однофазних середовищ.

Модель роздільної течії фаз. Ця модель є більш складною, але, що більш реально відображає процес руху ГРС у стовбурі свердловини. Процеси перенесення в часі – маси, кількості руху (імпульсу сили) і енергії

розглядаються окремо для кожної з фаз, а взаємодія між фазами враховується умовами протікання цих процесів на границі розділу фаз і на стінках каналу.

У роботі розглянуто найбільш універсальний метод Ф. Поетмана, П. Карпентера [1]. Основною перевагою цього методу є те, що він розроблений на основі складних досліджень особливостей підйому ГРС у реальних нафтових свердловинах.

Основним диференціальним рівнянням методу є

$$\frac{dP}{dH} = \frac{2 \cdot f_0 \cdot v_{LG}^2 \cdot \rho_{LG}}{d}, \quad (1)$$

де ρ_{LG} – густина газорідинної суміші без обліку відносної швидкості руху фаз; v_{LG} – швидкість суміші; d – діаметр труби; f_0 – кореляційний коефіцієнт, який ураховує чинності тертя й ковзання фаз і залежить від числа Рейнольдса.

Результат роботи програми. Результат виконання програми (рис. 1) є прогнозування розподілу тиску в НКТ та по стовбуру свердловини, глибини установки насоса, значень параметрів нафтової продукції на вході в насос.

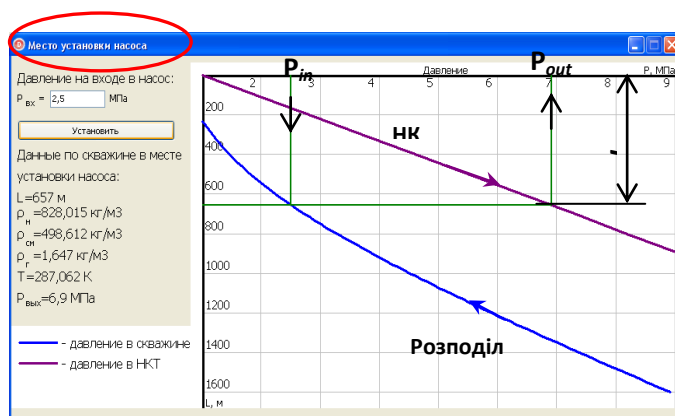


Рис. 1 – Результат розрахунку в програмному модулі

Вихідні дані можна ввести вручну або імпортувати із зовнішнього текстового файлу. Результати розрахунків представлені у вигляді графіків, а також є можливість вивести в файл для подальшого їх аналізу. Під час розрахунків фізичних властивостей флюїду, тиску, глибини установки насоса можна змінювати параметри: густину, температуру та тиск на вибої або гирлі, газовий фактор, тиск насичення нафти та інші умови експлуатації.

Список літератури:

1. Силаш А. П. Добыча и транспортировка нефти и газа. Часть 1. Пер. с англ. – М.: Недра. – 1980. – 375с.
2. A.R. Hasana, C.S. Kabirb, M. Sayarpourc. Simplified two-phase flow modeling in wellbores// Journal of Petroleum Science and Engineering. –Volume 72, Issues 1–2, May 2010, Pages 42–49.
3. Бикбулатов С. М., Пашали А. А. Анализ и выбор методов расчета градиента давления в стволе скважины // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2005. №2. URL: http://ogbus.ru/authors/Bikbulatov/Bikbulatov_1.pdf.

УДК 621.438:532.5

А.В. МОРОЗ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

А.И. ТАРАСОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Выбор радиуса расположения аппарата закрутки в системе подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке ГТД

Представлены результаты численного моделирования влияния радиуса расположения аппарата закрутки на эффективность системы подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке турбины. Разработана последовательность действий, позволяющая выбрать радиус расположения аппарата закрутки для произвольных граничных условий в системе подвода охлаждающего воздуха. Расчеты проведены в диапазоне вращательного числа Рейнольдса $1,69 \cdot 10^7 < Re_\phi < 2,33 \cdot 10^7$ и безразмерного расхода воздуха $2,79 \cdot 10^7 < C_w < 5,73 \cdot 10^7$, что соответствует режимам работы ГТД.

Эффективность работы системы подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке турбины принято характеризовать двумя параметрами: адиабатической эффективностью Θ и безразмерным снижением давления в системе ζ . При этом структура потока в системе целиком определяется любыми двумя из следующих критериев: вращательным числом Рейнольдса Re_ϕ , параметром структуры потока λ_T , безразмерным расходом потока C_w , числом Россби Ro и другими критериями. Выбор оптимального радиуса расположения аппарата закрутки (АЗ) определяется различными факторами и зависит от особенностей конструкции конкретного двигателя. Различают системы с “низким расположением” и с “высоким расположением” АЗ.

В аппарате закрутки воздух расширяется и, как следствие, разгоняется в направлении вращения диска турбины, при этом его температура и давление в относительном движении снижаются. Впервые экспериментально и аналитически эффект снижения температуры воздуха в системе подвода с предварительной закруткой был оценен в 1981 году в работе [1]. В работе [2] результаты расчетов и эксперимент показали, что температура под подошвой лопатки T_{1rel}^* монотонно снижается при увеличении начальной закрутки β_0 . В работах [3,4,5] влияние геометрии полости вращающегося диффузора системы подвода оценивалось по безразмерному снижению давления ζ и по адиабатической эффективности Θ , которая сравнивалась с идеальной адиабатической эффективностью Θ_{id} . В работе [4] экспериментально и расчетным методом (в диапазоне $2,5 \cdot 10^6 < Re_\phi < 5,5 \cdot 10^6$, $4,41 \cdot 10^4 < C_w < 1,09 \cdot 10^5$, $0,58 < \beta < 1,33$, $0,17 < \lambda_T < 0,48$) было показано, что увеличение относительного радиуса $R_{отн}$ расположения АЗ приводит к уменьшению безразмерного снижения давления ζ . В работе [6] показано, что адиабатическая эффективность не зависит от расхода воздуха, зависит только от закрутки потока 01β и линейно возрастает при увеличении $R_{отн}$ от значения 0.8 до 1. Так как Θ увеличивается при увеличении $R_{отн}$, то

конструктору рекомендується располагать АЗ как можно выше. В работе [7] численно и экспериментально исследовалось влияние радиуса расположения АЗ на теплообмен с диском. Диапазон исследования составлял $0,8 \cdot 10^6 < Re_\phi < 1 \cdot 10^6$, $1,5 < \beta < 1,8$, $0,28 < \lambda_T < 0,35$. Для "нижнего" расположения $R_{отн}=0.8$ выделены вязкий ($\lambda_T < 0.3 \dots 0.35$) с относительно низким расходом воздуха и инерционный режимы ($\lambda_T > 0.3 \dots 0.35$) с относительно высоким расходом воздуха. В области приемных отверстий интенсивность теплообмена оказалась примерно одинакова для обоих режимов. У инерционного режима наблюдается интенсификация теплообмена на радиусе подвода воздуха. Для "верхнего" расположения АЗ ($R_{отн}=1$) выявлено доминирующее влияние геометрии, а не режимных параметров.

Таким образом, в рассмотренных работах выявлено: радиус расположения АЗ, закрутка потока β_0 на выходе из АЗ и параметр структуры потока λ_T , характер его турбулентности являются основными параметрами, влияющими на структуру течения в системе и ее эффективность. Но в них не представлено четких указаний о влиянии радиуса расположения АЗ на затраты мощности системы на прокачку охлаждающего воздуха, отсутствуют четкие рекомендации выбора радиуса расположения АЗ для конкретных условий, приближенных к реальному ГТД.

В нашей работе проведено моделирование процессов, протекающих в системе подвода воздуха в диапазоне критериев, имеющих место при типичных режимах работы ГТД: $1,69 \cdot 10^7 < Re_\phi < 2,33 \cdot 10^7$, $0,548 < \beta < 2,5$, $0,35 < \lambda_T < 0,75$, $2,79 \cdot 10^5 < w_c < 5,73 \cdot 10^5$, с целью выработки последовательности действий по выбору радиуса расположения АЗ. Кроме этого, представлено сравнение вариантов отбора через камеру сгорания и теплообменник.

Список литературы:

1. *Meierhofer, B* An Investigation of a Preswirled Cooling Airflow to a Turbine Disc by Measuring the Air Temperature in the Rotating Channels"/ В Meierhofer, С J Franklin ASME Paper 81-GT-132. 1981.
2. *El-Oun, Z.B.* Preswirl Blade-Cooling Effectiveness in an Adiabatic Rotor-Stator System/ Z.B. El-Oun, J.M. Owen ASME J. Turbomachinery, 111, 1989. pp. 522-529.
3. *Karabay, H.* Flow in a "Cover-Plate" Preswirl Rotor-Stator System/ H. Karabay, J.-X.Chen, R. Pilbrow [et al] J.of TM vol 121, pp. 160-166.
4. *Jarzombek, K.* Flow Analysis in gas turbine pre-swirl cooling air systems – variation of geometric parameters / K. Jarzombek, H.J. Dohmen, F.-K. Benra, O. Schneider ASME Paper GT2006-90445.
5. *Lewis, P.* Physical Interpretation of Flow and Heat Transfer in Pre-swirl systems / P. Lewis, M. Wilson, G. Lock [et al] ASME Paper GT2006-90132.
6. *Lewis, P.* Effect of radial location of nozzles on performance of pre-swirl systems / P. Lewis, M. Wilson, G. Lock [et al] ASME Paper GT2008-50295.
7. *Kakade, V.U.* Effect of Radial Location of Nozzles on Heat Transfer in Pre-Swirl Cooling Systems / V.U. Kakade, G.D. Lock, M. Wilson [etal] GT2009-59090.

УДК 621.165

В.М. ОСТРОВЕРХ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Вплив відцентрових сил на кінцеві витрати у робочих лопатках

Ефективність роботи турбіни визначається аеродинамічною досконалістю її проточної частини. На сучасному етапі розвитку турбінобудування підвищення ККД проточної частини турбіни, на номінальному режимі, можливо лише з урахуванням просторового характеру течії в турбінних решітках. Під час руху реальних рідин і газів значний вплив на характер перебігу надає в'язкість, в результаті якої, при взаємодії її з турбінною решіткою виникають так звані «Вторинні течії» що представляє собою комплекс вихрових структур викликаних низкою складних аеродинамічних явищ. Вони включають в себе подковообразний, каналний і кутові вихори, а ключовими місцями формування джерел втрат є торці решітки та сторона розрідження (спинка) лопатки. Останнім часом досить поширеним підходом для підвищення ККД проточної частини турбіни є просторова оптимізація. Існуючі алгоритми оптимізації потребують удосконалення через їх велику обчислювальну ресурсоемкість, пов'язану з потужностями сучасних комп'ютерів та їх можливістю обчислювати з необхідною точністю, для врахування впливу діючих критеріїв.

У світі, використовуючи просторову оптимізацію, створюються парові турбіни з найвищим рівнем ККД. Таким чином, створення ефективного і коректного алгоритму оптимізації проточної частини турбіни з урахуванням всіх можливих втрат і є актуальним завданням у світі в галузі енергетики і насамперед для України.

Метою магістерської роботи є: визначення впливу відцентрових сил на кінцеві втрати в робочих лопатках, а також на основні аеродинамічних характеристик турбінних решіток з використанням методів обчислювальної гідродинаміки (CFD) і пакету програм, задіяних на кафедрі «турбінобудування», другорядна мета це створення коректного, ефективного та достовірного алгоритму методики відстеження впливу цих втрат.

Об'єктом дослідження є аеродинамічні явища в решітках осьових турбін високого тиску.

Предмет дослідження – вторинні течії в напрямних решітках осьових турбін високого тиску, зокрема засоби впливу на них, їх зменшення або перерозподіл з використанням аеродинамічної оптимізації.

Для досягнення поставленої мети були здійснені наступні дії:

- проаналізовано матеріал по вже існуючим напрацюванням по розглянутій темі, а саме впливу відцентрових сил на характер витікання і втрат в проточній частині турбін, відзначаючи, що складність створення подібної методики полягає в тому, що перебіг реального робочого тіла в проточній частині

паротурбінних установок має складний просторовий і нестационарний характер. Тому теоретичний аналіз поки не забезпечує надійного визначення справжнього характеру течії і для вирішення цієї проблеми необхідний експеримент, що дозволяє поєднувати спрощений математичний апарат з експериментальними коефіцієнтами і отримувати, таким чином, досить достовірний результат;

- з урахуванням досвіду попередніх робіт, розпочато розробку та планування майбутнього експерименту. А саме, здійснено побудову геометрії взятої для експерименту моделі робочої решітки типу R2 осьової турбіни ВТ-3. В якості вихідних даних для розрахунків приймалися: повний тиск, повна температура, кут входу і статичний тиск на виході з розрахункової області. Робоче тіло – в'язкий стиснений газ (повітря).

- визначено параметри тривимірної розрахункової сітки розмірністю 170x80x50 і обрано модель турбулентності SST;

- задано відповідні експерименту граничні умови та здійснено ряд розрахунків, які дозволять проаналізувати та визначити вплив відцентрових сил діючих в турбіні на структуру тривимірної течії;

- Зроблено висновок щодо обґрунтування коректності проведення оптимізації, за допомогою зменшення кінцевих втрат, ізольованої кільцевої турбінної решітки осьової турбіни, в порівнянні з її оптимізацією у складі ступеню;

Отже, зробивши потрібні висновки, актуальність отриманих результатів дає можливість:

- отримати подальший розвиток підходу до оптимізації турбінних решіток, який об'єднує теорію планування експерименту і методи розрахунку течії і забезпечує як високу точність розрахунку, так і суттєве зменшення часу оптимального проектування;

- інтегрувати можливий засіб зменшення кінцевих втрат в робочих лопатках з вже розробленим алгоритмом аеродинамічної оптимізації, що в підсумку дозволить отримати більш ефективну робочу решітку і з заданою точністю зберегти величину витрати робочого тіла;

Практичне значення отриманих результатів для галузі турбінобудування полягає у використанні розробленого алгоритму оптимізації для створення високоефективних ступенів турбін з якомога меншими значеннями кінцевих витрат, що дозволить істотно підвищити ККД парових турбін і ефективність турбоагрегату в цілому.

Список літератури:

1. *Щегляев, А. В.* «Парові турбіни. Теорія теплового процесу і конструкції турбін»: Підруч. для вузів: У 2 кн. Кн. 1.-6-е видав., перероб., доп. і підгот. до друку Б. М. Трояновскім.-М.: Вища школа, 1993.- 384 с.: іл
2. *Батурич О. В.* Конспекти лекцій з навчальної дисципліни «Теорія і розрахунок лопаткових машин»: навч. посібник /О.В. Батурич.- Самара: СГАУ, 2011.-241 с.: іл.
3. *Степанов Г. Ю.* Гідродинаміка решіток турбомашин. - М.: Физматгиз, 1962. - 512 с.

УДК 665.9

С.В ПІВЕНЬ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.О. КОЛИЧЕВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Прогнозування енергетичних характеристик радіально-осьової гідротурбіни при проектуванні проточної частини

Розвиток сучасного гідромашинобудування в наш час має тенденцію значного зростання потужності турбіни при збереженні досить високих значень ККД. Внесення змін до геометрії проточної частини - один з основних методів удосконалення енергетичних характеристик гідротурбіни. Удосконалення проточної частини гідротурбіни базується на проведенні великих чисельних досліджень, в процесі яких здійснюється пошук найбільш раціональних варіантів. В основі такого пошуку лежить багатоваріантний аналіз впливу геометричних і режимних параметрів на енергетичні показники гідротурбіни.

Метою даної роботи є розрахунок і аналіз кінематичних і енергетичних характеристик високонапірної радіально-осьової гідротурбіни, порівняння кривих ККД при різній геометрії проточної частини та вибір найбільш оптимального робочого колеса.

Найбільш досконалий метод розрахунку енергетичного балансу ґрунтується на застосуванні загальних рівнянь руху в'язкої нестисливої рідини. Розрахунок параметрів потоку у характерних перерізах проточної частини, здійснений за допомогою тривимірних методів, дозволяє визначити втрати енергії в робочих органах і скласти баланс втрат у гідротурбіні.

Аналіз енергетичного балансу дозволяє з'ясувати умови формування оптимального режиму і основні тенденції зміни ККД в полі універсальної характеристики.

Для аналізу енергетичного балансу доцільно застосовувати безрозмірні кінематичні комплекси, що характеризують потік в перерізах проточної частини гідротурбіни. За допомогою цих комплексів виражаються умови кінематичної та енергетичної подібності в гідротурбінах. Тому, узагальнення та систематизація досвідчених і розрахункових даних повинна проводитися на основі цих комплексів. Залежності, що характеризують зміну гідродинамічних параметрів просторової решітки робочого колеса з зміною геометрії проточної частини повинні використовуватися при профілюванні лопатевої системи робочого колеса для узгодження елементів проточної частини.

Істотною відмінністю запропонованої методики є використання рівнянь енергетичного балансу в безрозмірному вигляді. Остання обставина дає додаткові можливості для залучення досвідчених і розрахункових даних, отриманих при дослідженні елементів проточної частини близької швидкохідності.

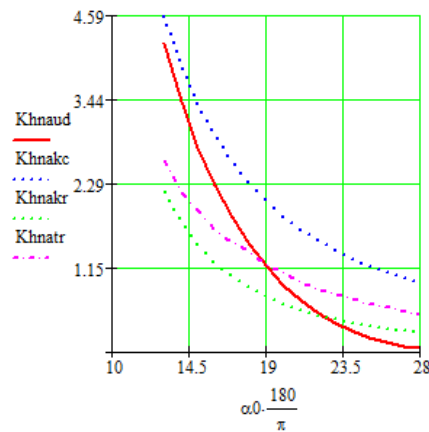


Рис. 1 – Сумарний коефіцієнт втрат в підвідній частині при незмінній геометрії спіральної камери та статору

З наведеного графіку можна зробити висновок про вплив окремих видів гідравлічних втрат на параметри оптимального режиму, а також про їх вплив на характер зміни ККД при відході від оптимального режиму, тобто про пологість кривих $\eta = f(Q_1)$ при $n_{1opt} = const$.

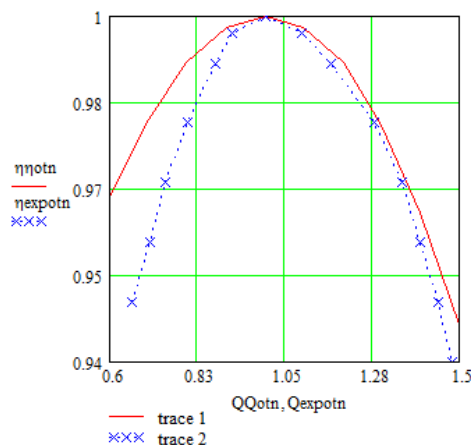


Рис. 2 – Графік залежності відносного ККД від відносної витрати при оптимальних обертах

2. В результаті чисельних досліджень впливу зміни форми маточини робочого колеса та збільшення вихідних кутів виявлено можливість підвищити пропускну здатність гідротурбіни, а завдяки цьому збільшити потужність.

Список джерел інформації:

1. Кольчев В. А., Дранковский В. Э. и др. Расчет гидродинамических характеристик направляющих аппаратов гидротурбины// Уч. пособие, НТУ «ХПИ», Харьков. - 2002. – 216с.
2. Кольчев В. А., Дранковский В. Э. и др. Численное моделирование влияние геометрических параметров подводящей части на оптимальный режим гидротурбины// Вестник ХГПУ, Вып. 89, Харьков. - 2000. – С. 138-150.

УДК 621.181.681

К.О. СІРЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.Д. МЕНЬШИКОВА, канд. техн. наук., доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Проблеми застосування водовугільного палива в Україні

Україна відчуває серйозний дефіцит енергоносіїв, зокрема природного газу та нафти, запаси яких в нашій країні досить обмежені. По споживанню природного газу Україна займає шосте місце в світі. Частка використання вугілля при виробництві електроенергії в Україні (27,1 %) майже в 1,5 рази нижче середньосвітового. У структурі запасів органічного палива в Україні вугілля займає 95 %, а нафти і газу – лише 5 %. Тому вугілля – єдиний енергоносієвий, якого в Україні достатньо для повного забезпечення потреб національної економіки. Стосовно бурого вугілля, яке є дешевим, мало-реалізоване енергетичним ресурсом України, що у величезних кількостях знаходиться у вітчизняних родовищах і практично не використовується в енергетиці для вироблення електроенергії. Через порівняно великий вміст вологи до 40–60 % і зольності на суху масу до 20–35 % його перевезення на великі відстані не вигідно, тому буре вугілля є енергетичним паливом місцевого значення. Низька калорійність бурого вугілля 2000–4000 ккал/кг робить традиційні методи його використання для отримання електроенергії на електростанціях малоефективними і екологічно «брудними».

Значення низькосортного палива (бурого вугілля, кам'яного вугілля різних марок (Г, Д, СС та ін.), вугільних шлаків від гідровидобутку і гідрозбагачення вугілля) принципово змінюється, якщо розглядати його, згідно світовим тенденціям, як джерело отримання водовугільного палива (ВВП).

ВВП являє собою дисперсну суміш, що складається з тонкоподрібненого вугілля і води. Можна використовувати брудну воду, особливо, якщо це масляна вода з нафтопереробного заводу, вона покращує в'язкість суспензії. В разі коли планується виготовлене ВВП не використовувати більше місяця, то при помелі в нього добавляють 1–3 % пластифікатора або задіють кавітатор, який більш подрібнює частинки, в результаті чого суміш стає в'язкою і не розшаровується.

Основними промисловими апаратами виробництва ВВП є шарові і стрижневі млини мокрого помелу. Одним із ефективних видів помелу являється застосування роторно-вихрового млина, так як він дозволяє водовугільне паливо отримувати сухим подрібненням попереднього подрібнення до менш ніж 3 мм вихідного вугілля, такий метод дозволяє фактично збагатити вугілля, підвищивши в ньому вміст твердої фази за рахунок зниження вологості і зольності вугілля. ВВП володіє всіма технологічними властивостями рідкого палива: транспортується трубопроводом, в залізничних та автоцистернах, на відміну від мазуту не потребує попереднього підігріву перед подачею в топку

котла, якщо суміш не знаходиться в середовищі з температурою нижче 0°C. Також ймовірно перевезення в танкерах і наливних судах. Водовугільна суміш являється вибухо- і пожежобезпечна, так як сухий вугільний пил з цього приводу приносить великі труднощі. Таке паливо можна досить довго зберігати в закритих резервуарах і транспортувати на тривалі відстані, при цьому не змінює свої властивості, застосовуючи відповідні технології виробництва. Але найбільш ефективним використанням являється на місці. Одна із переваг, те що паливо не збільшує обсягу при замерзанні, а після розмороження відновлює свої початкові характеристики. У разі застосування кавітатора суспензія залишається стабільною і пластичною до трьох років без будь яких присадок при вмісті твердої частки 70 %.

Це паливо має ряд характерних переваг: екологічно безпечно для навколишнього середовища на всіх стадіях виробництва, транспортування і використання. Так як для приготування ВВП використовується велика кількість води, це впливає на зниження в 1,5–3,5 рази шкідливих викиди в атмосферу пилу, оксидів азоту, бензопірену, двоокису сірки.

При переведенні котельних установок на спалювання ВВП не вимагається істотних змін у конструкції котлів, можливе спалювання в камерних топках для пиловугільного і рідкого палива та при спалюванні в киплячому шарі. Дас можливість легко механізувати і автоматизувати процеси прийому, подачі і спалювання палива. Технологія вихрового спалювання при температурі 950–1050 °C гарантує ефективність використання палива понад 97 %. Залежно від марок котлів і конкретної ситуації на об'єкті можливе спалювання ВВП шляхом заміни форсунок на зносостійкі при роботі на стандартних газомазутних пальниках. В деяких випадках потрібна зміна внутрішньої геометрії котла, що не вимагає істотних капітальних вкладень і, як правило, укладається в щорічний бюджет, який закладається на обслуговування котельної установки. Також можлива модернізація котлів, яка полягає у встановленні кутових пальників замість стандартних. Це дозволяє спалювати в котлах ВВП, при цьому залишити можливість використання сухого вугільного пилу, газу і мазуту.

Термін окупності проектів переведення котлів на водовугільне паливо, як правило, не перевищує двох років. Важливо відзначити, що модернізація котлів України з переведенням їх на водовугільне паливо, є досить прибутковим підприємством, оскільки при інших перевагах значно збільшується коефіцієнт корисної дії котлоагрегату. Одночасно використання водовугільного палива гарантує істотне поліпшення екологічних показників спалювання вугілля.

В роботі запропоновані схеми підготовки і транспортуванні ВВП, пальники та форсунки при реконструкції газомазутного котла паропродуктивністю 120 т/год. при переведенні на водовугільне паливо. Також виконана функціональна схема автоматизації котла і установки приготування водовугільної суміші. За допомогою розробленої програми проведено теплові розрахунки котла при спалюванні різних сортів кам'яного та бурого вугілля, враховуючи зміну кількості води в паливі.

УДК 621.165

Е.А. СКАЛАБАН, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Ю.А. ЮДИН, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Исследование влияния режима работы последней ступени на течение в осерадиальных диффузорах и их характеристики

При совершенствовании выхлопных патрубков (ВП) паровых турбин следует учитывать результаты исследований ВП с реальными граничными условиями на входе, которые создаются последней ступенью турбины, работающей в широком диапазоне режимов.

При отклонении режима работы ступени от расчетного форма течения в диффузоре ВП определяется сложным взаимодействием следующих двух факторов. С одной стороны, закрутка потока на входе в диффузор влечет за собой отрыв потока от внутренней ограничивающей поверхности диффузора и образование привтулочного циркуляционного движения. Причем, этот эффект не зависит от знака закрутки потока, т.е. не зависит от того, увеличиваются или уменьшаются по сравнению с осевым выходом углы потока. С другой стороны, упомянутый привтулочный отрыв может ослабляться или усиливаться влиянием ступени на такие характеристики потока на входе в диффузор, как распределение расходной составляющей скорости вдоль радиуса, величины углов скоса потока в меридиональной плоскости.

С помощью CFD выполнены расчетные исследования моделей диффузоров (ВП), предназначенных для мощной паровой турбины. Модели отличались степенью расширения и формой наружного обвода. Расчеты проведены в широком диапазоне углов входа потока в диффузор, имитирующих режимы работы последней ступени ЦНД [1].

Показано, что параметры потока, которые задаются в расчетах на входе в диффузор, и имитирующие режимы пониженных объемных расходов последней ступени, позволяют получить близкие к экспериментальным размеры привтулочной циркуляционной зоны. Также установлено, что форма наружного обвода оказывает влияние на характер течения в диффузоре, на размеры привтулочной циркуляционной зоны и на расход циркулирующей в ней жидкости. Выполнено сравнение расчетного и экспериментального значений коэффициентов полных потерь и его составляющих: коэффициентов внутренних потерь и потерь с выходной скоростью.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и модернизации диффузорных выхлопных патрубков мощных паровых турбин.

Список литературы:

1. Юдин Ю. А. Влияние формы широкорежимного дефлектора на потери в диффузоре выхлопного патрубка ЦНД турбины / Ю. А. Юдин, А. В. Лапузин // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2007. – №2. – С. 44-48.

УДК 665.9

О.В. ТЕСЛЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.Є. ДРАНКОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження кінематичних характеристик у РО насос-турбіна

Оборотні гідромашини, або насос турбіна, з'явилися порівняно недавно, але отримують все більший розвиток у зв'язку з інтенсивним будівництвом гідроакumuлюючих електростанцій (ГАЕС), призначених для вирівнювання графіка навантаження енергосистем. У нічні години, коли в енергосистемі є надлишок потужності, агрегати ГАЕС працюють в насосному режимі і акумулюють енергію, перекачуючи воду з нижнього басейну в верхній, а в години максимуму навантаження - піку вони включаються в турбінний режим.

При дослідженні кінематичних характеристик РО насос-турбіни можна виділити два види для знаходження кінематичних параметрів потоку. Один з них заснований на вимірюванні в окремих точках потоку та послідовним їх осередненням по формулам:

$$\frac{\bar{\Gamma}_2 \cdot D}{Q} = k \frac{\bar{\Gamma}_1 \cdot D}{Q} - (1 - k) \cdot \mu + (1 - k) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \Lambda^2 \cdot K_Q$$

де $\mu = i_0 \cdot D$; $\Lambda = \frac{R_a}{R}$ – безрозмірний активний радіус решітки; μ – параметр, який характеризує напрям потоку.

Для знаходження параметрів використовується метод зондування, дозволяючи знайти складові швидкості, тиску, повну енергію у даній сфокусованій точці простору.

Другий (інтегральний) метод вимірювання моменту кількості руху (метод зважування) дозволяє знаходити по секундний момент кількості руху у даному січенні потоку. При цьому використовується вимірювальна решітка, яка представляє собою систему пластин, розташованих у меридіональних площинах та жорстко закріплених у втулці. Вимірювальна решітка встановлюється за досліджуваною решіткою. Якщо необхідно виміряти момент кількості руху потоку за решіткою напрямного апарату, то вимірювальну решітку встановлюють на вал модельної турбіни замість робочого колеса.

Розглянутий метод може бути використаний для знаходження кінематичних параметрів у січенні потоку за робочим колесом. Для цього нерухома вимірювальна решітка встановлюється за робочим колесом у працюючій турбіні. Знаходження кінематичних характеристик робочих органів за допомогою вимірювальної решітки зводиться до послідовного визначення моменту кількості руху у характерних січеннях проточної частини.

С першу треба визначити кут закрутки потоку, створюваний спіральної камерою та статором. При змінні режимних параметрів n'_1 , Q'_1 турбіни напрям ліній току в області спіральної камери та напрямного апарату треба вважати незмінними, послідовно, незалежно від режимних параметрів буде і величина середнього кута закрутки потоку $\check{\alpha}_{сп}$. Таким чином, напрям потоку, створюваний спіральною камерою та статором, можна охарактеризувати одним середнім параметром – середнім кутом закрутки $\alpha_{сп}$. Діапазон кутів створюваних спіральними камерами турбін становить $\alpha_{сп} = 25 \div 30^\circ$.

Для визначення кута кінематичної характеристики напрямного апарату необхідно знайти залежність кута закрутки потоку на напрямному апараті, від одного параметру, що характеризує положення його лопатей. У якості тих параметрів можуть бути вибрані відкриття напрямного апарату a_0 , або геометричний кут θ .

За допомогою вимірювальної решітки може бути знайдена кінематична характеристика просторової решітки робочого колеса.

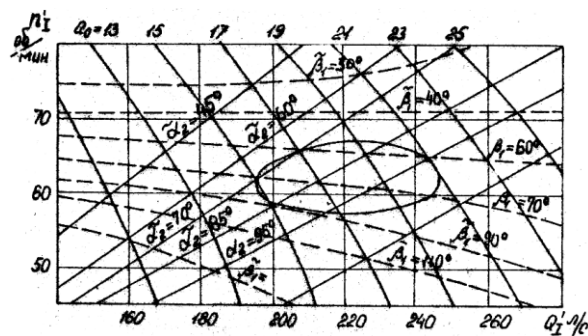


Рис.1 – Ізолінії середніх кутів потоку $\check{\beta}_1$ та $\check{\alpha}_2$ у полі універсальної характеристики РО насос-турбіна

Середні кути потоку $\check{\beta}_1$ та $\check{\alpha}_2$ знаходять по результатам зондових випробувань в січєнні перед і за робочим колесом. Лінії рівних кутів $\check{\alpha}_2 = const$ являється лініями рівних значень $\frac{n'_1}{Q'_1}$, таким чином співпадають з променями виходячи з початку координат. Ізолінії кутів потоку $\check{\alpha}_1$ близько співпадають з лініями $\alpha_0 = const$.

Список літератури:

1. Аршеневский Н. Н. Обратимые Гидромашины Гидроаккамулирующих Электростанций. Москва “Энергия” 1977.
2. Колычев В.А. – Кинематические характеристики потока в лопастных гидромашинах. Учебное пособие. Киев 1995.
3. Колычев В. А. – Расчет Гидродинамических характеристик направляющих аппаратов гидротурбин. Учебное пособие. Харьков НТУ”ХПИ” 2002.

УДК 621.165

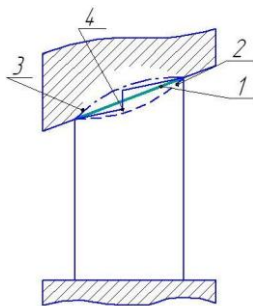
О.Р. ХАМІДУЛІН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Вплив розкриття на характер течії в решітці соплових лопаток

В наш час все більшої актуальності набувають задачі оптимізації. Дана тенденція не оминула і такої важливої області як енергетика. Ефективність турбоагрегату значною мірою залежить від якості його проточної частини. В літературі часто зустрічаються статті про вдосконалення проточної частини турбіни за допомогою зміни профілів решіток, рідше – матеріали про вдосконалення її меридіональних обводів, однак з вже існуючих матеріалів можна зробити висновок, що меридіональні обводи значною мірою впливають на характер течії робочого тіла, а особливо, на вторинні явища. Як правило, на вже існуючих турбоагрегатах використовують прямолінійні форми обводів. Однак, великий інтерес викликає вплив форми обводів на аеродинамічні явища в турбінних решітках.

Мета даної роботи вплив розкриття на характер течії в решітці соплових лопаток. Предмет дослідження – вторинні течії у направляючому апараті турбомашин та вплив на них форми меридіональних обводів. В якості об'єкта дослідження була взята лопатка направляючого апарату ЦСТ турбіни К-300-23,5 що має прямолінійне розкриття. Задача полягала в застосуванні різних форм меридіонального обводу при збереженні висоти лопатки на вході і на виході. Для дослідження було обрано 3 види розкриття, окрім вихідного, які наведені на рис. 1.



1 – вихідне; 2 – вигнуте;
3 – випукле; 4 – ломане

Рис. 1 – Види розкриття:

Було проаналізовано отримані результати. Проведено оптимізацію форми обводу, який мав найбільшу ефективність. Результатами роботи є графіки розподілу втрат по висоті лопатки для кожного типу розкриття, наведено порівняння досліджуваних форм меридіональних обводів, зображенні лінії току течії в міжлопаткових каналах та приведена оптимальна форма меридіонального обводу для даної лопатки.

Список літератури:

1. А. В. Бойко Аэродинамический расчёт и оптимальное проектирование проточной части турбомашин / А. В. Бойко, Ю. Н. Говорущенко и др. – Х.: НТУ «ХПИ», 2002.
2. А. В. Бойко, Ю. Н. Говорущенко, М. В. Бурлака Применение вычислительной аэродинамики к оптимизации лопаток турбомашин. – 2012.

УДК 621.224

О.Н. ЧЕБАН, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.В. БОНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.М. ГРИШИН, ст. преп., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Анализ обтекания решеток профилей рабочего колеса осевых гидротурбин

При обосновании выбора типа осевой гидротурбины между поворотнолопастной и пропеллерной кроме энергетических и кавитационных характеристик сопоставляемых вариантов желательно оценить их пульсационные характеристики.

Наибольшему воздействию гидродинамических нагрузок подвергаются облицовка камеры рабочего колеса и сопрягающий пояс осевых гидротурбин [1–3]. Преимущественно здесь регистрируются пульсации давления с лопастной частотой:

$$f_{л} = \frac{n \cdot z_1}{60},$$

где n – частота вращения рабочего колеса, мин^{-1} ;

z_1 – число лопастей рабочего колеса.

Исследование пульсаций давления на стенках камеры рабочего колеса осевой гидротурбины будем проводить с использованием решения прямой решетчатой задачи для периферийного цилиндрического сечения лопасти рабочего колеса. При этом считаем, что амплитуда пульсаций давления на стенках камеры рабочего колеса равна разности давлений на лицевой и тыльной сторонах лопасти. Для решения прямой задачи необходимо задавать режимные параметры: V_z – осевая (расходная) составляющая потока, Γ – циркуляция скорости вокруг профиля, V_{u1} – окружная составляющая потока на входе в решетку. Режимные параметры на входе в решетку, выступающие в роли граничных условий можно задавать, ориентируясь на экспериментальные данные, полученные при исследовании аналогичных проточных частей или с помощью известных в теории гидротурбин зависимостей. В наших расчетах в качестве независимой переменной принимался приведенный расход Q_1' .

При одинаковом изменении расходной составляющей скорости окружные составляющие и циркуляция у пропеллерного колеса, в отличие от поворотнолопастного существенно изменяются. У пропеллерного колеса окружные составляющие скорости на входе и выходе из решетки с увеличением расхода уменьшаются по линейному закону. Циркуляция скорости вокруг лопасти, при этом, увеличивается по линейному закону.

Расчет обтекания профилей с помощью программы ЦКТИ, выполненный для ряда приведенных расходов показал, что при увеличении расхода выше

1,2 м³/с (оптимального для данної проточної частини) пульсації тиску на стінках камери робочого колеса у пропеллерної гідротурбини суттєво зростають (рис. 1). При режимах лівіше оптимальних в користь поворотноголопастної гідротурбини свідчать циркуляційні і ударні втрати енергії в сопоставляємих робочих колесах (рис. 2).

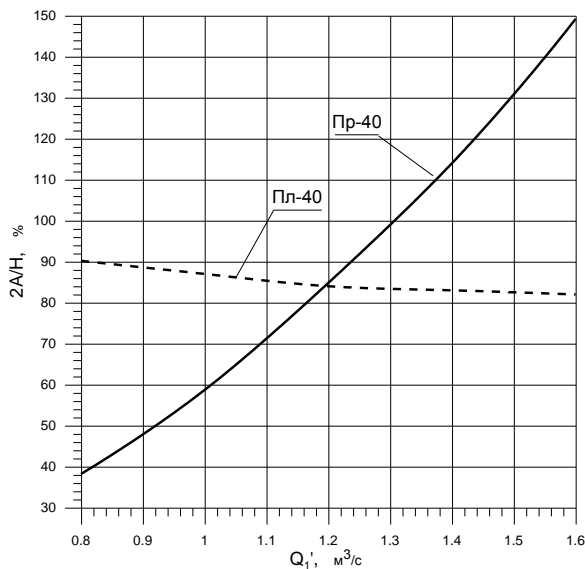


Рис. 1 – Пульсації тиску в камері р. к.

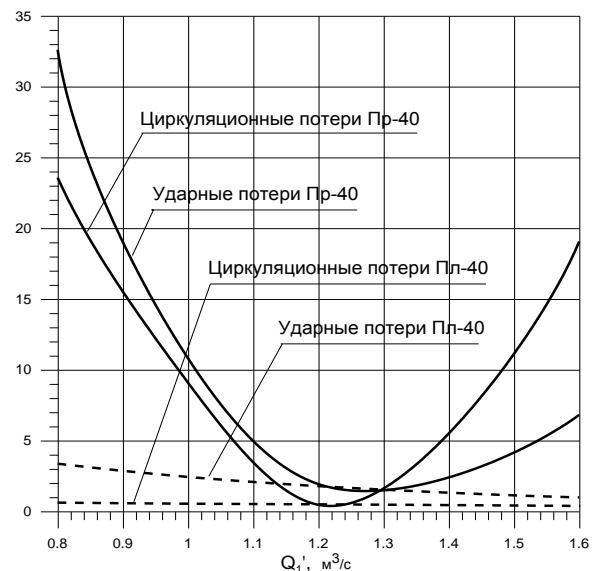


Рис. 2 – Втрати енергії в робочих колесах

Таким образом, преимущество поворотноголопастного рабочего колеса наблюдается во всем исследуемом диапазоне режимов.

Следует отметить, что при нерасчетных режимах у пропеллерной турбины, за счет закрутки потока за рабочим колесом, возникает вихревой жгут, вызывающий низкочастотные колебания давления в отсасывающей трубе.

Список литературы:

1. Заворуев В. П., Саркисова М. Ф., Иванов И. И. Исследование пульсаций давления в проточной части поворотноголопастной гидротурбины. Труды Гидропроекта, сб.7. / Заворуев В.П., Саркисова М. Ф., Иванов И. И. М, Гидропроект, 1962. с 9-29.
2. Саркисова М. Ф. Исследования по выбору оптимальной проточной части вертикальных гидротурбин Саратовской ГЭС. Труды координационных совещаний по гидротехнике. вып. 22, ЛПИ., Изд-во "Энергия" 1965. с 99-111.
3. Руссо Г. А. Основы расчета гидротехнических сооружений на действие динамических нагрузок. Труды Гидропроекта. Сб. 7. М. Гидропроект 1962. с 261-296.
4. Барлит В. В. Гидравлические турбины / В.В. Барлит. – Киев : Вища школа, 1977. – 360 с.
5. Владиславлев Л. А. Вибрация гидроагрегатов гидроэлектрических станций. Издание второе. Изд-во "Энергия" Москва. 1972. с176.
6. Барлит В. В. Расчет обтекания решеток профилей лопастных систем гидромашин : Учеб.-метод. пособие / В. В. Барлит, В. В. Бородаевский, Л. К. Яковлева – Харьков, НТУ «ХПИ», 2005. – 56 с.

СЕКЦІЯ 6. НОВІ МАТЕРІАЛИ, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

УДК 621.436: 539.3: 621.74

М.П. АКСЕНЕНКО, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.В. АКИМОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Практическое применение конструкторско – технологического проектирования на примере литых деталей ДВС.

Проектирование и изготовление двигателей внутреннего сгорания (ДВС) невозможно без учета технологических аспектов изготовления деталей и узлов двигателя. Расчетные и экспериментальные методы определения конструктивной прочности, надежности, собираемости, монтажных нагрузок и ресурса обязательно должны быть согласованы с теми технологическими закономерностями, которые влияют на формирование показателей ДВС в эксплуатации. Уровень согласования конструкторского и технологического подходов предполагает обязательное наличие компромисса между проектированием деталей и разработкой с последующей реализацией технологического процесса их изготовления, что является определяющим фактором получения качественных деталей для обеспечения заданных эксплуатационных характеристик и ресурса ДВС. Как показывает практика ведущих конструкторских бюро, технологические аспекты обязательно учитываются при разработке и применении САПР ДВС. Анализ современного состояния двигателестроения позволяет утверждать о наличии проблемы согласованности этапов проектирования и технологической подготовки производства литых деталей ДВС. Причиной этого является отсутствие методологии конструкторско-технологического проектирования с использованием современного уровня компьютерных технологий. Кроме того недостаточно исследованы технологические процессы, которые протекают во время формирования отливки и определяют реальную конструкцию детали, а также точность геометрических параметров, которые являются одним из основных показателей качества литых деталей ДВС. Не определено влияние полей отклонений показателей качества на параметрическую и функциональную надежность ДВС. Это, в свою очередь, приводит к снижению надежности, их эксплуатационных характеристик, ресурса и увеличения металлоемкости. Систематизируя фактические успехи в проектировании литых деталей ДВС в ближнем и дальнем зарубежье, можно сделать вывод о том, что алгоритм проектирования конструкции должен сводиться к следующему: постановка задачи; построение 3D моделей исследуемых литых деталей ДВС; разбиение на КЭ и задание механических и теплофизических характеристик материалов; определение граничных условий на поверхностях исследуемых деталей ДВС; расчёт температурных полей, НДС, фазового перехода; сравнение расчётных значений результатов с экспериментальными; рекомендации по усовершенствованию конструкции и технологии изготовления. Методология конструкторско-технологического проектирования и методики подготовки производства литых деталей ДВС позволяют повысить уровень технического совершенства ДВС на этапах их проектирования и производства.

УДК 669.35'5–02

М.Ю. БУРДИНА, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.С. ТЕРЛЕЦЬКИЙ, канд. ф.-м. наук, доц., НТУ «ХП», Харків, Україна

Вплив морфології та взаємної кількості складових фаз на механічні властивості двофазних латуней

Більшість промислових сплавів мають, як мінімум, двофазну структуру, а серед них одним з поширених типів є дуплексні. Зазвичай, в останніх присутні в змішаному стані дві або три фази, що характеризуються схожим, порівнянним розподілом часток за формою і розміром, та мають чітку міжфазну границю [1]. Дуплексні структури характерні в так званих «двофазних» сталях зі складовими $\Phi + M$, в аустенітно-феритних сталях, в двофазних латунях із зернами α - та β' -фаз, у бронзах, що вміщують зерна різних фаз або фаз та евтектоїду.

На жаль, не складний, на перший погляд, тип дуплексної структури і досі не має аналітичного опису щодо напруження течії та відповідних механічних характеристик в залежності від параметрів структури. Вочевидь, це пов'язано зі складним характером перерозподілу напружень та деформацій між складовими фазами в залежності не тільки від їх взаємного вмісту та розміру зерен, але також і від їх морфологічних особливостей та розподілу. З цієї причини в низці досліджень необхідні результати отримують за допомогою комп'ютерного мікромеханічного моделювання деформаційної поведінки сплаву з введеним в програму «відбитком» його мікроструктури [2]. Інший, експресний напрямок досліджень пов'язаний із застосуванням усереднених параметрів структури, таких як середній розмір зерен складових фаз, їх вміст, а також правила суміші, що використовується тільки для напруження течії [3], або границі текучості [4].

Зазначені фактори обумовили постановку задачі: встановлення закономірностей, які визначають напруження течії у двофазній ($\alpha + \beta'$) латуні ЛС59-1 в залежності від вмісту f та розміру зерен складових фаз, їх морфології.

З прутка ЛС59-1 (\varnothing 8 мм) були виготовлені плоскі пропорційні зразки з робочою довжиною 20 мм для механічних та структурних досліджень. Шляхом варіювання температури нагріву в інтервалі 500 – 800 °С та швидкості охолодження були отримані сім дуплексних ($\alpha + \beta'$)-структур, які відрізнялись за вищевказаними параметрами – рис. 1. Відзначимо, що середні значення структурних параметрів розраховували за методом січних по панорамним знімкам, які вміщували від 60 до 100 кадрів, подібних наведеним на рис. 1. Їх отримували на плоскій відполірованої та протравленої робочій частині зразка. В якості морфологічних параметрів зерен фаз визначали коефіцієнт нерівновісності, як відношення більшої сторони зерна до меншої на 100 – 150 зернах, а також дисперсію розміру зерен при застосуванні метода січних.

Крім двофазної латуні, були досліджені також структура та напруження течії α -фази (латунь Л63) та β' -фази (ЛС59-1) після гартування від 800 °С.



Рис. 1 – Мікроструктура латуні ЛС59-1 після охолодження від 770 °С:
 а – нормалізаційне; б – більш повільне; світлі зерна – α -фаза

Аналіз кривих розтягування проводили за наступною схемою. В загальному випадку середні напруження та деформації в сплаві ($\sigma_{\text{спл}}$, $\varepsilon_{\text{спл}}$) та зернах фаз відповідно (σ_{α} , ε_{α} , $\sigma_{\beta'}$, $\varepsilon_{\beta'}$) підкоряються системі двох рівнянь адитивності (суміші), вирішення якої без додаткових припущень невідомо. При допущенні рівності деформацій в сплаві і складових фазах отримуємо рівняння адитивності щодо напружень: $\sigma_{\text{спл}} = \sigma_{\alpha} f_{\alpha} + \sigma_{\beta'} f_{\beta'}$ (за Фойгтом), а при рівності відповідних напружень – рівняння адитивності для деформацій (за Рейссом): $\varepsilon_{\text{спл}} = \varepsilon_{\alpha} f_{\alpha} + \varepsilon_{\beta'} f_{\beta'}$. Кожне з них вирішується, коли відомі залежності $\sigma(\varepsilon)$ для фаз. Останні були перераховані на основі отриманих кривих $\sigma(\varepsilon)$ латуней в однофазних станах, параметрів рівняння Холла-Петча щодо впливу розміру зерен на напруження течії, а також розміру зерен двофазних латуней. Відповідно за двома схемами були розраховані теоретичні криві $\sigma(\varepsilon)$ для сьомих дуплексних ($\alpha + \beta'$)-структур. Порівняння теоретичних та експериментальних кривих призвело до наступних висновків.

1) Встановлено, що експериментальне напруження течії двофазної латуні ЛС59-1 залежить від розміру зерен складових фаз, їх взаємної кількості та коефіцієнту нерівності. 2) Показано, що від границі пружності та до 5 – 6 % пластичної деформації експериментальні криві $\sigma(\varepsilon)$ відповідають теоретичним за моделлю Рейсса (відхилення до 17 %), а на границі міцності – моделі Фойгта (відх. до 10 %). 3) Із зростанням коефіцієнта нерівності зерен від 1,8 до 4,7 похибка оцінки початкових напружень за Рейссом суттєво не змінюється, а для напружень на границі міцності – зменшується.

Список літератури:

1. Cahn, R. W. Physical metallurgy, 4th edition, 3-Volume Set, Volume 1, / R. W. Cahn, P. Haasen // North Holland. – 1996. – 942 p.
2. Kadkhodapour, J. A micro mechanical study on failure initiation of dual phase steels under tension using single crystal plasticity model / J. Kadkhodapour, A. Butz, S. // Int. Journ. of Plasticity. – 2011. – Vol. 27 – P. 1103–1125.
3. Kuziak, R. Advanced high strength steels for automotive industry/ R. Kuziak, R. Kawalla, S. Waengler // Arch. of Civil and Mechan. Engineering. – 2008. – Vol. VIII, №2. – P. 102-117.
4. Фонштейн, Н. М. Факторы, определяющие уровень предела текучести и возврат площадки текучести в низколегированных феррито-мартенситных сталях/ Н. М. Фонштейн, М. Г. Капустин // Физика Металлов и Металловедение. – Исследовательский Центр Миттал Стил, США, 2007. – том 104, № 3. – С. 328-336.

УДК 621.793.1

К.І. ВЛАСЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Є.В. ЛУЦЕНКО, аспірант, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Структура вакуумних конденсатів міді та алюмінію, легованих тугоплавкими металами

Негативний вплив різнозернистості обумовлений тим, що через різні механічні та фізичні властивості окремих зерен в локальних об'ємах одного виробу утворюється градієнт напруг [1]. Різнозернистість у металургійних металах та сплавах може виникати як в наслідок кристалізації розплаву, так і внаслідок рекристалізації деформованого металу чи сплаву. У нанокристалічних металах різнозернистість може виникнути здебільшого в результаті аномального зростання зерна при рекристалізації [2].

Метою роботи було дослідження ступеню однорідності структури вакуумних конденсатів Cu-Mo, Cu-Ta та Al-Fe.

Плівки Cu-Ta, Cu-Mo та Al-Fe були отримані методом електронно-променевого випаровування у вакуумі при однакових умовах. Вміст зміцнюючої фази 0,04 – 7 ат. %. Дослідження проводилися на електронному мікроскопі ПЕМ-100. Середній розмір зерна визначали методом січних. Основним критерієм оцінки різнозернистості структури було обрано ширину гістограми розподілення зерен за розмірами Δ , що визначалась як різниця між максимальним та мінімальним розміром зерна.

Детальний аналіз зеренної структури конденсатів міді, алюмінію та сплавів на їх основі виявив, що ступінь різнозернистості їх структури немонотонно залежить від концентрації легуючих елементів.

Однорідність зеренної структури двокомпонентних конденсатів міді з вмістом Ta, Mo більш ніж 0,2 ат. % та конденсатів алюмінію з вмістом Fe більш ніж 2 ат. % викликано повним блокуванням границь зерен матриці сегрігаціями цих елементів.

У конденсатах чистих міді та алюмінію відсутність різнозернистості обумовлена довершеністю рекристалізаційних процесів, що протікають під час конденсації.

Причиною виникнення різнозернистості у вакуумних конденсатах бінарних систем Cu-Mo, Cu-Ta та Al-Fe є вибіркова міграція границь зерен, внаслідок анізотропії адсорбційної здатності різних кристалографічних площин [2].

Список літератури:

1. *Пикунов, М. В.* Плавка металлов, кристаллизация сплавов, затвердевание отливок: Учебное пособие для вузов / *М. В. Пикунов* // М.: «МИСиС». – 2005. – 416 с.

2. *Власенко К. І.* Різнозернистість у вакуумних конденсатах міді, легованих тугоплавкими металами / *К. І. Власенко, А. І. Зубков* // Студенческие конференции: Нові матеріали та технології в процесах гарячої обробки металів. НТУ "ХПІ", – 2014. С. 5 - 6.

УДК 621.74

Ю.М. ГРИНЧУК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Б.П. ТАРАН, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Организационно модульное проектирование поршней ДВС

Современное двигателестроение нуждается в существенном повышении мощности, топливной экономичности и обеспечении высоких экологических показателей ДВС. Форсирование режимов работы дизельных двигателей достигается турбо наддувом и использованием поршней с выполненной в них камерой сгорания. В таком случае одной из наиболее нагруженных деталей двигателя становится поршень в связи со значительным ростом механических и термических напряжений.

При необходимости создания новой конструкции поршня или совершенствование существующей на этапе конструкторско-технологических разработок необходимо решать параллельно две задачи: конструкторскую и технологическую. С одной стороны, при разработке новой конструкции чугунного поршня, используя современные методы проектирования и моделирования НДС, требуется, прежде всего, получить его вес близкий к весу алюминиевого поршня того же двигателя и обеспечить выполнение всех технических требований, предъявляемых к поршню. С другой стороны, при обосновании материала поршня следует учитывать эксплуатационные условия его работы в двигателе, а также значимость факторов, которые влияют на процесс образования возможных дефектов во время работы двигателя [1–2].

Поэтому, в работе много внимания уделено разработке методологии организации конструкторского и технологического проектирования. Для этого все основные работы объединены в модули, выполняемые одновременно по двум направлениям конструкторском и технологическом. Для решения постановочных задач, касающихся подготовки технического задания, формирования базы данных и координации выполняемых работ, введены модули организационного направления, которые являются составными секторами единой модульной системы организации конструкторско-технологического проектирования чугунных поршней ДВС (рис.1).

С целью обеспечения преемственности научных исследований, выполненных ранее в НТУ «ХПІ», в данной работе мы продолжили совершенствование конструкций литого чугунного поршня $D=120$ мм для наиболее распространенных в Украине дизельных ДВС типа СМД и КАМАЗ. Работа выполнялась на современном уровне с широким использованием компьютерного моделирования НДС поршней. Создания монолитного поршня, осуществлялось путем разделения модуля М-2 на три подмодуля конструкторского направления:

– подмодуль М2-1- для головки поршня, включая днище с камерой сгорания, кольцевой пояс и ребра жесткости (для универсальных вариантов поршней);

– подмодуль М2-2 – для юбки поршня с бобышками поршневого пальца (для монолитных поршней);

– подмодуль М2-3 – для узла приема нагрузки через проушины на поршневой палец и самоустанавливающуюся юбку (для составных поршней) [3].

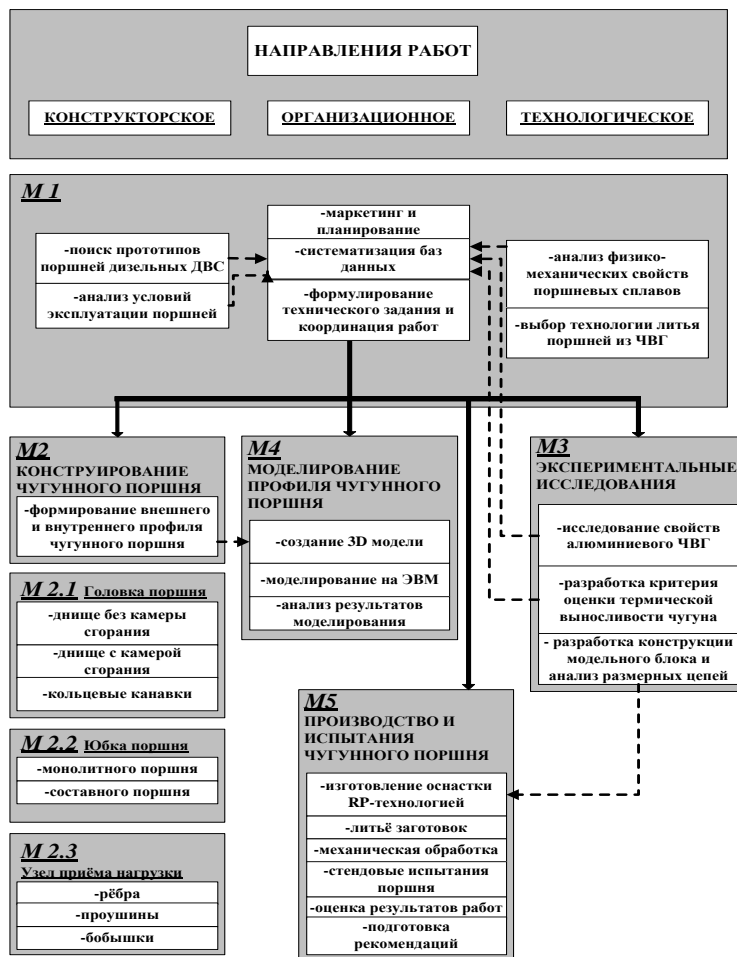


Рис.1 – Система организации модульного проектирования поршней

Такая организация проектирования дает возможность получать универсальные многовариантные конструктивные решения отдельных элементов поршня, пополняя базу данных и используя ее при решении аналогичных задач.

Список литературы:

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За ред. Проф. А. П. Марченко та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова (А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов) – Харків:Прапор. -2004. – 384с.
2. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.2. Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За ред. Проф. А. П. Марченко та засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова (А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов) – Харків:Прапор, 2004. – 288с.
3. Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении /Б.М. Базров // Машиностроение, -2001.- С 368.

УДК 665.9

А.С. ДОЛЖЕНКО, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.О. КОСТИК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

К.О. КОСТИК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Низькотемпературна нітроцементация в порошковому середовищі як один із перспективних методів поверхневого зміцнення

Серед методів термічного зміцнення деталей одне з провідних місць у промисловості належить хіміко-термічному зміцненню методом насичення поверхні вуглецем або одночасно вуглецем і азотом.

У порівнянні з іншими видами ХТО нітроцементация має деякі переваги, а саме: підвищення теплостійкості, зносостійкості і корозійної стійкості деталей; зниження температури процесу на 100 °С, що значно збільшує термін служби пічного обладнання.

Виходячи з цього, на сьогоднішній день актуально розглянути процеси насичення сталі при нітроцементации. Тому є доцільним вивчення структури і властивостей легованої сталі після такої обробки.

Матеріалом дослідження була сталь 40Х. Попередньо зразки піддавали поліпшенню. Експерименти проводили в новій макродисперсній суміші, яка складається з азото- та вуглецевовмісних речовин з додаванням активаторів, в герметичному контейнері в камерній печі протягом від 2 до 5 годин при температурах від 500 до 650 °С.

Таким чином, в роботі було досліджено вплив температурно-часових параметрів на формування дифузійних шарів при хіміко-термічній обробці.

Після проведених експериментів встановили, що при підвищенні температури ХТО від 500 °С до 650 °С протягом 5 годин збільшується глибина дифузійного шару від 0,1 до 0,3 мм, а поверхнева твердість зменшується від 11 до 8 ГПа відповідно. При збільшенні часу витримки від 2 до 5 годин при температурі 550 °С глибина дифузійного шару збільшується від 0,14 до 0,2 мм відповідно.

Таким чином, оптимальними параметрами для низькотемпературної нітроцементации сталі 40Х обрані 550 °С тривалістю 5 годин для отримання максимальної поверхневої твердості з достатньо великою глибиною дифузійного шару.

Дослідження та порівняння експериментального коефіцієнту дифузії азоту з теоретичним для легованої сталі показали, що швидкість насичення підвищується майже в десять разів.

Процес нітроцементации відкриває сприятливі перспективи для широкого використання низьколегованих сталей замість високолегованих і вуглецевих сталей для виготовлення деталей машин, тому що азот є досить ефективним легувальним елементом, що підвищує міцність і зносостійкість поверхневих шарів оброблюваних деталей.

УДК 621.74

Н.А. КАЧАНОВА, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.И. ПОНОМАРЕНКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харків, Україна

Использование хромитовых песков в холоднотвердеющих смесях на жидком стекле

В работе исследован вопрос технологии получения отливок с использованием холоднотвердеющих смесей (ХТС) на жидком стекле (ЖС) применяется на многих предприятиях, как в Украине, так и в странах СНГ. ХТС состоят из наполнителя, синтетического связующего, катализатора отверждения и различных улучшающих смесь добавок. Песчано-жидкостекляные смеси широко применяются при единичном и серийном изготовлении форм и стержней без теплового воздействия, относительно низкая стоимость жидкого стекла, простота его изготовления и нетоксичность этих смесей.

Существенным недостатком песчано-жидкостекляных смесей является плохая выбиваемость и регенерируемость, вследствие повышенной спекаемости жидкого стекла с формовочным песком, а также ограниченное использование отработанных смесей в связи с тем, что в приготавливаемых смесях накапливается содержание оксида натрия Na_2O , который снижает огнеупорность смесей. Поэтому, разработка новых составов ХТС на ЖС, имеющих хорошую выбиваемость является актуальной задачей литейного производства.

Последнее время в литейном производстве начали использоваться хромитовые пески, которые по сравнению с кварцевым песком не имеют аллотропических превращений и обладают высокой прочностью при термическом ударе.

Приготовление смесей осуществляется последовательным перемешиванием песка, катализатора отверждения и связующего. Смесь готовили следующим образом: на 100 в. ч. кварцевого песка добавляли 5 в. ч. жидкого стекла, а также 0,5...6 в. ч. жидких отвердителей. В песок добавляют отвердитель и перемешивают в течение 3 минут, затем добавляли жидкое стекло и перемешивали еще 2 минуты. В качестве параметра оптимизации (y) были выбраны основные показатели свойств формовочной смеси: прочность на изгиб, прочность на разрыв и прочность на сжатие (y_1 , y_2 и y_3 соответственно). Варьируемыми факторами являлись количество введенной в смесь ЖС с ФОПЦК. Для получения математических зависимостей был проведен планируемый эксперимент 2^{6-3} . В результате проведения эксперимента были получены следующие уравнения:

$$\begin{aligned}y_1 &= 2,425 + 0,175x_1 + 0,125x_2 + 0,15x_3 \\y_2 &= 0,169 + 0,004x_1 + 0,009x_2 + 0,009x_3 + 0,004x_5 + 0,004x_6 \\y_3 &= 4,59 + 0,09x_1 + 0,36x_2 + 0,36x_3 - 0,14x_4 + 0,11x_5 + 0,09x_6\end{aligned}$$

На основании полученных уравнений была выбрана область оптимальных значений составляющих и построена номограмма, которая позволяет описать зависимость между параметрами технологи и свойства формовочных смесей.

УДК 621.744

К.В. КОЛІСНИК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

О.І. ПОНОМАРЕНКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження ХТС на хромітових пісках.

Технологія виготовлення відливок з піщаних сумішей є домінуючою в ливарному виробництві. Підвищення якості виливків, економічності та ефективності їх виробництва в значній мірі залежить від складу і властивостей сумішей на різних стадіях їх приготування і застосування.

Одними з найпоширеніших сумішей є холодно-твердіючі суміші. Це пояснюється їх високою міцністю при невеликій витраті, можливістю регулювання швидкості затвердіння суміші у великому діапазоні, а також у відсутності необхідності в сушильному обладнанні, завдяки чому істотно спрощується і скорочується цикл виготовлення виливки.

Олігомер на основі олігофурфурілоксисілоксанів (смола ОФОС) на сьогодні повністю задовольняє всім сучасним вимогам, що пред'являються до зв'язуючих матеріалів в ливарному виробництві. Основною особливістю зв'язуючого є відсутність в його складі отруйних речовин, завдяки чому воно визнане екологічно чистим.

Хромітовий пісок використовується при виготовленні сталевих виливків в стрижневих і облицювальних сумішах. При відносно високій температурі плавлення, він має низьку температуру спікання (1100 оС), а суміші на його основі володіють високою міцністю при термічному ударі. Хроміт інертний до оксидів заліза при високих температурах в будь-якій атмосфері, погано змочується рідким металом. Всі ці фактори при виготовленні великих сталевих виливків сприяють запобіганню утворення хімічного і механічного пригару, ужимін, покращують умови кристалізації металу.

Метою даного дослідження є вивчення основних властивостей сумішей зі зв'язуючим ОФОС на хромітових пісках, на основі кількісних залежностей між параметрами приготування суміші та її фізико-механічними властивостями, тобто на основі математичної моделі.

Для проведення дослідження використовували планування типу 2^{3-1} (напіврепліки повного факторного експерименту для двох змінних).

В якості параметра оптимізації були обрані основні фізико-механічні показники властивостей формувальної суміші: міцність на вигин, міцність на розрив і міцність на стиск. Варійованими факторами були: кількість введеної в суміш смоли і кількість використовуваного каталізатора. В якості каталізатора застосовували ПТСК.

У результаті обробки отриманих даних була отримана система рівнянь, по якій була проведена оптимізація складу ХТС.

На основі розроблених математичних моделей створена номограма, що описує залежності між параметрами технології і властивостями формувальних сумішей. Номограма є засобом графічного рішення цієї задачі.

УДК 621.7

А.А. КОРЕНЬКОВА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Ю.А. ПЛЕСНЕЦОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків,
Україна

Анализ особенностей формоизменения перфорированных профилей при их валковой формовке

На сегодняшний день перфорированные профили являются одним из перспективных видов металлопродукции, который успешно применяется в строительстве, промышленности и не только. С каждым годом значение профилирование возрастает благодаря дешевизне изготовления гнутых профилей, высокой производительности оборудования, возможности сочетания профилирование с другими технологическими операциями (пробивкой отверстий, сваркой, нанесением покрытий), многообразием сортамента, хорошему внешнему виду изделий. Заготовками для производства перфорированных профилей являются металлические листы, которые при производстве профилей постепенно изменяют угол подгиба переходя из одной клетки в другую.

Целью работы является анализ формоизменения отверстий на элементах гнутых профилей при их валковой формовке.

При разработке технических условий на изготовление перфорированных профилей и определении величины допуска на точность изготовления отверстий в гнутых профилях необходимо учитывать степень деформируемости отверстий в процессе профилирования; в случае необходимости получения в холодногнутых профилях отверстий с высокой степенью точности, их следует делать не в исходных заготовках, а в готовых профилях; экспериментальные исследования энергосиловых параметров позволили установить, что различия в величинах усилий профилирования и крутящих моментов при валковой формовке перфорированных и неперфорированных уголков незначительны.

Исследование влияния условий профилирования на величину изменения размеров отверстий, предварительно пробитых в исходных заготовках, производили на специальных контрольных полосах. Отверстия круглые калиброванные диаметром 14 мм изготавливали сверлением и пробивкой в штампе. Отверстия измеряли с точностью до 0,01 мм при помощи нутромера типа НИ с индикатором. Подготовленные подобным образом заготовки формовали на профилегибочном стане в уголкового и швеллерные профили, после чего отверстия вновь измеряли. Результаты измерений до и после

профілювання порівнювали, різниця в показаннях індикатора складала абсолютну величину зміни розміру отворів.

Дослідженнями встановлено, що в процесі профілювання в залежності від різних факторів (ширину підгинаємих елементів, режиму профілювання, величини перемички між отворами, марки сталі) розміри отворів змінюються по-різному.

При формувці профілю в калібрах профілегібочного стану, на підгинаємих полках швеллера відбувається поступове змінення розмірів отворів. Так, якщо при підгині полку на 8° ще не помітно змінення розмірів отворів, то починаючи з кутів підгині, рівних 18° , і до кута підгині 70° формозмінення отворів зростає. В готовому профілю отвора на полках деформовані, причому еліпсоподібність отворів добре помітна навіть без вимірних приладів. Максимальна величина відносного удовження отворів складала 1,89%, звуження — 3,2%. Отже, при проходженні стрічки з клітки в клітку відбувається поступове змінення форми і розмірів отворів, що пояснюється збільшенням подовжньої деформації країв підгинаємих полків.

Вперше встановлено, що в підгинаємих елементах профілю з'являється від'ємне пружинення, виражене в завалі полку всередину профілю.

Наявність перфорації на підгинаємих елементах призводить до зменшення радіусів закруглення перфорованих швеллерів на 12,5 % порівняно з радіусами закруглення неперфорованих профілю.

При формувці перфорованих профілю по жорстким режимам відбувається багаторазове збільшення деформації отворів.

В разі необхідності отримання в холодновугнутих профілю отворів з високою ступеню точності їх слід робити не в вихідних заготовках, а в готових профілю.

Експериментальні дослідження енергосилових параметрів дозволили встановити, що значущої різниці в величинах зусиль профілювання і крутячих моментів при валкової формувці перфорованих і неперфорованих куточків не спостерігається.

Список літератури:

1. Тришевський І. С. Теоретичні основи процесів профілювання / І. С. Тришевський, М. Е. Докторов. – М.: Металлургія, 1980. – 288 с.
2. Тришевський І. С. Виробництво вигнутих профілю (обладнання і технологія) / під ред. І. С. Тришевського і др. – М.: Металлургія, 1982. – 384 с.
3. Застосування вигнутих профілю прокату: довідник / І. С. Тришевський, Г. В. Донець, М. Е. Докторов і др. – М.: Металлургія, 1975. – 421 с.
4. Березовський С. Ф. Виробництво вигнутих профілю: С. Ф. Березовський, І. С. Тришевський. – М.: Металлургія, 1985. – 200 с.

УДК 621.7

О.М. ЛАРИН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна.

В.О. ЄВСТРАТОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Особливості штампування в закритому штампі вісесімметричних деталей типу «фланець»

У промисловості широко використовуються деталі типу фланець. Мета роботи полягає в оцінці силового режиму штампування деталі типу фланець. Для аналізу силового режиму використовувався енергетичний метод.

Найчастіше деталі штампуються у відкритих штампах, але більше переваг у закритих штампах: макроструктура штампованок значна краща, в середньому на 10 % зменшуються витрати металу, через відсутність ґрату не має необхідності у виконанні трудомісткої операції його обрізування, менші габаритні розміри штампу. Також є недоліки: невисока стійкість штампів та потрібна заготованка з дуже точними розмірами, максимально приближеними до готової деталі.

Процес деформації у закритому штампі включає лише дві стадії. Перша стадія характеризується вільною формозміною, під час якої бічна поверхня заготованки не дотикається стінок рівчака. Друга стадія – це заповнення рівчака. На відміну від штампа відкритого, заповнення рівчака закритого штампа відбувається без утворення ґрату. В кінці цього етапу рівчак заповнений повністю, але висота штампованки ще трохи більша за ту, що вказана на її кресленику. Нам потрібно за допомогою експерименту точно зафіксувати момент у який метал повністю заповнює верхній штамп, найвищі радіуси, за допомогою вимірвальних пристроїв, розрахувати точну штампованку щоб якомога максимально знизити витрати металу, встановити залежність та вплив параметрів $D_\phi/D, h/D, \alpha$.

У сучасній довідковій літературі і підручниках зусилля штампування у відкритих штампах для деталей типу фланців визначається лише за діаметром D_ϕ і не враховує таких важливих параметрів, як D_ϕ/D та h/D , [1].

Аналіз процесу формоутворення при штампуванні у закритому штампі дав змогу показати [2], що параметри $D_\phi/D, h/D, \alpha$ суттєво впливають на силовий режим штампування. Для високих і тонких виступів заповнення рівчака суттєво утруднюється. Кут нахилу α також суттєво впливає на зусилля деформації.

Список літератури:

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Том 2. Горячая объемная штамповка. Под ред. *Е. И. Семенова*. – М.: Машиностроение, 1986. – 592.
2. *В. О. Євстратов, В. М. Левченко*. Оцінка силового режиму штампування у закритому штампі деталей типу фланців. – Вісник НТУ «ХПІ», 2013. – №43. – С.94 – 99.

УДК 621.7

О.В. НАЙМУШИНА, НТУ «ХП», Харків, Україна

В.О. ЄВСТРАТОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харків, Україна

Особливості штампування в відкритому штампі вісесімметричних деталей типу «фланець»

Деталі типу фланця широко використовуються у промисловості. Частіше штампування цих деталей відбувається у відкритих штампах, але є недолік: витрата металу на грат, великі габарити штамп [1]. Мета роботи полягає в оцінці силового режиму штампування деталі типу фланець. Використовувався енергетичний метод для аналізу силового режиму.

Процес деформації у відкритому штампі включає три стадії, ми розглядаємо останні дві: другу стадію – коли бічні стінки штамп обмежують довільну течію металу і спрямовують її у необхідних напрямках, заготовка повністю заповнює штамп, та третю – доштамповування, витискання надлишкового металу у гратову канавку. При розробці технологічного процесу штампування та конструювання штампів необхідно передбачити повне заповнення його порожнин при найменших витратах металу та трудовитратах. При цьому велике значення має правильній вибір розмірів мостика гратової канавки [2]. Найбільш розповсюджена форма гратової канавки складається із містка та магазину. При зменшенні ширини містка та збільшенні його довжини підвищується опір витіканню металу в грат та утворюється підпір для заповнення порожнини штамп металом. Задачі які постають перед нами це: як мінімізувати грат та забезпечити повне штампування деталі, аналіз формозміни заготовки у верхній порожнині штамп за допомогою енергетичного методу, встановити залежність та вплив параметрів $D_\phi/D, h/D, \alpha$.

Комп'ютерне моделювання дозволяє досить точно визначити силу штампування, а отже й правильно обрати обладнання [3]. З його допомогою з'ясовано, що розташування лінії з'єднання дзеркал штамп впливає на силу штампування, на тиск у штампі, тому завдяки правильному виборі її розташування можна підвищити стійкість штамп.

Список літератури:

1. Євстратов В. О., Левченко В. М., Оцінка силового режиму штампування у закритому штампі деталей типу фланців. – Вісник НТУ «ХП», 2013. – №43. – С.94 – 99.
2. Тетерин Г. П., Полухин П. И. Основы оптимизации и автоматизации проектирования технологических процессов горячей объемной штамповки. — М.: Машиностроение. 1979. — 284 с., ил.
3. Фомичев А. Ф., Панин С. Ю., Юргенсон С. Е. Оптимизация силы объемной штамповки // КШП. ОМД. 2012.-№11.- С.41-43.

УДК 621.436: 539.3: 621.74

А.С. НАУМОВА, НТУ «ХП», Харків, Україна

О.В. АКИМОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харків, Україна

Контроллер для автоматизации кокильной машины

Автоматизация управления производственными процессами улучшает условия труда и создает возможности для повышения профессиональности мастерства работников. Важным преимуществом автоматизированных кокильных машин является уменьшение влияния человеческого фактора на управляемый процесс, экономия сырья и расходных материалов, повышение качества производимой продукции, что в конечном итоге влияет на эффективность производства. В результате применения автоматизации снижается себестоимость изделий, увеличивается выпуск продукции и повышается ее качество, уменьшается брак, сокращаются затраты на сырье, материалы и топливо, снижается потребление тепловой и электрической энергии. Основное направление развития производства кокильного литья – это комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, начиная от подготовки шихтовых материалов и приготовления жидкого металла и кончая обрубкой, очисткой и складированием готовых отливок [1]. В настоящее время рекомендован переход от «традиционных» методов автоматизации, основанных на релейно-контактных схемах и регуляторах приборного типа, к применению регуляторов с гибкой логикой – программируемых логических контроллеров (ПЛК) – цифровых электронных аппаратов общего назначения, которые принимают входные сигналы, оценивают их и генерируют сигналы управления в соответствии с программой, заложенной в память.

Целью работы является выбор и программирования ПЛК для системы автоматизации кокильной машины для изготовления поршней двигателей внутреннего сгорания.

При литье в кокиль могут быть механизированы следующие операции: раскрытие и закрытие формы, установка и удаление стержней, заливка формы металлом, удаление отливки, поддержание необходимого теплового режима формы.

В работе кокильной машины на харьковском заводе «Поршень» ПАО «АВТРАМАТ» предусмотрено два режима работы: «Наладка» и «Автомат». Задачей первого режима является первоначальный пуск и проверка механизмов на исправность и готовность к работе. После проведения цикла работы в наладочном режиме без возникновения аварийных ситуаций можно переходить в режим «Автомат», в котором большинство операций выполняется в соответствии с алгоритмом под руководством ПЛК и наблюдением рабочего-литейщика.

Сегодня на рынке технических средств автоматизации представлено несколько компаний, которые выпускают технологические контроллеры для систем автоматизации, такие как Siemens, Vipa, Festo, Schneider Electric и т.д. Для системы автоматизации кокильной машины по своим технологическим характеристикам и экономическим показателям был выбран ПЛК российской компании ОВЕН – ОВЕН ПЛК-160-I-L с дополнительными блоками ввода-вывода.

Для написания программы для управления по алгоритму работы данной машины была использована система программирования CoDeSys – это современный инструмент для программирования контроллеров, который предоставляет программисту удобную среду для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3. Для нашей задачи был выбран язык структурированного текста (ST), который представляет собой набор инструкций высокого уровня. Они могут использоваться в условных операторах ("IF...THEN...ELSE") и в циклах (WHILE...DO) [2].

После написания программы, она была протестирована в режиме эмуляции, отлажена и прошита в контроллер.

Для безопасности работы и продления срока службы приборов и средств автоматизации разработаны схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов (рис 1).

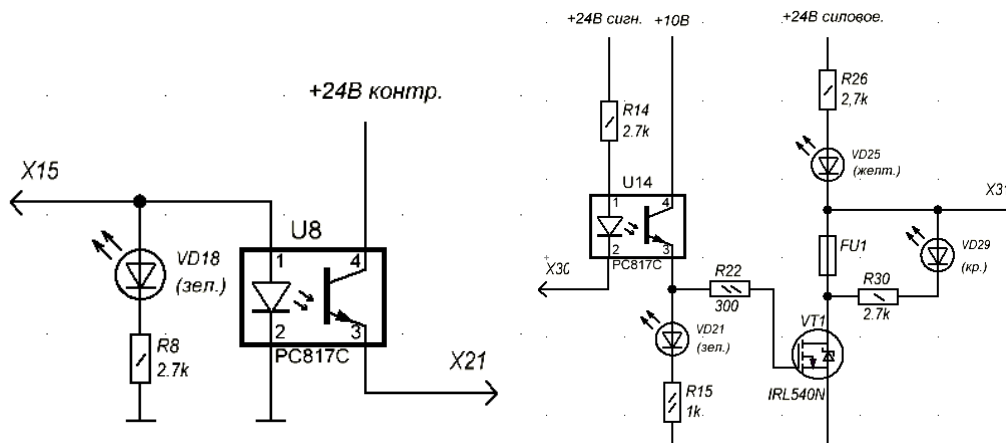


Рис.1 – Схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов к контроллеру

В ходе работы был выбран и запрограммирован ПЛК для автоматизации управления кокильной машиной, предназначенной для изготовления поршней двигателей внутреннего сгорания, разработаны принципиальные схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов к контроллеру.

1. Список литературы:

1. Коломенская М. В. Организация литья в кокиль и под давлением / М. В. Коломенская. – М.: Машиностроение, 1974. – 88с.
2. Программирование программируемых логических контроллеров ОВЕН ПЛК110 и ПЛК160: руководство пользователя/ Версия 1.9 –Москва 2010г. – 197с.

УДК 621.7

Ю.А. ПОДЗОЛКОВА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина.

Ю.А. ПЛЕСНЕЦОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Т.Л. КОВОРТНЫЙ, асист., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Анализ технологических возможностей упрочнения элементов специальных профилей при их валковой формовке

В современных условиях ресурсосбережение является одним из ключевых элементов создания конкурентоспособной продукции. Увеличение прочностных характеристик гнутых профилей за счет дополнительной пластической деформации участков профилей, не подвергающихся упрочнению при обычном профилировании, способствует улучшению качества самих профилей, изделий с их применением, а также позволяет снизить расход металла без ухудшения прочностных характеристик готовой продукции.

Целью работы является анализ формоизменения металла при валковой формовке упрочненных специальных профилей и возможностей организации их производства.

При валковой формовке периодических гофров местная вытяжка листового металла сопровождается утонением в зоне формовки гофров, т. е. имеет место плоское деформированное состояние, конечные деформации определяются следующим образом:

$$e_1 = -e_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} e_i, \quad (1)$$

где e_1 – деформация в направлении ширины гофра;

e_3 – деформация по толщине металла гофра.

Распределение утонения по поперечному сечению гофров определяется по зависимости:

$$\Delta S = 2 \int_0^{S/2} e_3 dy, \quad (2)$$

где S – толщина металла.

Для теоретического анализа процесса валковой формовки поверхностей противоскольжения на первом технологическом переходе использован принцип энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клетки:

$$\Phi = \frac{1}{2} G(H_1 - H)^2 + A_{\text{ДЕФ}}(H) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где G – жесткость клетки;

H – высота формуемых рифлений;

H_1 – высота гофра по калибру валка;

$A_{\text{ДЕФ}}(H)$ – работа деформации при вытяжке рифлений.

Для анализа формоизменения металла принята схема очага деформации. В связи с незначительной высотой формуемых рифлений, приняты следующие допущения:

- деформации растяжения в очаге имеют место на участке, не превышающем ширину рифления;

- напряжения и деформации связаны по линейному закону;

- валки изгибаются по дуге постоянной кривизны.

Задача нахождения фактической высоты рифлений решалась минимизацией функционала полной потенциальной энергии:

$$\Phi_1 = A_{\text{ДЕФ}}(H) - PH \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\Phi_2 = 2 \int_V A_{\text{ПР}}(\Delta H) dV + \sum_{i=1}^n A_{\text{ДЕФ}}(H - 2\Delta H_i) + \frac{1}{2} G(H_2 - H)^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

где n – число формуемых рифлений;

V – объем валка;

ΔH_i – прогибы валков при формовке рифлений;

$A_{\text{ПР}}(\Delta H)$ – работа прогиба валка, зависящая от его ширины;

H – высота крайних формуемых рифлений.

Выводы: с использованием принципа энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клетки получены аналитические зависимости для определения энергосиловых параметров процесса формовки элементов поверхности противоскольжения и рифлений. Минимизацией функционала полной потенциальной энергии решена задача нахождения фактической высоты рифлений и их осадки.

УДК 621.793.14:543.442.3

А.А. ПОСТЕЛЬНИК, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Д.Н. БАБЕЦ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

О.В. СОБОЛЬ, д-р физ.-мат. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Влияние физико-технологических параметров осаждения на структуру, субструктуру и механические свойства вакуумно-дуговых покрытий ZrN

На сегодняшний день повышенный интерес проявляется к покрытиям ZrN, т.к. они обладают высокой эрозионной стойкостью, прочностью в сочетании с достаточно высокой твердостью. Также интерес связан с интенсивным развитием радиационных технологий и использование ZrN покрытий как радиационно-стойкого материала.

В этой связи остро стоит материаловедческая задача по структурной инженерии вакуумно-дуговых ZrN покрытий с целью прогнозированного получения необходимых функциональных физико-механических характеристик.

Для решения задачи структурной инженерии на модернизированной установке «Булат-6», снабженной дополнительно генератором высоковольтных импульсов, подаваемых на подложку в процессе осаждения, были получены ZrN покрытия в интервале давлений азотной атмосферы $P_N = 0,02 \dots 0,64$ Па. Также в работе проведен системный анализ влияния отрицательного потенциала смещения (постоянного и высоковольтного импульсного) на структуру, субструктуру и механические характеристики данных покрытий.

Повышение давления в условиях действия отрицательного потенциала смещения -150 В приводит к образованию текстуры роста с осью [111] или появлению битекстурного состояния с осями [111] и [311]. На субструктурном уровне увеличение давления от $0,02$ до $0,2$ Па приводит к уменьшению размера кристаллитов и микродеформации. При большем давлении размер кристаллитов увеличивается. Дополнительная подача высоковольтного отрицательного потенциала $U_{ip} = (-800 \dots -2000)$ В в импульсном режиме с длительностью 10 мкс и частотой 7 кГц стимулирует появление текстуры [110]. На субструктурном уровне подача U_{ip} приводит к релаксации микродеформации и росту размеров кристаллитов при повышении P_N . Наблюдаемые изменения связываются с повышением подвижности частиц и активности нитридообразования в условиях действия U_{ip} . Твердость возрастает с увеличением давления и достигает значения 43 ГПа при $U_b = -70$ В. Подача U_{ip} приводит к смещению максимальной твердости в сторону больших давлений.

Определена граничная величина (-100 В) постоянного потенциала, подаваемого на подложку, ниже которого подача высоковольтного импульсного потенциала (величиной $-1200 \dots -2000$ В, что позволяет формироваться пикам смещения) вносит определяющий вклад в формирование преимущественной ориентации кристаллитов с осью [110].

УДК 621.793.14:543.442.3

А.А. ПОСТЕЛЬНИК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Е.А. ДУМА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

О.В. СОБОЛЬ, д-р физ.-мат. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Влияние давления азотной рабочей атмосферы на структуру, субструктуру и механические характеристики однослойных и многослойных покрытий на основе CrN

Покрытия являются одним из наиболее эффективных инструментов придания необходимых функциональных свойств поверхности, обеспечивающих хорошую износостойкость и коррозионную стойкость лезвийных инструментов, работающих при высоких скоростях резания, к ним относится CrN и на его основе многослойные системы (например, CrN-TiN).

С использованием модернизированной установки «Булат-6», снабженной дополнительно генератором высоковольтных импульсов, подаваемых на подложку в процессе осаждения, были получены CrN и многослойные двухфазные наноструктурные TiN/CrN покрытия при давлении азотной атмосферы $P_N = (10^{-5} \dots 4,8 \cdot 10^{-3})$ Торр, с величиной постоянного отрицательного потенциала смещения $U_b = -120 \dots -230$ В и высоковольтного потенциала $U_{ip} = -1 \dots -1,2$ кВ, подаваемого в импульсном режиме с частотой 7 кГц и $\tau = 10$ мкс.

Методами рентгеновской дифрактометрии, электронной микроскопии и микроиндентирования исследованы фазовый состав, структура, субструктура и твердость вакуумно-дуговых CrN и многослойных TiN/CrN покрытий. Установлено, что увеличение P_N без импульсного воздействия позволяет переходить от Cr+Cr₂N фаз к текстурированным кристаллитам CrN фазы с осью [111]. Переход от металлической фазы к нитридной сопровождается уменьшением среднего размера кристаллитов (L). Дополнительная подача U_{ip} позволяет интенсифицировать процесс образования нитридов и стимулирует при высоких P_N формирование радиационно-стойкой текстуры с осью [110].

В случае многослойных покрытий системы TiN-CrN, полученных в интервале $P_N = 1 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-3}$ Торр при подаче U_b и U_{ip} установлено формирование двухфазного состояния. При высоком $P_N (1 \dots 5) \cdot 10^{-3}$ Торр и подаче отрицательного постоянного потенциала смещения: $U_b = -20$ В формируется покрытие с преимущественной ориентацией роста кристаллитов с осью [100] перпендикулярной плоскости роста, а при -230 В – ось текстуры [111]. Увеличение P_N при осаждении приводит к росту периода, что связано с насыщением кристаллической решетки атомами азота. Подача U_{ip} за счет повышения средней энергии осаждаемых частиц приводит к уменьшению внутрикристаллических несовершенств и связанной с ними микродеформации (ϵ). Основываясь на исследованиях субструктурного состояния, установлена связь перехода в сверхтвердое (до 57 ГПа) состояние с уменьшением ϵ и L в TiN слоях.

УДК 621.793.14:543.442.3

А.А. ПОСТЕЛЬНИК, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Е.А. ДУМА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

О.В. СОБОЛЬ, д-р физ.-мат. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Структурная инженерия многослойных покрытий системы TiN/ZrN

Эффективность работы изделий во многих отраслях промышленности тесно связано с достижениями в области инженерии поверхности. Многослойные покрытия – сравнительно недавно получили успешное промышленное применение, показав для ряда комбинаций из металлических и нитридных слоев очень высокие эксплуатационные характеристики, что во многом определяется относительно большой поверхностью границ раздела фаз в многослойных системах. Эти границы, среди прочего, предотвращают распространение трещин в покрытиях, изменяя механизм разрушения от одно- (однослойное покрытие) к многоступенчатому (многослойное покрытие), тем самым увеличивая срок службы покрытий.

В данной работе исследовалось влияние числа слоев, как составляющей периода двухслойной (из ZrN и TiN слоев) композиции, а также постоянного и импульсного отрицательного потенциалов смещения, подаваемых на подложку в процессе осаждения, на возможности структурной инженерии и механические свойства одного из наиболее перспективного для машиностроительного использования многослойного покрытия TiN/ZrN.

Многослойные двухфазные наноструктурные покрытия TiN-ZrN осаждались в вакуумно-дуговой установке «Булат-6». Скорость осаждения слоев ZrN составляла около 3 нм/с, а TiN – 2 нм/с. Получали покрытия толщиной 12–17 мкм. При осаждении покрытий на подложку подавался отрицательный потенциал смещения величиной $U_b = -30 \dots -200$ В при этом температура подложки (T_n) была в интервале 250...350°C.

В работе установлена высокая планарность и однородность получаемых покрытий. При этом как в случае $U_b = -200$ В, так и при $U_b = -140$ В формируются слои моонитридов ZrN и TiN с преимущественной ориентацией кристаллитов (текстурой) с осью [111] перпендикулярной плоскости роста. Для близких по толщине покрытий увеличение числа межслойных границ при уменьшении периода бислоя (из ZrN и TiN слоев) приводит к увеличению твердости до 45 ГПа. Полученное значение существенно превосходит твердость, как ZrN так и TiN однослойных покрытий.

Использование высоковольтных импульсов позволяет в значительной степени изменять структуру и свойства при $U_b < 100$ В. При большем значении U_b , постоянный потенциал становится определяющим для структурной инженерии покрытия. Показано, что наибольшая твердость (45 ГПа) присуща покрытиям полученных при $U_b = -140 \dots -150$ В, при этом Н/Е достигает большой величины 0.14, что сложно получить в однослойных покрытиях.

УДК 621.763:539.4.015

А.А. ПУЛЯ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

С.И. ЛЯБУК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Особенности программного упрочнения нанофазных композитов

Исследованы дисперсноупрочненные композиты на основе никеля (Ni-SiO, Ni-Al₂O₃, Ni-ZrO₂) в виде фольг толщиной 30±10 мкм, полученные электронно-лучевым испарением в вакууме. Содержание оксидов не превышало 1 % об. Данные материалы имеют субмикроструктурную структуру (зерна около 0,5 мкм), в которой равномерно распределены нанодисперсные частицы оксидов (~10 нм). Подобная структура с высокой плотностью межзеренных и межфазных границ приводит к высокой прочности и, вместе с тем, к интенсивной релаксации механических напряжений. Механические и релаксационные характеристики нанофазных композитов измерялись на универсальной установке TIRA-test 2300 высокой жесткости (до 12·10⁷ Н/м) с автоматической регистрацией результатов измерений вычислительной машиной и последующей обработкой диаграмм. Программное нагружение проводили путем циклирования активного растяжения в макро-упругой области с последующей кратковременной релаксацией напряжений в течение 20 минут. Испытания проводили в интервале температур 290 К – 600 К. При этом общий уровень деформации не превышал 0,2 %.

При изучении композитов обнаружено значительное упрочнение при программном нагружении (ПН), которое выражается в росте внутренних напряжений после релаксации. В гомогенных вакуумных конденсатах упрочнение при релаксации не обнаружено. Особенно упрочнение выражено при низких температурах. Так например, в композитах Ni-Al₂O₃ после ПН прочность и релаксационная стойкость возрастают в 3 – 5 раз. Упрочнение в композитах объясняется доминирующим влиянием дисперсного упрочнения, приводящего к закреплению движущихся дислокаций на частицах окислов и «исчерпанием» подвижных дислокаций. Данный способ повышения прочности и релаксационной стойкости может использоваться для разных материалов с гетерогенной структурой, у которых реализуется механизм дисперсного упрочнения.

Для сравнения исследовались также фольги электроосажденных композитов на основе никеля, упрочненных оксидами алюминия и циркония. Данные материалы имеют субмикроскопический размер зерна. Размер упрочняющих оксидов составляет ~ 0,5 мкм. Фольги, полученные электронно-лучевым испарением в вакууме имеют значительно более высокие прочностные свойства и позволяют получить более высокий эффект упрочнения при ПН.

Т.о. программное упрочнение обеспечивает получение объектов с высокой прочностью и релаксационной стойкостью, что важно для практического использования нанофазных композитов.

УДК 669.187.001.2

К.А. СВІТЛИЧНА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

А.І. ЗУБКОВ, канд. фіз.-мат. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Структура конденсованих та термооброблених вакуумних псевдосплавів Cu-Ta

Широке застосування у виробництві отримав метод вакуумної конденсації для виготовлення металевих матеріалів, які не можливо заплучити іншими способами: композиційні матеріали, сплави металів, які не мають взаємної розчинності та не змішуються у рівноважних умовах. Такими сплавами є композити Cu-Mo, Cu-W, Cu-Ta, в яких відсутні хімічні сполуки і взаємна розчинність компонентів як в рідкому, так і твердому станах.

Такі матеріали прийнято називати псевдосплавами і їх отримують методами порошкової металургії.

Ціль даної роботи: вивчення структури вакуумних псевдосплавів Cu-Ta як у вихідному конденсованому стані так і після високотемпературного відпалу в інтервалі температур 600–1000°C протягом 30–60 хвилин.

Легування міді танталом призводить до різкого зниження розміру зерна мідної матриці до нанометрового масштабу, формування аномальних пересичених твердих розчинів цього металу в ГЦК-решітці міді і зміцнюючих часток другої фази. В роботі показано, що тантал розташовується як на границях зерна мідної матриці, так і в її об'ємі. В структурі термооброблених конденсатів спостерігаються області, вільні від танталу, розмір яких корелює з величиною зерна мідної матриці вихідного стану. Таке явище прийнято називати ефектом спадковості [1, 2].

При вивченні структури конденсатів виявлені частки танталу, які мають ГЦК решітку, яка не характерна для тантала в масивному стані.

В роботі показано, що збільшення міри дисперсності зернової структури вакуумних конденсатів можна пояснити утворенням сегрегацій легуючого елемента – Ta на границях зерен основного металу при конденсації їх парових сумішей. Наявність таких сегрегацій сприяє підвищенню термічної стабільності вихідного структурного стану і механічних властивостей.

Висновки:

В роботі проаналізовані процеси отримання вакуумних конденсатів на основі міді в наноструктурному стані і фактори, які стабілізують вихідний стан.

Список літератури:

1. Горелик, С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С. С. Горелик // М.: Металлургия, 1967, – 405с.

2. Бокштейн, С. З. Стрoение и свойства металлических сплавов / С. З. Бокштейн // М.: Металлургия, 1971, – 496 с.

УДК 621.777.4

А.Ю. СЕВЕРИН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.Я. ДАНИЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Исследование процессов наполнения и опорожнения цилиндра молота при работе на сжатом воздухе.

Сегодня в Украине на многих заводах находятся в эксплуатации паровоздушные штамповочные молоты, работающие на паре. Но в последнее время, в связи с экономической ситуацией, изменением цен на энергоносители, а также способом управления хозяйственной деятельностью в стране, поменялись режимы и условия работы паровоздушных штамповочных молотов, а именно отсутствие дешевого пара с теплоэлектростанций. Уменьшение серийности производства на заводах, что привело к нецелесообразности использования отработанного пара с теплоэлектростанций, т.к. такой вид энергоносителя невыгодно использовать при малой загрузке оборудования.

В таких условиях способы и приемы эксплуатации, которые привыкли использовать технологи и механики кузнечных цехов устарели и стали приводить к убыточности производства. Поэтому некоторые предприятия переходят на индивидуальный привод, использующий в качестве энергоносителя не пар, а сжатый воздух. Замена влажного пара на сжатый воздух, который обладает другим коэффициентом адиабаты и отличается некоторыми другими свойствами, отразилась на режимах работы кузнечных молотов, например, наблюдалось падение производительности и энергии полного удара оборудования. Также существенным недостатком есть то, сложно автоматизировать процесс штамповки на молоте, в связи с этим требуется опытный кузнец, который может переносить тяжелые условия труда.

Однако, при всех недостатках ПВШМ остается универсальным, простым, нетребовательным к микроклимату цеха, а главное недорогим оборудованием горячей штамповки, а также экономичным при своевременной регулировке и уходе в условиях мелкосерийного производства. Однако, экономичность (полезный расход) во многом зависит от режима работы молота, режимов этих несколько и рассчитать полезный расход для каждого из них очень сложно ввиду специфики работы привода молота, т.к. теоретические зависимости, отражающие процессы, происходящие в приводе, либо недостаточно корректны для данного случая, либо слишком сложны для вычисления.

Поэтому, в 30-х годах прошлого века широко развернулись экспериментальные исследования ПВШМ. На основании результатов экспериментов проф. Зимин уточнил допущения, принятые при построении расчетных индикаторных диаграмм [1]. Позднее основы новой теории он еще раз скорректировал с тем, чтобы еще насколько возможно приблизиться к ожидаемому изменению параметров пара. Значительный вклад в развитие теории ПВШМ внес проф. Климов, исходивший из того, что процесс энергоносителя должен совершаться с достижением наивысших итоговых

показателей по экономичности, а экономия энергоносителя на отдельных этапах движения поршня не обязательно этому способствует [2]. Особые пути в расчете индикаторных диаграмм предложил Щеглов [3].

Цель работы – усовершенствование систем управления кузнечных молотов так, чтобы эти системы могли бы точно дозировать объемы энергоносителя, поступающие в рабочий цилиндр и получить заданную ГСТом энергию удара.

Практическое значение полученных результатов.

Полученные результаты позволяют определить параметры молота и производить анализ процессов протекающих в цилиндре молота; выполнить уточненный расчет молота, задавая его параметры.

В соответствии с целью в работе поставлены и решены следующие задачи:

1) Исследовать процесс наполнения рабочей полости цилиндра молота энергоносителем для случая открытия и закрытия впускного и выпускного каналов золотниковой втулки в зависимости от времени и перемещения золотника;

2) Определить закон изменения площади проходного сечения окон золотниковой втулки для различных циклов работы молота;

3) Определить объем входящего и выходящего энергоносителя в верхнюю и нижнюю полости цилиндра и объем выходящего энергоносителя из нижней и верхней полостей цилиндра;

4) Рассчитать изменение давления в соответствующих полостях цилиндра;

5) Проанализировать изменение давления в полостях цилиндра молота при изменяющемся сечении окон золотниковой втулки;

6) Определить энергетические параметры ПВШМ;

Объект исследования – паровоздушный штамповочный молот.

Предмет исследования – газодинамические процессы в распределительном механизме штамповочного молота.

Методы исследования. - разработка программы расчета ПВШМ и построение предположительных индикаторных диаграмм. Разработка математической модели внутренних процессов в зависимости от энергоносителя в штамповочном молоте.

Учитывая все выше сказанное можно сделать вывод, что данные работы являются важными и актуальными.

Список літератури:

1. *Зимин А. И.* Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства. Молоты Ч. 1 –М. Машгиз, 1953.-460 с.

2. *Щёголев В. Ф.* Совершенствование кузнечного оборудования ударного действия.-М.: Машиностроение, 1968.-224 с.

3. *Климов И. В.* Основы теории и теплового расчёта паровоздушных молотов.-М.: Машиностроение, 1970.-158 с.

УДК 621.74.045

М.А. СТУПАРЬ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

О.И. ПОНОМАРЕНКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харків,
Україна

Влияние технологических параметров на качество отливок, получаемых литьем по газифицируемым моделям.

В современном машиностроении одной с наиболее точных технологий получения отливок является технология литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс). Основные преимущества ЛГМ, по сравнению с современными методами литья в песчаные, металлические и керамические формы, в следующем: уменьшается расход формовочных, стержневых материалов (на 80 ...85 %), трудоемкость (в 1,5...2 раза), капитальные затраты (в 2...4 раза), производственные площади (на 50...100 %), масса отливок (на 15...20 %), а шероховатость – до 12,5...40 мкм, увеличивается их размерная точность на 3 - 4 класса, а также коэффициент использования металла – до 0,85...0,95; выход годного увеличивается (на 15...20 %), что в целом снижает себестоимость отливок не менее чем на 20 %.

Процесс изготовления отливки по газифицируемым моделям включает: разработка чертежа детали и отливки, расчет литниково-питающей системы, изготовление пенополистироловой модели и питающей системы, окраска, сушка противопожарной краски, изготовление и заливка формы, охлаждение отливки в форме, выбивка формы, очистка, обрубка, контроль отливки. Одним из главных этапов является проектирование самой отливки.

Целью исследования является конструкторско-технологическое моделирование получения отливки «Замок», изготавливаемой литьем по газифицируемым моделям на ООО «АрмаПром». В работе устанавливают закономерности влияния технологических параметров на качество отливок. Заливка формы в вакуумируемые формы из сухого кварцевого песка без связующего обладает бесспорными экологическими преимуществами.

Отливка «Замок», изготавливается из стали 25Л ГОСТ 977-88 и является частью механизма сцепления автосцепки тепловоза. К ней предъявляются повышенные требования по прочности, износостойкости, твердости и ударным нагрузкам.

Процесс исследования включают: создание 3D модели, компьютерное моделирование процесса заливки формы, установление мест дислокации дефектов усадочного характера, оптимальный расчет прибыли. Для исследований используются программные продукты CAD/CAE, которые технологом и конструкторам дают новый инструмент для проектирования по получению качественных отливок. Программы CAD/CAE открывают новые возможности в проектировании технологии приготовления отливки и в конструировании оснастки. В процессе исследования используются пакеты программ SolidWorks, для создания 3D модели детали, отливки и оснастки, и LVMFlow, для моделирования процесса заливки металла и выявления дефектов, расчета прибылей.

УДК 621.777.4

А.И. ЦЕЛУЙКО, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина.

В.И. КУЗЬМЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Исследование процесса выдавливания стальных конических деталей

Прямое холодное выдавливание является самым эффективным способом получения стержневых деталей с коническими элементами, так как позволяет получать точные заготовки с минимальными припусками на механическую обработку. Однако оно сопровождается возникновением ряда проблем, решение которых зависит от определённых требований к технологическому процессу, матрице и смазке. Поэтому исследование и оптимизация процесса холодного выдавливания стержневых деталей с коническими элементами представляет теоретический и практический интерес и является актуальной задачей.

Целью работы является исследование процесса прямого холодного выдавливания стержневых деталей с коническими элементами для определения величины и характера распределения возникающих нагрузок с учётом основных параметров процесса. Выбор технологии обеспечивающей снижение нагрузок, оптимизацию их и конструкции матрицы для повышения ее стойкости.

В работе использовались такие методы исследования: энергетический метод, численный метод, экспериментальное исследование. Была создана математическая модель для исследования процесса холодного выдавливания стержневых деталей с коническими элементами различной длины и конусности, позволяющая выполнить анализ силового режима и напряжённо-деформированного состояния выдавливаемой заготовки с учётом особенностей процесса. Исследовали математическую модель и установили зависимости усилия деформирования, нагрузок на матрицу и накопленной деформации от основных параметров процесса. Провели анализ процесса с использованием МКЕ. В результате осуществления расчета на ПК были получены графики зависимости усилия от перемещения пуансона, график зависимости усилия от коэффициента трения и график зависимости усилия от угла 2β . Выполнили необходимые экспериментальные исследования. На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований установили оптимальные параметры и ограничения процесса по силовому режиму, предельному формоизменению и нагрузкам на инструмент.

УДК 621.763:539.4.015

А.Р. ШЕВЧЕНКО, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

С.И. ЛЯБУК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Релаксация напряжений в наночастицах композитах на основе меди и никеля

Практическое применение крайне неравновесных материалов – нанокompозитов, полученных на основе PVD – технологии и обладающих уникальными физико-механическими свойствами связано, в частности, с решением проблемы их размерной нестабильности. Действительно, реализация высокопрочного состояния часто сопровождается снижением релаксационной стойкости. Отсюда цель работы – анализ практически неизученной релаксационной стойкости дисперсноупрочненных нанокompозитов Ni-SiO, Ni-Al₂O₃ разного состава.

Объекты в виде фольг толщиной 30 ± 10 мкм получали одновременным электроннолучевым испарением в вакууме Ni и оксидов SiO и Al₂O₃. Активное растяжение с последующей релаксацией напряжений проводили на установке TIRAtest – 2300 высокой жесткости. Релаксация напряжений оценивалась величиной $\Delta\sigma/\sigma_0$, где $\Delta\sigma$ – глубина релаксации напряжений после прекращения активного растяжения, σ_0 – начальное напряжение, близкое к пределу текучести $\sigma_{0,1}$. Величина $\Delta\sigma/\sigma_0$, как известно, обратна релаксационной стойкости. Структуру исследовали методами ПЭМ и рентгендифрактометрии.

В качестве сравнения также изучались субмикрочастицы медные и никель, полученные электроосаждением. Следует отметить, что во всем интервале концентраций данные материалы имеют более низкие значения прочности и релаксационной стойкости.

Основные результаты:

1. Композиты имеют субмикрочастицы медные и никель с зернами 0,3-0,5 мкм, разделенными высокоугловыми границами. Оксиды в виде нанодисперсных частиц (5 – 10 нм) достаточно равномерно распределены в металлической основе.

2. Для композитов характерен рост прочности с увеличением содержания оксидов до 1,5-2 % об. Величина предела текучести достигает значений около 1 ГПа, что соответствует уровню максимальной прочности массивного нанокристаллического никеля.

3. Обнаружено немонотонное изменение параметра $\Delta\sigma/\sigma_0$ с ростом содержания оксидов – максимальные значения соответствуют содержанию оксидов около 1 % об.

Полученные данные позволяют определить оптимальный состав нанокompозитов, сочетающих высокие прочность и релаксационную стойкость.

УДК 621.785.54:543.442.3

О.В. ШИШУК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

М.А. ПОГРІБНИЙ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків,
Україна

Рентгеноструктурні та електронно-мікроскопічні дослідження впливу швидкості нагріву на структуру та властивості сталей

Для сучасного машинобудування однією з найважливіших задач є введення прогресивних методів обробки деталей для підвищення їх поверхневої міцності, що дає меншу вірогідність зносу поверхні під час експлуатації.

Одним із прогресивних методів обробки кромek лопаток парових турбін з метою підвищення їх ерозійної стійкості є поверхневе гартування з використанням швидкісного нагріву струмами високої частоти (СВЧ). Через великі габарити робочих лопаток проведення подальшого пічного відпуску для зняття залишкових напружень є трудомісткою та економічно не вигідною операцією. Однією з методик, що дозволяє вирішити цю проблему, є використання як заключної операції локального швидкісного відпуску кромek з нагріванням СВЧ. Всупереч тому, що при нагріві в печі обов'язковими є тривалі витримки в області температур відпуску, при високочастотному нагріві виявляється можливим отримання високих механічних властивостей після відпуску, тривалість якого досить мала.

Метою дослідження було вивчення впливу швидкості нагріву під час відпуску сталі 15Х11МФ за допомогою рентгеноструктурного та електронно-мікроскопічного аналізу.

Рентгеноструктурні дослідження показали, що застосування високої швидкості нагріву ($V_{\text{нагр}} > 100 \text{ }^\circ\text{C}/\text{c}$) в процесі відпуску приводить до отримання такого структурного стану в сталі, що в порівнянні зі звичайним пічним відпуском характеризується більш високими значеннями мікродформації кристалічної ґратки, густини дислокацій і вищим ступенем дисперсності когерентних областей (блоків).

Електронно-мікроскопічне дослідження алюмінієвих реплік показало високодисперсний стан структурних складових під час відпуску СВЧ, що призводить до отримання високих значень механічних властивостей. Це також підтверджується даними растрової електронної мікроскопії зламів масивних зразків, яка дозволила охарактеризувати характер руйнування зразків після випробування на ударний згин.

Список літератури:

1. Физические основы электротермического упрочнения стали / В. Н. Гриднев и др. – К.: Наукова думка, 1973. – 336 с.
2. Белоус М. В. Превращение при отпуске стали / М. В. Белоус, В. Т. Черепин, М. А. Васильев. – М.: Металлургия, 1973. – 232 с.

СЕКЦІЯ 7. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ

УДК 665.9

В.В. БАТРАК, НТУ «ХП», Харків, Україна

М.П. КАРПЕНКО, ст. викл., НТУ «ХП», Харків, Україна

Обладнання для заводу з утилізації автомобільних шин

На даний момент є екологічно чистий спосіб з переробки зношених шин із застосуванням низькотемпературного охолодження. Утилізація автомобільних та інших видів шин - гостра екологічна проблема в більшості країн. Ці вироби не піддаються природному розкладанню, виділяють отруйні сірчисті з'єднання, складування їх створює ряд додаткових труднощів. Переробка покришок використовує різні технологічні процеси - спалювання, термічний і каталітичний крекінг і піроліз, регенерацію і розкладання гуми під впливом кисню, водню та інших реагентів, деполяризацію, подрібнення та ін. Особливістю цих технологічних процесів переробки є те, що вони відбуваються при високій температурі, вимагають значних енерговитрат та створюють несприятливий екологічний фон. Кріогенна технологія подрібнення покришок ґрунтується на одночасному використанні фізичних явищ, що сприяють більш ефективному протіканню процесу - ослаблення зв'язків між металевим кордом і гумою за рахунок відмінності їх коефіцієнтів термічного розширення, що призводить до розтріскування і часткового відділенню гуми від металу.

До достоїнств кріогенної технології переробки відходів відносяться: висока ступінь поділу відходів на компоненти; зниження енерговитрат на дроблення; можливість одержання високоякісних матеріалів; поліпшення умов пожежобезпеки та умов праці тощо. Для отримання температур в діапазоні від -60 до -110 °С використовується рідкий азот. Застосування рідкого азоту призводить до значних енергетичних витрат при його виробництві і підвищує вартість переробки шин, вимагає організації надійного постачання або наявності установки з його виробництва. Ці недоліки обмежили застосування кріогенної технології переробки, незважаючи на високу технологічну ефективність. Різні фірми вже мають досвід створення установок з переробки зношених шин з повітряними турбоохолодильних машинами російського виробництва. Вони є найефективнішими в діапазоні від -60°С до -110 С і дозволяють знизити собівартість одержання холоду в 3-4 рази, а питомі енерговитрати - в 2-3 рази в порівнянні з застосуванням рідкого азоту. Для проведення процесу низькотемпературного дроблення потрібно перевести продукт в крижке стан, який настає в залежності від сорту гуми при різних значеннях в зазначеному діапазоні температур. Екологічно чиста технологічна лінія переробки зношених шин із застосуванням низькотемпературного охолодження забезпечує отримання високоякісної гумової крихти. Результати випробувань показали, що дроблення при низьких температурах значно

зменшує енерговитрати, покращує відділення металу та текстилю від гуми, підвищує вихід гумової крихти.

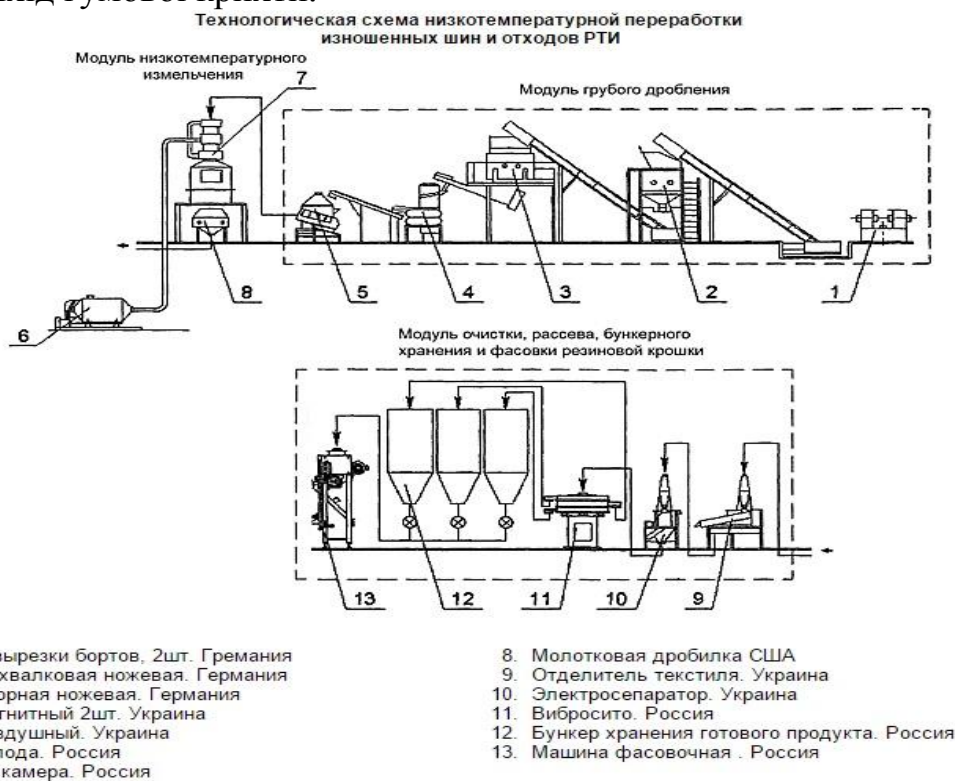


Рис. 1 – Технологічна схема низькотемпературної переробки шин

В установці використовується екологічно чистий генератор холоду, який не потребує шкідливих холодоагентів аміаку і фреону. Устаткування лінії відрізняється компактністю і дозволяє отримати крихту з наступними розмірами: 1) 0,5–0,65 мм – 50 %; 2) 0,65–0,8 мм - 15 %; 3) 0,8–1,2 мм – 15 %; 4) 1,5–2,5 мм – 10 %; 5) 2,5–3,5 мм – 10 %. Для отримання гумового порошку більш дрібних фракцій встановлюється додаткове обладнання (диспергатор або дисковий млин). Зношені шини надходять у вузол грубого дроблення, де спочатку на верстаті віддаляється бортове кільце. Потім шина потрапляє в подрібнювач (шредер), де розрізається на великі шматки і направляється в роторну дробарку, де відбувається подрібнення шини з подальшим видаленням металокорду на магнітному сепараторі, і пилу та текстилю на аеросепараторе. Далі шини надходять в низькотемпературний модуль, що складається з холодильної камери, генератора холоду, молотковій дробарки. Після дроблення отримана гумова крихта надходить у блок тонкого очищення, а потім в бункерну систему накопичення і затарювання.

Пропонована технологічна лінія дозволяє переробляти шини як з текстильним, так і з металевим кордом. Вихід матеріалу наступний: - гумова крошка – 65 %; – корд текстильний – 17 %; – метал – 17 %; – відходи – 1 %. В роботі було показано технологічну лінію утилізації шин, показані техніко-економічні показники установки, згадані різні технологічні процеси переробки та утилізації шин.

УДК 665.9

В.В. ВОЛОЩУК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

З.И. КОЛУПАЕВА, с.н.с., канд. физ.-мат. наук, НТУ «ХПИ», Харків,
Україна

С.В. СУРОВИЦКИЙ, инж. II категории, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Эволюция напряжённого состояния и структуры поверхности трения подшипника

Подшипниковую сталь применяют главным образом для изготовления шариков, роликов и колец подшипников. В процессе работы эти элементы находятся под воздействием высоких знакопеременных нагрузок. Таким образом, исследование изменений структуры и остаточных макронапряжений на поверхности трения деталей подшипников является, безусловно, актуальной задачей для прогнозирования его работы.

Целью данной работы является исследование фазового состава, остаточных макронапряжений и особенностей тонкой структуры на дорожке трения обоймы упорного роликового подшипника в исходном состоянии и после испытаний на машине трения.

Исследования обоймы упорного роликового подшипника, изготовленного из стали ШХ15, проводились как в исходном состоянии заводской поставки, так и после каждых 10 часов обработки вплоть до 100 часов. Во время испытания нагрузка (3000 Н) и частота вращения (1000 мин⁻¹) были постоянными. Температура неподвижной обоймы подшипника, измеряемая контактной термопарой и по инфракрасному излучению во время эксперимента, не превышала 70 °С. При работе подшипника на рабочей поверхности образовывался след в виде дорожки трения, на которой и проводились исследования.

Изучение структуры и напряжённого состояния проводилось методами рентгеновского структурного анализа. Съёмки проводились на дифрактометре общего назначения ДРОН – 2.0 в излучении медного анода, для подавления флуоресцентного излучения применялся монохроматор дифрагированного пучка из пиролитического графита. Оценка уровня остаточных макронапряжений проводилась методом наклонных съёмов ($\sin^2\psi$ -метод) [1].

При проведении рентгеновского фазового анализа образца в исходном состоянии и после обработки, была выявлена только система дифракционных линий альфа-фазы Fe. Следовательно, никаких заметных фазовых превращений в зоне трения обоймы подшипника не произошло.

Известно [2], что при аксиально симметричной обработке (трении, резании в тангенциальном направлении) величина внутренних остаточных упругих напряжений в радиальном и тангенциальном направлении может быть различной. Поэтому на исходной поверхности кольца и дорожке трения после каждой обработки проводилась оценка уровня упругих макронапряжений,

действующих в радиальном и тангенциальном направлении. Для этого проводились съемки одного и того же участка дорожки трения дважды: в радиальном направлении рентгеновского пучка и, повернув образец на 90° , тангенциальном направлении.

Установлено, что поверхностный слой обоймы упорного роликового подшипника в исходном состоянии находится под действием симметричных сжимающих остаточных макронапряжений. В процессе трения под действием анизотропии силового фактора симметричное плосконапряженное состояние переходит в несимметричное состояние. Величина тангенциальных напряжений уменьшается, а в радиальном направлении увеличивается, достигая предела прочности исследуемой подшипниковой стали (рис. 1).

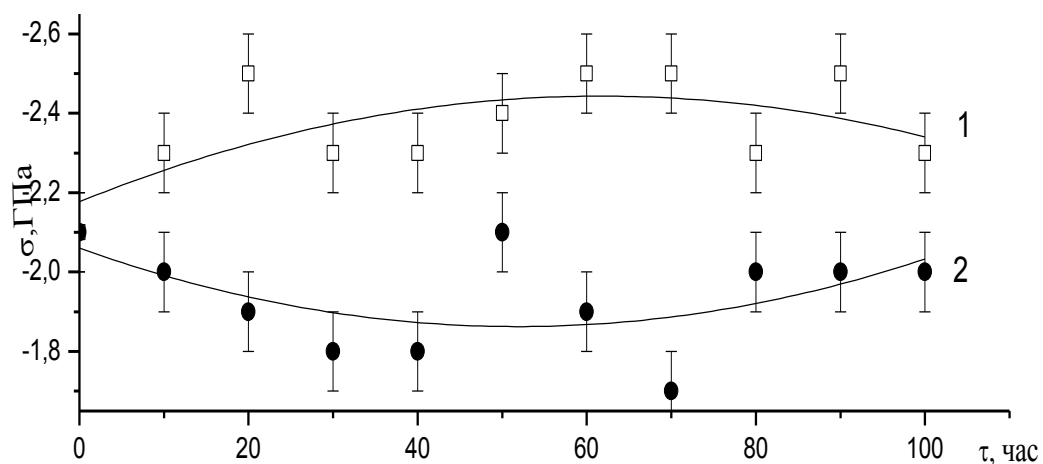


Рис.1 – Изменение остаточных макронапряжений в радиальном (1) и тангенциальном (2) направлениях

Изменение уровня остаточных макронапряжений обусловлено пластической деформацией в поверхностном слое, однако изменения дисперсности и уровня микродеформаций не обнаружено. Это означает, что реализуется ситуация, при которой зарождение, движение и исчезновение дислокаций происходит при неизменной плотности хаотически расположенных дислокаций.

Полученные результаты позволяют понять механизм формирования напряженного состояния и пластической деформации в поверхностном слое обоймы упорного роликового подшипника.

Список литературы:

1. *Noyn, I.N., Cohen, J.B. Residual Stress Measurement by Diffraction and Interpretation / I.N. Noyn, J.B. Cohen // Springer-Verlag, New York. – 1987. – 274 с.*
2. *Фукс, М.Я., Беззубенко, Н.К., Свердлова, Б.М. Состояние поверхностного слоя материалов после алмазной и эльборової обработки / М.Я. Фукс, Н.К. Беззубенко, Б.М. Свердлова // Киев: Вища школа. – 1978. – 157 с.*

УДК 543.427.4

Д.А. ГАРБУЗ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

М.В. РЕШЕТНЯК, канд. физ.-мат. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Особенности использования рентгеновского флуоресцентного анализа для определения толщины однокомпонентных пленок

При проведении рентгенофлуоресцентного анализа, толщина слоя вещества, в котором проводятся измерения, довольно мала. Эта толщина зависит от двух факторов: насколько глубоко в анализируемое вещество проникает возбуждающее излучение и насколько сильно ослабляется излучение измеряемой характеристической линии на пути к поверхности вещества. Толщина слоя анализируемого вещества, при увеличении которого не наблюдается заметного вклада в суммарную интенсивность измеряемой характеристической линии, называется толщиной насыщенного слоя.

$$d \leq \frac{2.3}{\rho(\mu_{\alpha}/\sin \varphi + \mu_i/\sin \psi)}, \quad (1)$$

где: ρ - плотность материала пленки;

μ_{λ} - массовый коэффициент поглощения первичного излучения;

μ_i - массовый коэффициент поглощения аналитической линии;

φ - угол падения первичного излучения;

ψ - угол выхода излучения.

При монохроматическом возбуждении флуоресцентного излучения одноэлементных тонких пленок d_T и m можно определять по уравнению:

$$I_{\text{отн}}^A = \left(\frac{\mu_{m1}}{\sin \varphi} + \frac{\mu_{mi}}{\sin \psi} \right) * m, \quad (2)$$

где $I_{\text{отн}}^A$ - относительная интенсивность излучения аналитической линии тонкой однокомпонентной пленки по отношению к толстому однокомпонентному образцу; m – поверхностная плотность пленки;

φ и ψ – углы падения первичного и отбора вторичного излучений;

μ_{m1} и μ_{mi} – массовые коэффициенты ослабления первичного и флуоресцентного излучения образцом.

По данным, полученных из расчетов по формуле (2), были построены графики зависимости относительной интенсивности характеристических линий элементов от толщины слоя.

В данной работе изучались особенности использования метода РФА для определения толщины однокомпонентных пленок.

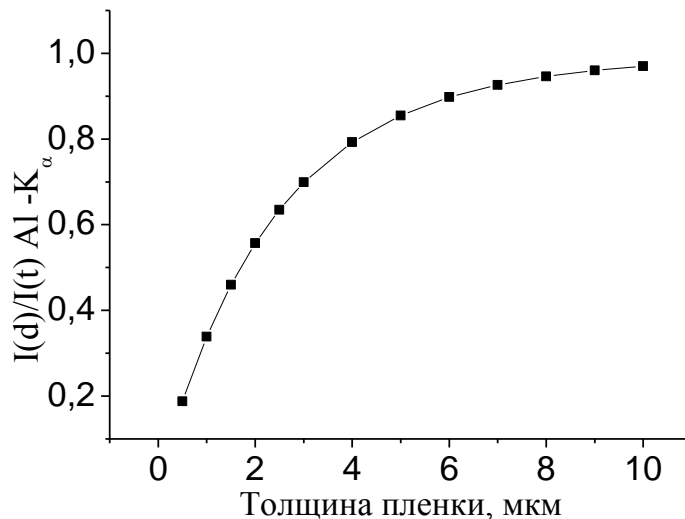


Рис. 1 – Графік залежності відносної інтенсивності вихода флуоресценції K_{α} – ліній Al від товщини слоя

1. Показано, що метод РФА дозволяє достатньо точно визначити товщину пленки за експериментальною інтенсивністю, в разі, якщо її товщина менше глибини інформативного слоя.

2. Представлені результати урахування впливу товщини пленки на інтенсивність ліній підложки. Це дозволяє визначати товщину підложки в разі більшої товщини пленки, ніж глибина інформативного слоя для даного хімічного елемента покриття.

Список літератури:

1. Дудик, С.Л. Оцінка глибини вихода флуоресцентного випромінювання з проб досліджуваних матеріалів і визначення товщин пленок і покриттів на рентгеновському спектрометрі «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV» / С.Л. Дудик, Б.Д. Калинин, Р.И. Плотников, С.К. Савельев // Аналітика і контроль. – 2006. - т.10. - № 3-4. – С. 282-289.

2. Наумцев, Ф.Е., Ефект підвозбудження при рентгенофлуоресцентному аналізі іонно-імплантованих слоев / Ф.Е. Наумцев, В.Ф. Волков, Н.Ф. Лосев // Завод. Лабораторія. – 1998. – т.54. - № 4. – С. 30-33.

3. Трушин, О.С. Визначення середньої густоти пленок за даними рентгеновської флуоресцентної спектроскопії / О.С. Трушин // Завод. Лабораторія. – 2006. – т.66. - № 10. – С. 39-40.

4. Блохин, М.А., Визначення товщин покриттів з допомогою рентгеновського спектрометра КРФС-2 / М.А. Блохин, В.Ф. Волков // Завод. лабораторія. – 1961. – т.27. - № 9. - С. 1110-1111.

5. Рудневський, Н.К. Рентгено-спектральне визначення товщини мідно-нікелевих пленок на ситалловій підложці з використанням однокомпонентних еталонів / Н.К. Рудневський, Н.И. Машин // Завод. лабораторія. – 1984. – т.53. - № 9. – С. 22-24.

УДК 62-69

И.О. ГУНЯГА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

В.М. ВОРОБЬЕВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Повышение эффективности ФЭП при различных схемных решениях

Современная энергетика уделяет большое внимание разработке и внедрению установок, использующих нетрадиционные источники энергии. К ним относятся установки по преобразованию лучистой энергии Солнца в электроэнергию и тепло. Наиболее эффективными и надежными являются гелиоколлекторы. Это установки, в которых солнечная энергия преобразуется в тепловую энергию теплоносителя. Превращение солнечной энергии в электрическую энергию осуществляется в фотоэлектропреобразователях (ФЭП). Наибольшее распространение получили кремниевые ФЭП (КПД до 15%). Особенностью этих ФЭП является снижение КПД при нагреве, приводящее к падению напряжения, генерируемого элементом. При нагреве элемента на один градус свыше 25°C он теряет в напряжении 0,002 В. С учетом того, что на каждом элементе в «холодном» состоянии генерируется 0,5 вольта, в яркий солнечный день элементы нагреваются до 60-70°C и при этом теряют 0,07-0,09 В.

Это обусловило необходимость охлаждения ФЭП. Такое охлаждение обеспечивается при установке элементов на специальную панель, внутри которой циркулирует теплоноситель. Температура теплоносителя после элементов ФЭП оказывается недостаточной для коммунальных целей и требуется дополнительный его подогрев. Это реализуется в различных схемных решениях компоновки охлаждаемых панелей с элементами ФЭП и гелиоколлекторов.

Схемные решения предусматривают различные режимы эксплуатации с учетом суточных, погодных, сезонных особенностей воздействия солнечной энергии на компоненты когенерационной системы, которая одновременно вырабатывает электрическую и тепловую энергию.

Список литературы:

1. *Бекман, У.А., Даффи, Дж. А.* Расчет систем солнечного теплоснабжения / У.А. Бекман, Дж. А. Даффи и// М.: Энергоиздат. – 1982. - 80 с.
2. *Кувшинов, В.В.* Некоторые результаты исследования комбинированной установки для фототермопреобразования солнечной энергии / В.В. Кувшинов, В.А. Сафонов // Зб. наук. пр. СНУЯЕтаП. - Севастополь: СНУЯЭиП. – 2009. - Вып. 3 (31). - С. 158 - 163.

УДК 665.9

А.І. ДОБРОЖАН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.С. ХРИПУНОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Кристалічна структура та оптичні властивості тонких плівок CdTe і CdS, отриманих методом магнетронного розпилення на постійному струмі

Тонкоплівкові сонячні елементи на основі *CdTe/CdS* перспективні для широкомасштабного промислового виробництва, а одним з економічних та високотехнологічних методів отримання тонких плівок є магнетронне розпилення. Традиційно плівки *CdTe* та *CdS* отримують методом високочастотного магнетронного розпилення, але цей метод кошковий та неперспективний для широкомасштабного промислового використання. Застосування методу високочастотного магнетронного розпилення зумовлене низькою провідністю мішені, що призводить до накопичення заряду та виникненню електричного поля поблизу поверхні розряду. Крім того при магнетронному розпиленні необхідно забезпечувати високий рівень термоелектронної емісії для ефективної іонізації робочого газу.

Враховуючи вищевикладене, метою роботи було знайти технологічне рішення отримання плівок *CdTe* та *CdS* методом магнетронного розпилення на постійному струмі та дослідити вплив параметрів магнетронного розпилення на кристалічну структуру та оптичні властивості даних матеріалів.

Аналіз спектрів пропускання отриманих зразків *CdTe* показує, що зміна режимів осадження не призводить до суттєвих змін значення ширини забороненої зони для всіх зразків: E_g лежить у межах 1,48-1,5 еВ.

На дифрактограмах зразків *CdTe* спостерігається вісім піків, що відноситься до кубічної або гексагональної фази *CdTe*. Спостерігається відбиття (220), (311), (400) кубічної модифікації *CdTe* та відбиття (004) і (105) гексагональної фази. Відбиття на кутах 2θ $27,62^\circ$, $84,96^\circ$ та $91,52^\circ$ можуть належати як до кубічної, так і до гексагональної модифікацій *CdTe*. Відносна інтенсивність піків указує на переважну орієнтацію зерен плівки в напрямку найщільнішого упакування обох модифікацій *CdTe* за нормаллю до поверхні зразка. Кількісний аналіз вмісту обох модифікацій в умовах текстурованості плівки не дає об'єктивних даних тому зробити висновок про співвідношення вмісту кубічної та гексагональної модифікації в даному випадку неможливо.

Аналіз спектрів пропускання отриманих зразків *CdS* мають наближене до теоретичного ($E_g = 2,42$ еВ) значення ширини забороненої зони 2,38-2,41 еВ з декотрими відхиленнями, що свідчить про рівень дефектності тонкої плівки та низький рівень присутності домішок.

Отже, можна з впевненістю резюмувати, що вперше за рахунок реалізації ефекту термоелектронної емісії методом магнетронного розпилення на постійному струмі були отримані плівки *CdTe* та *CdS* приладової якості.

УДК 697

И.К. ДЬЯЧЕНКО, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Н.З. РУДЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Разработка термодинамического утилизатора энергии вентиляционной установки

К современным системам вентиляции предъявляются такие требования, как надежность, низкий уровень шума, точность поддержания требуемых параметров воздуха, энергоэффективность. Именно на энергоэффективность в последнее время обращается наибольшее внимание со стороны проектировщиков инженерных систем, а производители систем вентиляции стараются изготавливать установки с узлами, имеющими наибольший КПД и использовать различного вида рекуператоры и утилизаторы тепловой энергии отработанного воздуха.

Вентиляционные установки (центральные кондиционеры, приточные установки) компонуются из отдельных конструктивных и функциональных блоков. Функциональные блоки служат для реализации процессов обработки, смешения потоков, изменения расхода, перемещения воздуха. Для доведения состояния наружного воздуха до состояния приточного воздуха в зависимости от периода года, его необходимо очистить от пыли, нагреть или охладить, увлажнить или осушить, при необходимости смешать в определенном соотношении с рециркуляционным воздухом, распределить по двум или нескольким потокам, обеспечить перемещение по сети воздуховодов.

Цель работы - проанализировать возможность использования теплонасосной техники для утилизации тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования, разработать конструкцию вентиляционной установки с рекуператором и тепловым насосом, позволяющую отказаться от традиционного использования котельной в качестве источника тепла для нагрева приточного воздуха.

В ходе работы выбрана конструкция вентиляционной установки. Выбрана приточно-вытяжная двухэтажная схема вентиляционной установки с термодинамическим рекуператором. Данная разновидность рекуператоров позволяет организовать одновременную подачу свежего приточного воздуха и удаление отработанного вытяжного воздуха с рекуперацией его тепла, обеспечивают высокий КПД при полном разделении потоков приточного и вытяжного воздуха.

Разработанная конструктивная схема приточно-вытяжной вентиляционной установки с реверсивным тепловым насосом позволяет установке зимой работать в режиме подогрева воздуха, а летом - в режиме кондиционирования, следовательно исчезает необходимость в применении внешних источников холода - компрессорно-конденсаторных блоков или чиллеров.

В работе проводится сравнение разработанной вентиляционной установки

аналогичной, обладающей пластинчатым рекуператором. Расчеты тепловлажностных балансов проводились с помощью i-d диаграммы состояния влажного воздуха.

Проведенные расчеты тепловлажностных балансов для холодного и теплого периода позволили определить необходимые параметры и расходы приточного и вытяжного воздуха.

Под рассчитанные расходы и параметры приточного и вытяжного воздуха рассчитаны и подобраны функциональные блоки приточно-вытяжной вентиляционной установки.

Рассмотрены основные вопросы, касающиеся системы автоматического управления работой установки, даны рекомендации к проведению процессов переключения режимов работы вентиляционной установки, описаны режимы работы вентиляционной установки в теплый и холодный периоды года, проанализирована возможность обмерзания рекуператора и воздухоохлаждающего теплообменника, разработано конструктивное решение, позволяющее провести процесс размораживания теплообменников при одновременном обеспечении вентиляции помещения и сохранении температуры приточного воздуха.

Применение теплового насоса не только удешевляет систему, но и снижает эксплуатационные затраты на потребляемую энергию и улучшает экологическую обстановку.

Средняя стоимость единицы выработанной тепловой энергии даже в самых тяжелых условиях работы установки ниже в системе с тепловым насосом, что доказывает экономическую эффективность от внедрения энергосберегающих технологий в современные системы вентиляции и кондиционирования.

Учитывая недавние события в газовой отрасли и тенденции к подорожанию газа как энергоносителя, теплонасосная техника на рынке Украины выглядит очень перспективно.

Список литературы:

1. Белова, Е. М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е. М. Белова // М.: Евроклимат – 2006 - С. 263-265.
2. Краснов, Ю. С., Борисоглебская, А. П., Антипов, А. В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. / Ю. С. Краснов, А. П. Борисоглебская, А. В. Антипов // М.: Термокул – 2004 - С. 24-31.
3. Ананьев, В.А., Седых, И. В. Холодильное оборудование для современных центральных кондиционеров. Расчеты и методы подбора. / В.А. Ананьев, И. В. Седых // М.: Евроклимат – 2001 - С. 96.

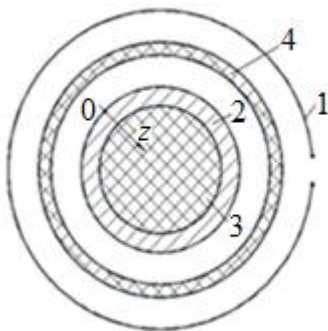
УДК 621.3

І.Б. ІНШИН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.М. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Магнітно-імпульсне розширення циліндричної металевої оболонки за допомогою зовнішнього індуктора

Для магнітно-імпульсного розширення циліндричної металевої оболонки (заготовки) малого діаметру використовують зовнішній індуктор [1,2]. Принцип дії пристрою, що розглядається, полягає у наступному (рис. 1).



1 – індуктор; 2 – оболонка;
3 – діелектричний циліндр;
4 – діелектрична оболонка

Рис. 1 – Система для розширення циліндричної металевої оболонки:

Попередньо заряджений ємнісний накопичувач енергії розряджається на зовнішній індуктор 1. Розрядний струм в індукторі 1 породжує імпульсне магнітне поле, котре індукує вихрові струми в металевій оболонці 2. Взаємодія цих вихрових струмів з зовнішнім магнітним полем призводить до виникнення змінних за напрямом у часі електродинамічних зусиль, що діють на оболонку 2. Стисненню оболонки 2 перешкоджає діелектричний циліндр 3, але оболонка 2 може розширюватися до зіткнення з зовнішньою діелектричною оболонкою 4. Потрібна швидкість цього зіткнення залежить від типу технологічної операції (наприклад з'єднання оболонок 2 та 4, калібровка оболонки 2). Завелика швидкість може привести до руйнування діелектричної оболонки 4. Метою дослідження є

визначення залежностей радіальної деформації оболонки та швидкості її зіткнення від частоти імпульсу зовнішнього магнітного поля за допомогою математичної моделі.

Математичне формулювання задачі проникнення імпульсного магнітного поля всередину оболонки, що рухається під дією електромагнітних сил, має вигляд [3]:

$$\frac{\partial H}{\partial t} - \frac{1}{\mu\gamma} \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0,$$

де H – напруженість магнітного поля, t – час, z – координата.

Початкова умова

$$H(z, 0) = 0.$$

Граничні умови на поверхнях оболонки

$$H(0, t) = H_0 \exp^{-\alpha t} \sin \omega t; \quad \left. \frac{\partial H}{\partial z} \right|_{z=d} + \frac{\mu_0 \gamma}{2r_1} \frac{d}{dt} (r_1^2 H(d, t)) = 0,$$

де H_0 – стала, α – коеф. згасання, ω – кругова частота, μ_0 – магнітна стала.

Рівняння руху оболонки

$$\rho_{\text{мех}} \frac{dV_{r1}}{dt} + \frac{\sigma_s}{r_1} = \frac{p}{d},$$

де $\rho_{\text{мех}}$ – щільність матеріалу оболонки, V_{r1} – швидкість руху внутрішньої поверхні оболонки, σ_s – границя плинності, p – тиск магнітного поля.

Умова початку розширення оболонки

$$p > \sigma_s \frac{d}{r_1}.$$

Тиск імпульсного магнітного поля, що діє на оболонку, дорівнює

$$p(t) = \frac{\mu_0}{2} \left(H^2(d, t) - H^2(0, t) \right).$$

Сформульована задача була розв'язана за допомогою абсолютно стійкої чотирьохточкової різницевої схеми. Результати розрахунку зміни $r_1(t_1)$ та $V_r(t_1)$ за круговою частотою ω при фіксованій амплітуді $H(0, t)$ для провідної

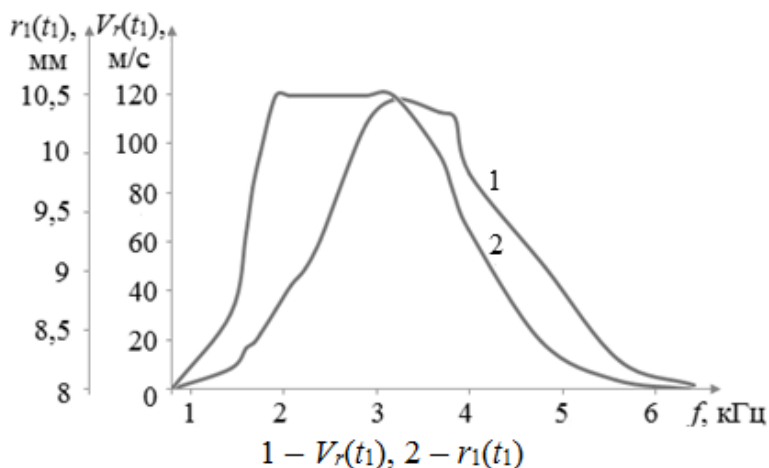


Рис. 2 – Криві залежностей швидкості розширення та внутрішнього радіуса заготовки від частоти f імпульсного зовнішнього магнітного поля при $h_r = 2,5$ мм

оболонки з алюмінієвого сплаву ($\rho_{\text{мех}} = 2700$ кг/м³, $\sigma_s = 103,69 \cdot 10^6$ Н/м², $\gamma = 0,15 \cdot 10^8$ (Ом·м)⁻¹, $r_1(0) = 8$ мм, $d = 0,5$ мм) показано на рис. 2 (t_1 - час руху оболонки до зупинки, h_r - початковий проміжок між оболонками 2 та 4). Встановлено три характерних ділянки залежностей $r_1(t_1)$ та $V_r(t_1)$ від ω . Зі зростанням частоти на першій ділянці спостерігається зростання, а на третій спадання $r_1(t_1)$ та $V_r(t_1)$. Між ними на другій ділянці відбувається зіткнення

оболонок 2 і 4 та знаходиться оптимальне значення частоти, за якою $V_r(t_1)$ є максимальна.

Список літератури:

1. *Furth, H. P.*, Devices for metal-forming by magnetic tension / *H. P. Furth* // United States Patent № 3.196.649, cl. 72-56. – 1965.
2. *Щеглов, Б.А., Есин, А.А.* Раздача тонкостенных трубчатых заготовок силами притяжения импульсного магнитного поля / *Б.А. Щеглов, А.А. Есин* / Кузнечно-штамповочное производство. - 1971. - № 4. - С. 15-18.
3. *Баткилин, Я.М., Михайлов, В.М.* Одномерные задачи импульсного проникновения электромагнитного поля в движущиеся проводники / *Я.М. Баткилин, В.М. Михайлов* // Известия вузов. Электромеханика. – 1980. – №12. – С.1257-1262.

УДК 53.083.92

К.В. ИПОЛИТОВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.Ю. БОНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Цифровой прибор для измерения скорости ветра

В связи с нехваткой энергоресурсов, есть необходимость развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, в частности ветроэнергетики. Развитие данной отрасли подразумевает проектирование, а также создание ветроустановок, и как следствие, необходимость экспериментов с измерением определенных параметров.

Ветер, который переносит в себе механическую энергию, имеет среди своих прочих параметров, наиболее важный – скорость. Для измерения скорости ветра применяют анемометры различной конструкции. В данной работе рассмотрен процесс создания цифрового анемометра.

Принцип действия разработанного анемометра следующий. Ротор Савониуса, который установлен вертикально, вращается со скоростью, которая зависит от скорости набегающего потока воздуха. Следует отметить нелинейность зависимости частоты вращения от скорости ветра. На валу ротора, установлен непрозрачный для светового излучения диск, в котором сделано две щели. Данный диск вращается между оптопарой, сигнал с которой подается на микропроцессорное устройство, которое измеряет время между прохождениями щелей диска, в зазоре оптопары. В качестве микроконтроллера, выбран ATmega8A. Программа, которая была написана на языке Си, и занесена в контроллер, конвертирует временной интервал в значение скорости ветра. Микроконтроллер выводит информацию на семисегментные индикаторы (рис. 1).

Далее в программной среде P-CAD была создана плата. После монтажа, произведено первое внутрисхемное программирование контроллера. Цель первого программирования – получить на семисегментных индикаторах значение временного интервала, между импульсами на оптопаре. Микроконтроллер выводит время в условных единицах (рис. 2).

Следующий этап – калибровка анемометра. Прибор подвергался действию потока воздуха, скорость которого была заранее известна. Построен график зависимости количества условных единиц, от скорости ветра.

В программе Excel применен метод аппроксимации, получена формула зависимости скорости ветра от условных единиц:

$$y = 0.0055x^2 - 0.6178x + 20.579, \quad (1)$$

где y – скорость ветра, x – количество условных единиц.

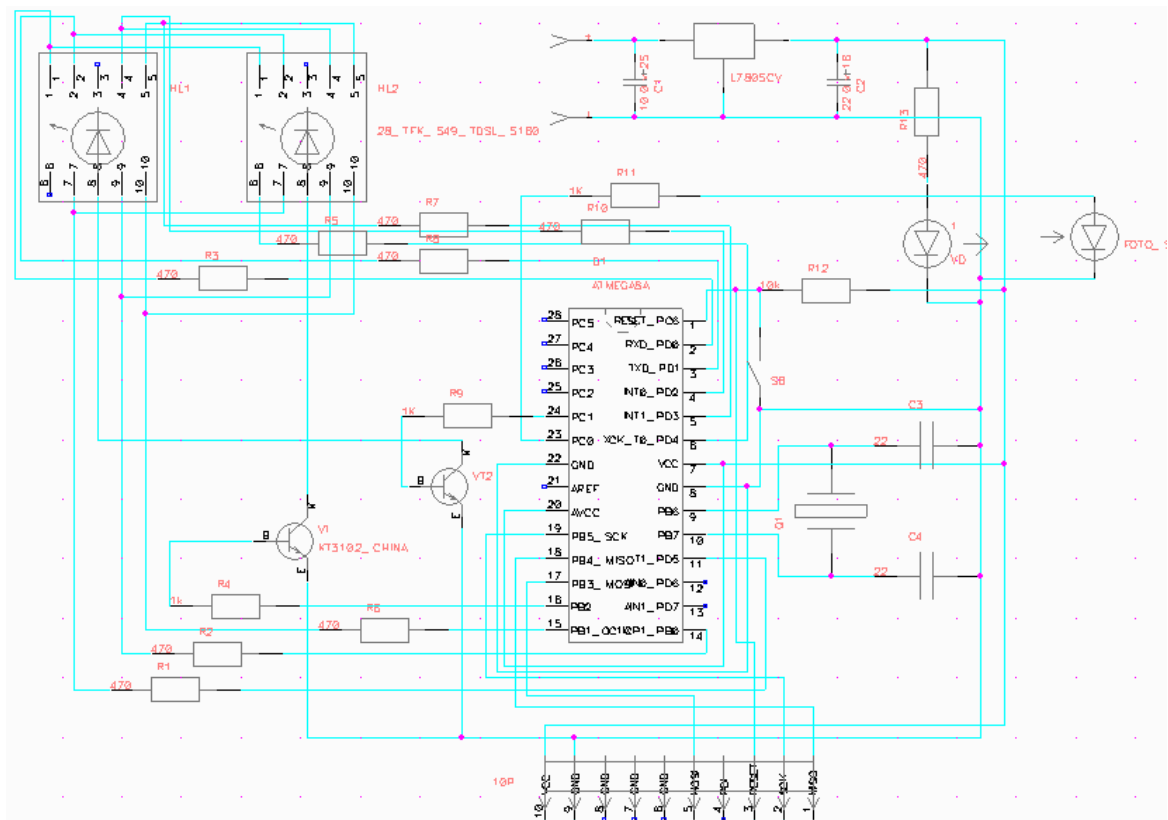


Рис. 1 – Электронная схема анемометра в программной среде P-CAD

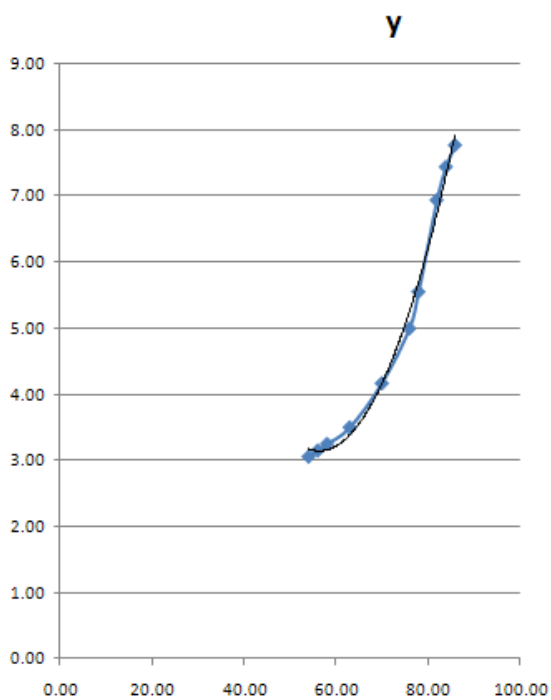


Рис. 2 – График зависимости скорости ветра от условных единиц

Последний этап – второе программирование контроллера, с добавлением в код программы формулы (1).

Вывод: спроектирован и изготовлен цифровой анемометр, который отображает на семисегментных индикаторах скорость ветра в диапазоне 3 – 12 м/сек.

Список литературы:

1. Фатеев, Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки / Е.М. Фатеев // М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. – 1948. – 544 с.
2. Белов, А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / А. В. Белов // Санкт-Петербург: Наука и техника. – 2008. – 544с.

УДК 621.385.833

В.Е. КАЛИНКИН, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

М.В. РЕШЕТНЯК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Использование рентгенофлуоресцентного полнопрофильного анализа для определения следов химических элементов

При использовании полнопрофильного анализа (ПА) спектров рентгеновской флуоресценции появляется возможность достаточно точно определять интенсивности спектральных линий, даже в случае их наложения. Это, в свою очередь, позволяет более точно определить концентрации химических элементов, входящих в состав данного материала. Однако большие трудности вызывает ситуация, когда концентрации анализируемых элементов предельно малы. В этом случае, возникает необходимость определения интенсивности слабых линий на фоне других, в тысячи раз более сильных. Это является слишком сложным для обычного ПА.

Цель работы – модификация алгоритма метода ПА спектров рентгеновской флуоресценции для улучшения определения следов химических элементов.

Тонкопленочные материалы, полученные в ННЦ ХФТИ, использовались нами для отладки и калибровки работы алгоритма ПА для корректной обработки спектральных линий слабой интенсивности. Основная задача – определение исчезающе малых концентраций кальция и йода в биологических объектах со сложным элементным составом.

Модифицированный вариант ПА под нашу задачу состоит из этапов:

1. Автоматическое определение параметров фона в области существования линий J-Ka и Ca-Kb.
2. Автоматическое определение параметров фона в области существования линии Cr-Kb.
3. Оптимизационная процедура определения и подгонки параметров линий J-Ka и Ca-Kb.
4. Оптимизационная процедура определения и подгонки параметров линий Cr-Kb.
5. Оптимизационная процедура финального уточнения параметров всех анализируемых линий в рамках единого комплекса.

Использование упрощенной физической модели (представление влияния «хвостов» сильных линий в виде фона сложной формы, который представляется в виде отрезков прямых в небольших интервалах) позволяет достаточно корректно определять интенсивности слабых линий, которые на 4 порядка меньше интенсивностей накладывающихся на них сильных линий.

Полученная информация (интенсивности спектральных линий) хорошо согласуется с имеющейся априорной информацией по предметной области, однако, алгоритм требует еще определенного усовершенствования и дополнительного тестирования.

УДК 537.622, 539.2

М.П. КОЛОДЯЖНА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

К.Р. ЖЕКОВ, м.н.с., ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, Харків, Україна

Г.А. ЗВЯГИНА, канд. фіз.-мат. наук, ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, Харків, Україна

Магнітні фазові переходи в рідкісноземельному феробораті $Nd_{0,9}Dy_{0,1}Fe_3(BO_3)_4$

Фероборати рідкісноземельних елементів $RFe_3(BO_3)_4$ ($R=Y; La-Nd; Sm-Er$) інтенсивно вивчаються в останні роки із-за виявлення в них взаємозв'язку магнітних, електричних і пружних властивостей (кристали, що досліджуються - мультифероїки), особливості яких зумовлені присутністю d - і f - магнітних іонів [1]. В залежності від типу рідкісноземельного іону ці сполуки можуть бути легковісними (Pr, Tb, Dy) чи легко площинними (Nd, Sm, Er) антиферромагнетиками, або спонтанно переходити з легковісного до легкоплощинного стану (Gd, Ho). Цікавими для вивчення є фероборати бінарного складу типу $R_{1-x}R_2_xFe_3(BO_3)_4$ (де $R_1 = Dy, Tb$, а $R_2 = Nd, Er$) [2], в яких можна очікувати реалізацію спонтанних орієнтаційних переходів від легкоплощинного до легковісного стану.

В даній роботі проведено низькотемпературні дослідження пружних і магнітних характеристик монокристалу $Nd_{0,9}Dy_{0,1}Fe_3(BO_3)_4$. Для дослідження використовувались монокристали $Nd_{0,9}Dy_{0,1}Fe_3(BO_3)_4$, вирощені з розчину – розплаву, по технології детально описаній в [3]. В температурній залежності намагніченості, а також швидкості і затуханні поперечних акустичних мод проявляється перехід магнітної підсистеми в антиферромагнітний впорядкований стан. Показано, що при $T=1,7K$ зовнішнє магнітне поле, прикладене вздовж тригональної осі симетрії $H||C_3$, індукує реалізацію двох спінів – реорієнтаційних фазових переходів, що слідують один за одним.

За результатами проведених досліджень був побудований низькотемпературний фрагмент фазової $H-T$ ($H||C_3$) діаграми, який характеризується наявністю декількох ліній фазових переходів, що свідчить про складну магнітну структуру досліджуваного кристалу.

Список літератури:

1. *Кадомяца, А. М.* Магнитоэлектрические и магнитоупругие свойства редкоземельных ферроборатов / *А. М. Кадомяца, Ю. Ф. Попов, Г. П. Воробьев, А. А. Мухин, В. Ю. Иванов, А.М. Кузьменко, И.А. Гудим, А. Н. Безматерных, В. Л. Теремов* // ФНТ. – 2010. – Т.36. - № 6. – С.640 -653.
2. *Звягина, Г. А.* Низкотемпературные фазовые переходы в редкоземельном ферроборате $Nd_{0,75}Dy_{0,25}Fe_3(BO_3)_4$ / *Г. А. Звягина, К. Р. Жеков, И. В. Билыч, А. А. Звягин, Л. Н. Безматерных, И. А. Гудим* // ФНТ. – 2010. – Т.36. - №3. – С. 352 - 355.
3. *Gudim, I. A.* Crystal growth and magnetic properties of $Nd_{1-x}Dy_xFe_3(BO_3)_4$ / *I. A. Gudim, E.V. Eremin, V. L. Temerov* // J. of Cryst. Growth – 2010. – В. 312. – P.2427.

УДК 665.9

В.Є. КОРСУН, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.С. ХРИПУНОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Отримання тонких плівок CuI методом вакуумного резистивного випаровування

Аналіз літературних даних показує, що напівпровідникові плівки CuI у відповідності до ширини забороненої зони, яка складає 3,05eВ є перспективними для їх використання задля поглинання ультрафіолетової компоненти сонячного опромінення, що визиває деградацію як силіконових оптичних елементів концентраторних фотоелектричних установок, так і сонячних елементів на основі кремнію при звичайній потужності сонячного опромінення. Відомо, що в таких напівпровідникових структурах спостерігається ефект флюорісценції, при якому частина спектру, що поглинається в ультрафіолетовій області перевипромінюється у видимому діапазоні, що має потенційно підвищувати ефективність сонячного елемента за рахунок віддалення області поглинання світла від дефектної поверхні, що зменшує негативний вплив поверхневої рекомбінації на ефективність фотоелектричних процесів (генерацію, дифузію та дрейф генерованих під дією світла нерівноважних носіїв заряду).

В дінній роботі було досліджено еволюцію оптичних властивостей нанорозмірних плівок CuI під впливом атмосферних чинників. Попередньо було отримано плівки CuI вакуумним резистивним методом та двостадійним методом, що полягав в вакуумному напиленні тонкої мідної плівки товщиною 40 нм і подальшою її йодизацією.

Дослідження оптичних властивостей показало ряд певних особливостей обох плівок, залежно від методу їх отримання.

Виходячи із особливостей функції спектрального коефіцієнту пропускання можна зробити висновки про поглинання ближнього УФ-спектра з мінімумом функції при опромінюванні з довжиною хвилі світла $\lambda = 294,5$ нм та відповідним відсотком пропускання, що становить – 4,3 %. Одночасно у видимому діапазоні плівки отримані двофазним методом показують значну ступінь прозорості на рівні (80-90) %. Така особливість наряду із здатністю кристалічного CuI (маршиту) до екситонного ревивпромінювання – фосфоресценції за низьких температур визначає перспективу вивчення нанорозмірних, або наноструктурованих шарів CuI, в яких завдяки розмірному ефекту енергія вільних екситонів має багатократно збільшуватись і приводити до перебігання процесу фосфоресценції за нормальних умов.

Було вивчено вплив даної особливості на фоточутливість кремнієвого фотоелектричного перетворювача шляхом вивчення відносного спектрального коефіцієнту збирання до нанесення тонкоплівкового шару CuI, після нанесення, та після опромінення ближнім малопотужним УФ-вивпромінюванням.

Результати віднімання даних графіків показали позитивний вплив на фоточутливість кремнієвих полікристалічних фотоперетворювачів завдяки ефекту перебрису частини спектру.

При проведенні аналогічного експерименту із плівками, отриманими вакуумним резистивним методом ефект був неявним через менший показник поглинання в діапазоні ближнього УФ, у порівнянні із зразками отриманими двостадійним методом, не зважаючи на більш високу прозорість у видимій частині спектру, що говорить про принциповий вплив способу отримання плівок на її оптичні характеристики.

Проте плівки, отримані вакуумним резистивним методом мають ряд власних особливостей, не притаманних зразкам, отриманих двостадійним методом. А саме еволюція оптичних властивостей таких плівок під впливом атмосфери. Вивчено вплив УФ на оптичні показники таких плівок, що також має ряд особливостей.

В першу чергу необхідно відмітити, що одразу після отримання плівки мають непритаманний сполучі сіро-синій колір із рожевим металевим відблиском, що пояснюється наявністю другої фази в оптиці з мінімумом, що відповідає значенню $\lambda = 610$ нм, знаходиться в точці $T = 42,2\%$ (відповідним красній компоненті видимого світла). Проте після опромінення такої плівки ближнім УФ на протязі 5 хв, мінімум в точці $\lambda = 610$ нм перемістився по осі значень T до відмітки $56,29\%$, після 10 хв – до $60,52\%$, після 20 хв – до $65,42\%$.

Візуально в результаті опромінення плівки на кожному етапі змінювали забарвлення. З кожною дозою опромінення зникала сіра компонента кольору та красний металевий відблиск. Після 20 хв опромінення металевий відблиск зник остаточно, плівки мали високу ступінь прозорості та блакитний відтінок.

На протязі перших двох діб зразки змінили відтінок з блакитного на жовтий, відповідно змінилась оптика, за характером вона тепер стала аналогічною плівкам отриманим двофазним методом, за виключенням більшої прозорості в видимому діапазоні та меншому поглинанні в частині спектру, відповідній ближньому УФ.

Список літератури:

1. Grundmann, M., Schein, F. Cuprous iodide – a p-type transparent semiconductor: history and novel applications/ M. Grundmann, F. Schein// Phys. Status Solidi. - 2013. - No. 9 – P. 1671–1703
2. Ким, А.А., Никоноров, Н.В., Сидоров А.И. Нелинейно-оптический отклик стёкол с нанокристаллами йодидов меди / А.А. Ким, Н.В. Никоноров, А.И. Сидоров, В.А. // Оптический журнал. – 2005. – Т.72 - № 7 - С. 36-41.
3. Zheng, Zh., Liu A., a Wang Sh., Huang B. Growth of highly oriented (110) g-CuI film with sharp exciton band / Zh. Zheng, A. Liu, Sh. Wang, B. Huang// Journal of Materials Chemistry – 2011 – N.18 – P. 852–854,

УДК 621.565.924

Б.В. КОСТЮК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

С.В. ЮШКО, ст. преп., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Проектирование холодильной системы спирального скороморозильного аппарата

«Как заморозить продукт максимально быстро, максимально дешево и с минимальными потерями вкусовых качеств?» – такой вопрос часто задают производители таких продуктов, как рыба, мясо, овощи. Решение есть – использовать скороморозильные аппараты (шокофростеры), так как они удовлетворяют данным запросам потребителя на все 100 %.

Основное назначение скороморозильных аппаратов – быстрое замораживание продукта. Применение скороморозильных аппаратов для шоковой заморозки имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционной технологией заморозки. При использовании шокофростеров значительно уменьшается необходимое для заморозки продуктов время, то есть время нахождения продуктов внутри скороморозильного аппарата, а значит и снизить ряд расходов, прежде всего – расходы на электроэнергию. За счёт скорости замораживания сокращается период активности бактериологической среды. Также происходит уменьшение в несколько раз усушки продукта.

Сейчас существует несколько типов скороморозильных установок. По принципу работы их все можно разделить на две группы: аппараты для контактного и бесконтактного замораживания. К контактными аппаратами относятся плиточные шокофростеры – горизонтальные и вертикальные. К бесконтактным - скороморозильные установки туннельного типа, конвейерные аппараты, флюидизационные аппараты. Эти аппараты получили максимальное распространение на предприятиях.

Горизонтальные и вертикальные плиточные скороморозильные аппараты предназначены для максимально быстрой, шоковой заморозки продукции в блоки: рыба, фарш, мясо кусковое, субпродукты. Плиточные скороморозильные аппараты относятся к морозильному оборудованию периодического действия позволяющие осуществлять контактную шоковую заморозку.

Замораживание продуктов в бесконтактных скороморозильных аппаратах происходит в потоке холодного воздуха. Такие скороморозильные аппараты чаще всего имеют конструкцию конвейера и являются морозильным оборудованием непрерывного действия. Одним из видов бесконтактных скороморозильных аппаратов является спиральный скороморозильный аппарат. Одним из основных его преимуществ является компактность в сравнении с аналогичным скороморозильным аппаратом туннельного типа.

При проектировании спирального скороморозильного аппарата одной из приоритетных задач является подбор необходимого оборудования, которое

сможет обеспечить необходимую скорость замораживания и температуру продукта на выходе, иначе говоря, производится расчет холодильной установки и последующий подбор оборудования согласно полученным параметрам. Основные узлы холодильной установки: устройство сжатия (компрессор), конденсатор, устройство расширения, испаритель, вспомогательное оборудование. Оптимальная температура воздуха в помещении со спиральным скороморозильным аппаратом колеблется в пределах $-35 - -45$ °С, в зависимости от замораживаемого продукта. Для обеспечения таких температур и необходимой скорости воздуха в качестве испарителей в камере используются специальные низкотемпературные воздухоохладители с вентиляторами повышенной мощности. В качестве устройства сжатия применяются компрессорные агрегаты на базе винтовых компрессоров. Почему винтовых?, – винтовые компрессоры имеют некоторые преимущества по сравнению с остальными типами компрессоров: большая производительность при одинаковом потреблении электроэнергии, меньший уровень шума и вибрации, высокая надежность, возможность полной автоматизации, плавное регулирование производительности (что позволяет уменьшать или увеличивать нагрузку на компрессор и электродвигатель в зависимости, к примеру, от количества загруженного продукта в шокофростер). В зависимости от хладагента, холодильный агрегат может быть одноступенчатым или двухступенчатым. Конденсатор также рассчитывается и подбирается, исходя из ряда условий. Например, какой климат в той зоне, где находится предприятие; есть ли возможность подвода оборотной воды, и т.д. Вспомогательное оборудование (сосуды, маслоотделители, насосы, вентили, клапаны, и т.д.) рассчитываются исходя из характеристик уже подобранных испарителей, конденсатора и компрессорного агрегата.

Таким образом, при проектировании скороморозильного аппарата, выполняется целый ряд задач по расчету и подбору оборудования, необходимого для правильной и долговечной работы системы.

В качестве вывода, можно сказать, что скороморозильные аппараты являются идеальным решением для производства замороженных полуфабрикатов, фруктов, овощей, мяса, рыбы, и обладают рядом преимуществ перед стандартными камерами замораживания.

Список источников информации:

1. *Ибраев А.М.* Холодильная технология пищевой промышленности / *Фурсова Ю.А.* // КГТУ – 2010.
2. Основные типы скороморозильных аппаратов для шоковой заморозки плиточный, конвейерный и флюидизационный. - <http://www.holodilnye-ustanovki.ru/catalog/skoromorozilnye-apparaty/> - 13.12.2014
3. Виды скороморозильных аппаратов, применяемых для заморозки продукции - http://www.fbh.ru/vidy_skoromorozilnyh_apparatov_prim - 13.12.2014
4. Практическое применение скороморозильных аппаратов. - <http://www.kriotek.ru/articles/97/> - 12.12.2014

УДК 533.9

Н.М. ЛОЗИНСЬКИЙ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

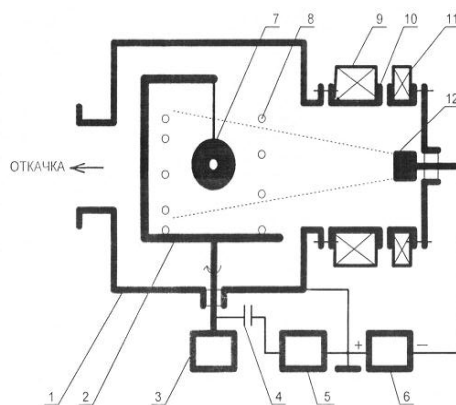
В.С. ТАРАН, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Нанесення металевих контактів на полікристалічні алмазні плівки з використанням комбінації ВЧ і дугового плазмових джерел

Проблема розробки високочутливих портативних дозиметричних і спектрометричних приладів для цілей радіаційного моніторингу є надзвичайно важливою. Найбільш вдале поєднання електрофізичних і детектуючих характеристик вдається отримати при виготовленні напівпровідникових детекторів на основі алмазних PVD плівок та нанесенні на них омичних контактів в дуговому розряді з асистує магнітним полем. Омичні контакти призначені для пасивного підключення напівпровідника до зовнішнього кола, тому вони повинні володіти постійним і гранично низьким електроопором.

Метою даної роботи стало визначення вольт-амперних характеристик напівпровідникових детекторів на основі алмазних PVD плівок з металевими контактами Cr, Au до і після відпалу в вакуумі при температурі 500 °С.

Нанесення покриттів проводилося на промисловій установці «Булат-6», додатково оснащеної ВЧ-генератором, та в магнетроні. На рис. 1 схематично представлено влаштування ВЧ-чистки та іонно-плазмового асистуваного напилювання зразків на промисловій установці «Булат-6».



- 1 – вакуумна камера, 2 – поворотний пристрій, 3 – редуктор, 4 – конденсатор,
5 – ВЧ - генератор, 6 – джерело живлення дуги, 7 – підкладка, 8 – ВЧ антена,
9 – фокусуюча котушка, 10 – анод, 11 – стабілізуюча котушка

Рис. 1 – Схема експериментальної установки «Булат-6»

Завдяки застосуванню ВЧ-катушки, при чищенні, підвищилася швидкість розпилення мішені через додаткову іонізацію, яка в обсязі ВЧ-катушки досягла насичення. Взаємодія плазми дугового розряду з ВЧ-розрядом істотно підвищує адгезію плівки, сприяє ущільненню текстури покриття, істотно зменшує краплинність, що видно на рис. 2.

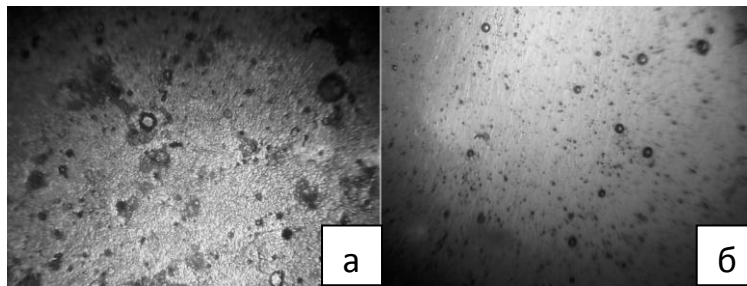


Рис. 2 – Фотографії крапельних фракцій:
а – з дуговим джерелом плазми;
б – з дуговим джерелом плазми і асистованим ВЧ полем

Дослідження електрофізичних властивостей детекторів проводилося шляхом вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ). Як вимірювальний пристрій та джерело напруги зсуву використовувався пікоамперметр Keithley6487. При цьому оцінювався темновий струм детектора, або струм витоку, який тече в детекторі під напругою зміщення при відсутності детектуючого сигналу. Темновий струм є основним джерелом електронного шуму і відповідає за зниження енергетичної чутливості детекторів.

Для визначення товщини покриттів одночасно із зразками в камері піддавалися напиленню «свідки» (скло або ситал). Товщини покриттів визначалися за допомогою «МІИ-2» і профілограф-профілометра «НОММЕЛ TESTER T500» (R_{max}).

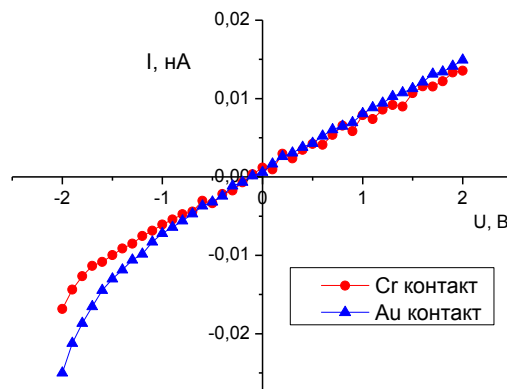


Рис. 3 – ВАХ детектора с Сг контактами товщиною 1,5 мкм, та Аи контактами товщиною 0,1 мкм, після відпалу у вакуумі при 500 °С

З рис.3 видно, що значення струму витоку детекторів з Сг контактами, товщиною 1,5 мкм, отриманими методом вакуумно-дугового напилення з асистуванням ВЧ зміщенням, більші, ніж у детекторів з Аи контактами, товщиною 0,1 мкм, отриманими напиленням в магнетроні. Проте, Сг шар має більш високу адгезію до поверхні полікристалічної алмазної плівки.

Детектори з омичними Сг контактами мають високу ефективність реєстрації гамма-випромінювання в широкому енергетичному діапазоні.

УДК 620.93

И.А. МАТЮШИНА, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.Ю. БОНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Экспериментальная ветроустановка с вертикальной осью вращения

В работе приведена ветроустановка с вертикальной осью вращения. Это устройство имеет преимущества перед ветроприемными устройствами с горизонтальным расположением оси. У них отсутствуют узлы для ориентации на ветер, что упрощает конструкцию и снижает гироскопические нагрузки.



Рис. 1 – ВЭУ с вертикальной осью вращения типа «Дарье»

Цель работы – получение графиков зависимостей механических параметров на валу ветроустановки, от скорости ветра, и быстроходности ветроустановки.

По выполнению аэродинамического расчета ротора, получены графики зависимостей механических параметров на валу ветроустановки, от скорости ветра, и быстроходности ветроустановки.

Вывод. Полученные зависимости позволяют определить оптимальный режим работы ветроустановки, что важно для получения максимального значения коэффициента использования энергии ветра.

Список литературы:

1. *Фатеев, Е.М.* Ветродвигатели и ветроустановки / *Е.М. Фатеев* // М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. – 1948. – 544 с.
2. *Кравец, А.С.* Характеристика авиационных профилей / *А.С. Кравец* // М.: Л.: Оборонгиз. – 1939. – 332 с.

УДК 621.383

Т.В. НОВИКОВА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

В.В. СТАРІКОВ, канд. фіз.-мат. наук, доцент, ГНУ НТК ІМК НАНУ

Д.С. СОФРОНОВ, канд. хім.-техн. наук, н.с. ГНУ НТК ІМК НАНУ

Структура та властивості плівок ZnSe, отриманих методом електрохімічного осадження

Виснаження копалин енергоресурсів і наростаючі труднощі вирішення екологічних проблем розвитку енергетики призводять до необхідності пошуку нових, нетрадиційних методів отримання енергії, серед яких одним з найбільш перспективних є фотоелектричний метод перетворення сонячної енергії.

Актуальним матеріалом, в даній області, є плівки ZnSe. Основний метод їх отримання - вакуумне осадження. Даний метод має ряд недоліків: мала площа напilenня, великий розкид концентрацій, висока собівартість.

Раніше нами було встановлений оптимальний режим електроосадження плівок селеніду цинку. Для управління властивостей плівок, було проведено легування Cd та Co.

Плівки селеніду цинку леговані кобальтом та кадмієм, отримані на оцинкованих підкладках методом електрохімічного осадження.

Було проведено дослідження їх структурних та оптичних властивостей напівпровідникових плівок, вимірювання електроопору плівок, розрахунок спектрів поглинання з наступним визначенням ширини забороненої зони синтезованих плівок.

За допомогою рентгенівської дифрактометрії встановлено, що плівки є однофазними та представлені фазою ZnSe.

Збільшення концентрації луги більше 3М/л й катодної щільності струму більше 0.06А/см² призводить до формування поверхні з розвинутим рельєфом.

Були зняті спектри відбиття, розраховані спектри поглинання, коефіцієнт поглинання та за допомогою проведення дотичної до нього ми визначили ширину забороненої зони для ZnSe, легованих Cd, що дорівнює 1.61 – 1.88 еВ.

Встановлено, середній рівень електроопору плівок ZnSe, легованих незалежно від концентрації Co $\sim 10^8$ Ом/м. Значення електроопору плівок, легованих Cd, залежали від концентрації та змінювались від 37.8 до $4.27 \cdot 10^6$ Ом/м.

Максимальна однорідність плівок за товщиною, була досягнута за концентрацією луги 3М/л й селену 0.5М/л.

Синтезовані плівки можуть бути використані як детектори, а також у тонкопліткових сонячних елементах.

УДК 621.565.93/95

С.Ю. ОЛЕНИЧ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

М.З. РУДЕНКО, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Дослідження впливу домішок мастила в холодоагенті на теплообмінний процес випарника

Нормальна робота системи змащення компресора – одна з умов надійності і довговічності холодильного агрегату. Мастильні масла зменшують опір тертя між рухомими частинами компресорів та відводять частину тепла, що виділяється при терті деталей. У процесі роботи, навіть коли компресор новий або має бездоганний механічний стан, це неминуче приведе к тому, що кожний раз разом з стисненим газом (фреоном) з циліндра забирається у виді масляного туману, що полягає з найдрібніших капель, деяку невелику кількість масла (3-5г в хв.). Додаткове к цьому в періоди, коли компресор не працює, масло в картері, неминуче поглинає деяку кількість холодоагенту в залежності від температури масла й процедури зупинки компресора. Коли компресор знов запускається, різке падіння тиску в картері визиває швидке википання холодоагенту, розчиненого в маслі й утворення газомасляної емульсії. Така емульсія всмоктується поршнями й нагнітається в конденсатор, в результаті чого в моменту запуску із компресора в контур забирається найбільша кількість мастила. По холодильному контуру масло с фреоном потрапляє до випарника, де під час кипіння при низьких температурах масло може розділитися з фреоном и утворити масляну плівку, яка буде впливати на ефективність роботи випарника. Вплив домішок компресорного мастила в холодоагенті на інтенсивність тепловіддачі в процесі кипіння у випарнику є важливою і не досить вивченою темою. Було розглянуто основні фактори, що впливають на інтенсивність тепловіддачі під час кипіння розчину холодоагент-мастило.

Цілі роботи:

– по-перше, це аналіз основних факторів, які впливають на інтенсивність тепловіддачі за умови кипіння суміші з наявністю плівки холодильного мастила порівняно з кипінням чистого холодоагенту;

– по-друге, це аналіз наявних у публікаціях методик моделювання тепловіддачі під час кипіння суміші «холодоагент-мастило» та оцінка можливостей їх застосування для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі у випарнику реальних холодильних машин.

Список літератури:

1. *Бараненко, А.В.* Учебник для студентов специальности «Техники и физики низких температур» / *А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, И.А. Сакун, Л.С. Тимофеев* // Москва. Политехника. – 1997. - 992 .

2. *Брайдер, Г.Й.* Проектирование холодильных установок / *Брайдер Г.Й* // Москва – Из. Техносфера. – с.14.

УДК 537-7

А.В. ПОДДУБНЫЙ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Н.И. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Особенности работы генераторов импульсов напряжения по схеме Аркадьева-Маркса в режиме покаскадного обострения фронта импульсов

Развитие ускорительной, лазерной техники, управляемого термоядерного синтеза, электроразрядных и пучковых технологий, радиолокации и т.д. стимулирует создание импульсных источников энергии на напряжение от нескольких киловольт до мегавольт, импульсные токи от ампер до сотен килоампер.

Длительность импульса может быть доли миллисекунд и наносекунды, частота повторения импульса - от единиц до тысяч герц.

Мощная импульсная техника (МИТ) включает в себя устройства для накопления, умножения, сжатия и передачи в нагрузку импульсной электрической энергии больших мощностей.

Наибольшее распространение среди методов умножения напряжения получили генераторы по схеме Аркадьева-Маркса [1-2].

Описание выполнения генератора Маркса обеспечивает получение нового эффекта - покаскадного обострения фронта электромагнитных импульсов и получение на данной нагрузке импульсов с минимальным (пикосекундным) фронтом и максимальной амплитудой (несколько мегавольт и более), что недостижимо при помощи известных устройств и способов. Этот новый эффект характерен для предлагаемого устройства в целом.

Осуществление способа производится при помощи устройства - генератора Маркса, содержащего N каскадов, емкостные накопители каскадов с емкостями C_k , которые могут представлять собой длинные линии с распределенными параметрами, энергопровод в виде широкополосной однородной длинной линии с распределенными параметрами с волновым сопротивлением Z_3 , с расстоянием h_3 между прямым и обратным токопроводами энергопровода, диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{г3}$ диэлектрика (газообразного, жидкого или твердого), заполняющего энергопровод, разрядники каскадов с емкостями ($C_{рк}$) между электродами разрядников и стартовый разрядник с емкостью (C_0) между его электродами, устройство запуска, широкополосную однородную линию передачи с волновым сопротивлением $Z_n=Z_3$ между устройством запуска и стартовым разрядником, нагрузку с импедансом Z_H .

Энергопровод состоит из N отрезков, соединенных разрядниками каскадов, причем каждый из отрезков содержит в прямом токопроводе энергопровода разрыв длиной h_c , в который включен емкостной накопитель каскада.

Разрядная цепь генератора Маркса представляет собой длинную однородную широкополосную линию с распределенными параметрами (энергопровод), в прямой токопровод которой поочередно включены разрядники и емкостные накопители, к входу которой через передающую линию подключено устройство запуска, а к выходу – нагрузка.

Покаскадное обострение фронта импульса выражается рядом математических соотношений для временных и амплитудных характеристик формирующегося в энергопроводе импульса.

$$\begin{aligned}
 t_{\text{ком}(k+1)} &< t_{\text{ком } k} && ; \\
 t_{\text{ком } k} &\leq t_{\phi k} \leq t_{\text{ком } 0} && ; \\
 t_{\phi N} &\leq t_{\phi k} \leq t_{\phi (k-1)} && ; \\
 t_{\phi N} &= t_{\text{ком } N} && ; \\
 A_k &= A_{k-1} + U_{\text{осн}} / 2 && ; \\
 \frac{2 \cdot U_{\text{ин}} + U_{\text{осн}}}{2} &= A_0 && ; \\
 A_N &= 2 \cdot A_{N-1} \cdot \frac{Z_{\text{н}}}{Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}}}.
 \end{aligned}$$

Использование предлагаемого способа генерирования высоковольтных импульсов и устройства для его осуществления позволяет, по сравнению с существующими, уменьшить длительность фронта импульсов, по крайней мере, до 10^{-10} с при амплитудах импульсов мегавольтного диапазона.

Список литературы:

1. *Кремнев, В.В., Месяц, Г.А.* Методы умножения и трансформации импульсов в сильноточной электронике / *В.В. Кремнев, Г.А. Месяц* // Новосибирск: Наука. – 1987.
2. *Пичугина, М.Т.* Высоковольтная электротехника / *М.Т. Пичугина* // Томск: Изд-во ТПУ. – 2011. – 136с.

УДК 533.9.01

Г.Ю. РОСТОВА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

А.М. ДРОЗДОВ, канд. фіз.-мат. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Процеси ерозії фуллериту в умовах термічного та корпускулярного впливу

Іонне бомбардування є дуже ефективним способом модифікації структури і властивостей матеріалу, зміни складу і травлення поверхні. Для досягнення необхідного результату необхідно враховувати досить широкий комплекс процесів, що протікають при цьому, співвідношення інтенсивностей яких складним чином залежить від параметрів впливу [1].

Основні особливості взаємодії іонів з таким молекулярним кристалом як фуллерит в даний час є слабо вивченими, що не дозволяє проводити його прогнозовану модифікацію. Априорі зрозуміло, що іонне бомбардування фуллериту може викликати: процеси полімеризації молекул, фрагментації вуглецевого каркасу, розпорошення окремих атомів вуглецю або цілих молекул C_{60} [2].

Метою роботи стало виявлення механізмів ерозії плівок фуллериту і визначення інтервалів їх домінування в умовах комплексного впливу термічного навантаження та іонного опромінення в режимі парних зіткнень іонів з молекулами фуллерену.

При визначенні критерію стабільності молекули C_{60} в умовах іонного опромінення був запропонований критерій парної взаємодії прискорених часток з молекулою C_{60} , в основі якого лежить обмеження на швидкість первинної частинки, яка не повинна перевищувати швидкість звуку в матеріалі мішені. На підставі розрахункових оцінок з урахуванням запропонованого критерію виявлено, що для будь-якого іона важче 15 а.е.м. існує інтервал енергій, в якому можливе фізичне розпилення фуллериту, і чим більше маса іона, тим цей інтервал ширше.

Методом просвітлюючої електронної мікроскопії плівок, осаджених з потоку речовини еродуючої мішені, встановлено, що в умовах опромінення фуллеритової мішені іонами вісмуту в інтервалі енергій, що відповідає парному режиму взаємодії іон-молекула (50–200 еВ та 100–270 °С відповідно), вихід речовини з поверхні відбувається у вигляді нефрагментованих молекул C_{60} (рис. 1). Виходячи з аналізу температурної та енергетичної залежностей ефективного коефіцієнта розпилення виявлено, що ерозія фуллериту є суперпозицією домінуючих в різних температурних інтервалах процесів: термічного випаровування, радіаційно-прискореної сублимації і фізичного молекулярного розпилення.

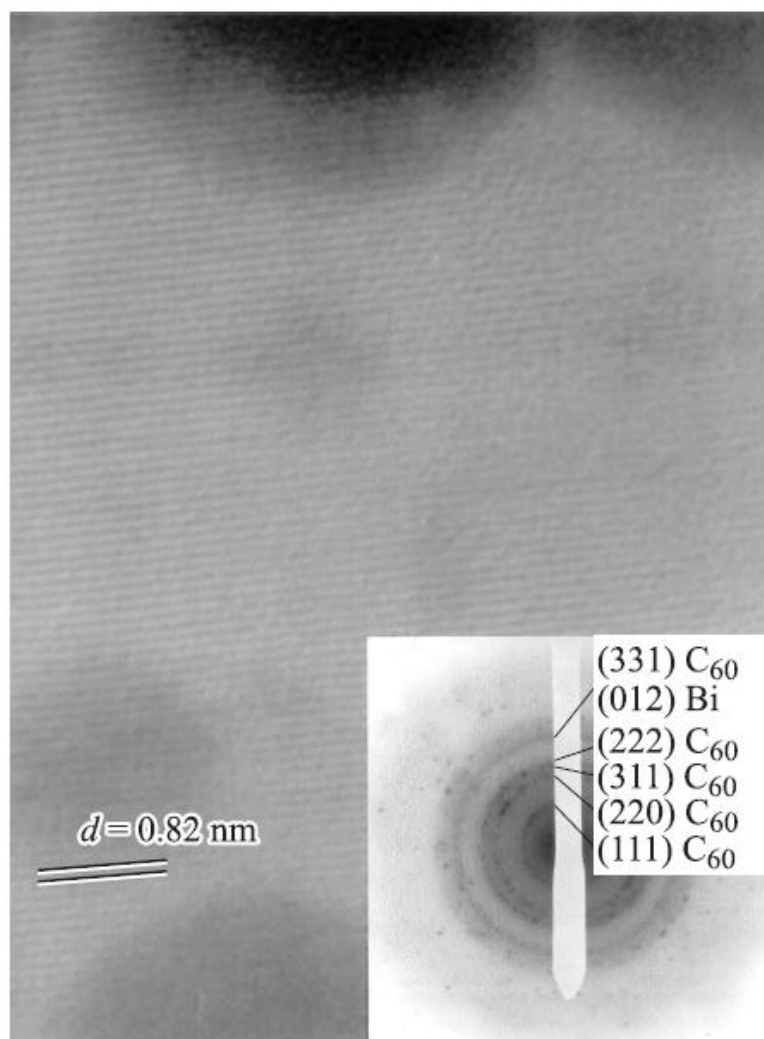


Рис.1 – Електронно-мікроскопічне зображення та дифракційна картина плівки системи C₆₀ – Ві, сформованої із розпиленого потоку (пряме розподілення кристалічної решітки фуллериту)

Таким чином, в ході проведених досліджень був визначений критерій неруйнівного впливу іонного бомбардування на молекулу C₆₀, експериментально досліджені процеси та механізми ерозії плівок фуллериту в умовах комплексного термічного та іонного впливу та встановлені інтервали їх домінування.

Список літератури:

1. *Берши, Р.* Распыление твердых тел ионной бомбардировкой. Физическое распыление одноэлементных твердых тел / *Р. Берши* // пер. с англ. *Молчанова В.А.* - М.: Мир. – 1984.
2. *Сидоров, Л.Н., Юровская, М.А., Борщевский, А.Я. и др.* Фуллерены: учебное пособие / *Л.Н. Сидоров, М.А. Юровская, А.Я. Борщевский и др.* // М.: Экзамен. – 2005.

УДК 539.216.2

Д.В. СЕВРЮКОВ, НТУ «ХП», Харків, Україна

Є.М. ЗУБАРЄВ, д-р фіз.-мат. наук, проф., НТУ «ХП», Харків, Україна

Структурні перетворення у плівках молібдену в залежності від їх номінальної товщини

Для керування електромагнітним випромінюванням у діапазоні м'якого рентгенівського випромінювання (1–60 нм) широко застосовуються багатошарові рентгенівські дзеркала (БРД), які являють собою штучні кристали і складаються з шарів двох матеріалів, що чергуються. БРД застосовуються для аналізу легких елементів с зарядом ядра $z < 17$ при рентгеноспектральному і мікрозондовому аналізі, діагностиці гарячої плазми з температурою 50–1000 эВ, рентгенівській астрофізиці при дослідженні Сонця та гарячих зірок, для керування рентгенівським випромінюванням на синхротронах, рентгенівській мікроскопії тощо.

Дзеркалам Mo / Si, призначеним для роботи в діапазоні довжин хвиль 12,3–25,0 нм, належить особливе місце. Вони вже використовуються в рентгенівських телескопах і мікроскопах. Але особливий інтерес до цих оптичних елементів пов'язаний з тим, що цими дзеркалами буде укомплектований рентгенівський літограф для напівпровідникової індустрії на довжину хвилі 13,5 нм, в якому планується використання близько 10 багатошарових рентгенівських дзеркал. Тому основні зусилля дослідників спрямовані на збільшення пікового коефіцієнта відбиття.

Період таких дзеркал становить $d \approx 7,0$ нм, а оптимальна товщина молібденового шару $t_{\text{Mo}} \approx 0,4 \times d$, тобто 2,8 нм. В багатошарових покриттях Mo / Si, одержаних методом магнетронного напилення, було виявлено ряд структурних особливостей, таких як стрибкоподібний перехід молібдену з аморфного стану в кристалічний в інтервалі товщин $2 \div 3$ нм, тобто, в районі його оптимальної товщини. При цьому відбувається зменшення товщини силіцидних прошарків на міжфазній межі розділу Si-на-Mo і збільшення міжфазних шорсткостей. Наявність міжфазних шорсткостей, аморфних перемішаних зон, відхилення щільностей шарів чистих компонентів від табличних значень призводить до зменшення коефіцієнта відбиття [1, 2].

Для дослідження структури розупорядкованого молібдену в широкому інтервалі товщин ($0,15 \leq t_{\text{Моном}} \leq 30$ нм), процесу переходу молібдену в кристалічний стан та еволюції морфології зерен молібдену із збільшенням його товщини застосовувалася методика темних полів.

По виконанні роботи було виявлено, що при номінальній товщині $1,5 \leq t_{\text{Моном}} < 1,9$ нм, що відповідає приблизно $1,0 \leq t_{\text{Мо}} < 1,4$ нм реальної товщини, в шарі молібдену спостерігаються кластери розміром $1 \div 2$ нм, рис. 1.

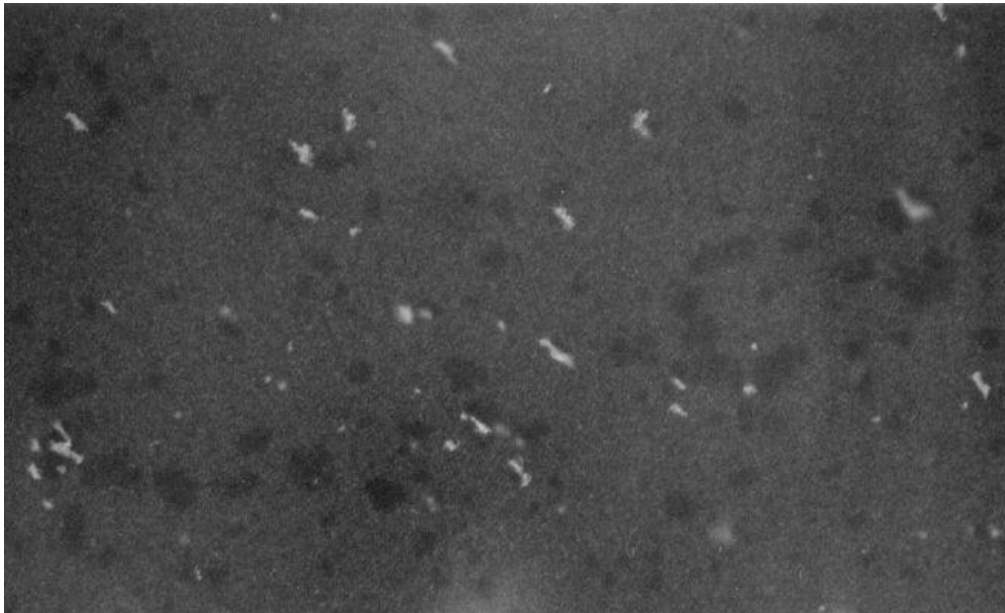


Рис. 1 – Темнопольне електронно-мікроскопічне зображення зразка з номінальною товщиною молибдену $t_{\text{Моном}} = 1,9$ нм

При подальшому збільшенні товщини шару Мо спостерігається його перехід з аморфно-кластерного стану в кристалічний. Перехід здійснюється в інтервалі товщин $1,9 \leq t_{\text{Моном}} \leq 2,5$ нм зростаючого шару Мо. У даному інтервалі товщин співіснують аморфно-кластерна і кристалічна фази. Крім цього було встановлено, що утворені кристали Мо мають сильно нерівнісну форму з розмірами $3 \div 4 \times 15 \div 30$ нм. Кристали складаються з окремих блоків. Коротка вісь кристалів паралельна напрямку $[1\bar{1}0]$. При збільшенні товщини шару Мо кристали набувають все більш рівнісну форму за рахунок процесу рекристалізації і стають повністю рівнісними при номінальній товщині Мо порядку $t_{\text{Моном}} \approx 20 \div 30$ нм. Наприкінці було з'ясовано, що нерівнісна форма кристалів обумовлена стискаючими макронапруженнями в аморфно-кластерному молибдені.

Список літератури:

1. Поут Дж. Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции. / Поут Дж., Ту К. Н., Мейер Дж. ; пер. с англ. В. Ф. Киселева и В. В. Поспелова // М. : Мир. – 1982. - 576 с.
2. Шалаев А.М. Свойства облученных металлов и сплавов. Структура и свойства металлов и сплавов : справочник / А.М. Шалаев // К. Наукова думка. – 1985. - 308 с.

УДК 539.2

О.В. СЕМЕНЕНКО, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

М.В. МОСКАЛЕЦ, вед. науч. сотр., Харьков, Украина

Дробовой шум одноэлектронных возбуждений со сложным профилем

Одноэлектронный эмиттер – это устройство, которое позволяет, контролируемо создавать одноэлектронный импульс тока. Источником тока в нем является квантовая точка, которая соединяется с проводником с помощью туннельного контакта. Под действием напряжения, приложенного к затвору, положение уровней в квантовой точке изменяется, относительно уровня Ферми в проводнике. Электрон переходит из квантовой точки в волновод, что приводит к возникновению импульса тока [1].

Ранее, был предложен метод генерирования одноэлектронных возбуждений со сложным профилем, в частности электронов, имеющих два пика [2]. Суть метода заключается в использовании напряжения со специально подобранной зависимостью от времени. Если потенциал остановить, на некоторое время, в момент, когда электронный уровень пересекает уровень Ферми, то импульс тока будет иметь два пика, разделенных участком, где тока нет.

Целью работы являлось выяснить, влияет ли форма одноэлектронного возбуждения на эффективное число частиц, связанных с этим возбуждением. Другими словами, является ли возбуждение со сложным профилем действительно одночастичным или представляет собой многочастичное облако.

Дробовой шум – электрические флуктуации, обусловленные дискретностью зарядов. Причина возникновения дробового шума состоит в том, что при рассеянии частица может либо отразиться от квантового точечного контакта, либо протуннелировать сквозь него [3].

Такой дробовой шум вычисляется следующим образом [4].

$$P_{34} = \int_{-\infty}^{\infty} d\tau \int_0^{T_\tau} \frac{dt}{T_\tau} \langle \Delta I_3(t+\tau) \Delta I_4(t) \rangle = -D(1-D) \frac{e^2}{T_\tau} (N_e + N_h), \quad (1)$$

где ΔI – отклонение тока от мгновенного значения, D – вероятность прохождения через точечный контакт, e – заряд электрона. Дробовой шум пропорционален количеству электронов и дырок $(N_e + N_h)$, которые генерирует источник тока за один период времени T_τ .

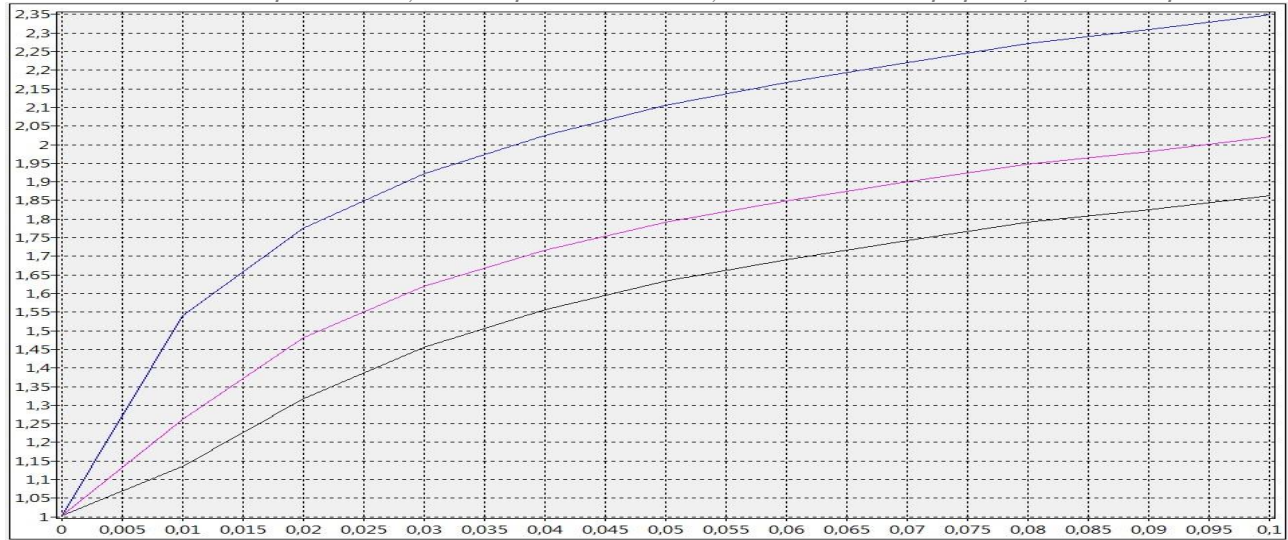


Рис.1 – Графік загальної залежності число частинок $(N_e + N_h)$ від часу затримки, при $D = 0.1, 0.3, 0.5$

На зображеному графіку представлена залежність числа частинок від часу затримки при різних параметрах еміттера ($D = 0.5; 0.3; 0.1$).

Із графіків видно, що одноелектронні возбудження фактично не є одноелектронними, а відповідають декільком возбудженням. А саме, електрону, який покидає джерело, а також нейтральним возбудженням, які виникають в той проміжок часу, коли квантовий рівень в джерелі знаходився нерухомо поблизу рівня Фермі. Ці нейтральні возбудження представляють собою електрон-дірочні пари, кількість яких дорівнює $((N_e + N_h) - 1) / 2$.

Список літератури:

1. Feve, G. // An on-demand coherent single-electron source // G. Feve, A. Mahe, J.-M. Berroir, T. Kontos, B. Placais, D.C. Glattli, A. Cavanna, B. Etienne, Y. Jin // Science. – 2007. – V.316. – P.1169-1172.
2. Семенов, О.В. // Конструювання форми одноелектронного імпульсу току: Звіт про курсову роботу // О.В. Семенов, М.В. Москалець, М.В. Решетняк, кафедра ФМП. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – 32 с.
3. Blanter, Y. M. // Shot noise in mesoscopic conductors // Y. M. Blanter, M. Büttiker // Physics Reports.- 2000.- V. 336.-P. 1.
4. Bocquillon, E. //Electron Quantum Optics: Partitioning Electrons One by One// . E. Bocquillon, F. D. Parmentier, C. Grenier, J.-M. Berroir, P. Degiovanni, D. C. Glattli, B. Placais, A. Cavanna, Y. Jin, G. Feve // Physical Review Letters – 2012.- V.

УДК 621.683

Д.О. СКЛЯРОВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

В.Н. КУХАРЕНКО, проф., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Энергоресурсосберегающие технологии

В условиях постоянного повышения стоимости на различные виды энергии особое значение приобретают способы ее сбережения. С необходимостью такого сбережения сталкиваются абсолютно все потребители энергии: от обычных граждан до крупных промышленных предприятий. Существующие системы энергопотребления не предусматривают никаких систем экономии поставляемых ресурсов. Суммарное энергопотребление Украины в последние годы составило порядка 990 млн. т.у.т. При доведении внедрения энергосберегающего и энергоэффективного оборудования до уровня в странах – членах ЕС, энергопотребление снизилось бы до величины 650 млн. т.у.т. Другими словами, около 35% энергии теряется.

Условно, современные энергосберегающие установки можно поделить на несколько видов, в зависимости от сферы применения:

- энергосберегающие технологии на производстве;
- энергосберегающие технологии на транспорте;
- энергосберегающие технологии индивидуального потребления;
- энергосберегающие технологии общего потребления.

Наиболее эффективными, современными энергосберегающими технологиями есть:

- системы дневного освещения с КПД 99,7 % для круглогодичного удовлетворения потребностей человека в освещении всех типов помещений в дневное время напрямую от солнца;

- электропривод с частотно-регулируемой функцией. Принцип работы данной технологии заключается в том, что частота подачи напряжения зависит от реальных нагрузок. Практика показывает, что помощью данного электропривода можно экономить до 45 % потребляемой энергии;

- энергосберегающие технологии освещения – используя данную технологию, можно снизить затраты электроэнергии в 7 раз;

- системы отопления с автоматической регуляцией и функцией рекуперации тепла;

- теплоизоляционные материалы: стекловолокно, пенополистирол и т. д.;

- минераловатные материалы – материалы, которые изготавливаются из камня и шлаков.

Рассмотрим основные альтернативные источники энергии, а следовательно энергосбережения.

Геотермальная энергетика – получение тепловой или электрической энергии за счет тепла земных глубин. Экономически эффективна в районах, где горячие воды приближены к поверхности земной коры. В отличие от

глубинных термальных вод, используемых по технологии геотермальных циркуляционных систем и расположенных по территории России неравномерно, приповерхностные геотермальные ресурсы рассредоточены практически повсеместно (малоэффективны по ресурсам лишь районы с вечномерзлыми грунтами), в т. ч. по регионам, не имеющим местных источников ископаемого топлива.

Извлечение геотермальной энергии приповерхностного грунта с помощью мелких скважин (из-за небольшой глубины залегания) не требует значительных капиталовложений, обеспечивая, тем не менее, путем нетрадиционного недропользования, широчайший спектр объектов с малым и средним теплопотреблением (от индивидуального жилого дома до многоэтажных зданий и комплексов).

Важным шагом в энергосбережении может стать освоение нетрадиционных возобновляемых источников энергии, к которым относится солнечная энергия.

Для использования потенциала солнечной энергии придумано множество установок, но их широкое внедрение останавливает пока еще их высокая цена, т. к. практически отсутствует серийное производство и низкие цены на использование традиционных видов топлива.

Биогаз является высококачественным и полноценным носителем энергии и может многосторонне использоваться как топливо в домашнем хозяйстве и в среднем и мелком предпринимательстве для приготовления пищи, производства электроэнергии, отопления жилых и производственных помещений.

В качестве исходного сырья используются отходы крупного рогатого скота, птицеводства, отходы спиртовых и ацетонобутиловых заводов, биомасса различных видов растений.

Переработанная биомасса используется для удобрения полей и производства компоста. Таким образом, создается система замкнутого цикла: растения – корма (пищевые продукты) – отходы – растения. Такая система обеспечивает сельское хозяйство удобрением и кормами, производство – сырьем и энергией. При этом не загрязняется окружающая среда, уменьшается использование минеральных источников энергии и выделение газов, вызывающих парниковый эффект.

Список литературы:

1. Возобновляемые источники энергии тепловой энергии. - <http://www.energsovet.ru/entech.php?id=20> - 13.12.2014.
2. Аратюнян, А.А. Основы энергосбережения / А.А. Аратюнян // Энергосервис. – 2007.
3. Колесников, А.И., Михайлов, С.А. Энергоресурсосбережение / А.И. Колесников, С.А. Михайлов // АНО «МРАИ ЭЕМ». – 2006.

УДК 621.373.5

П.И. СТУКАЛО, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

В.В. ЛЕДЕНЕВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Влияние паразитных параметров пояса Роговского на его передаточные характеристики

Наиболее удобным способом измерения сильных импульсных разрядных токов электрофизических установок является использование пояса Роговского.

В качестве примера рассмотрена типичная конструкция пояса Роговского традиционно используемая в лаборатории магнитно импульсной обработки металла НТУ «ХПИ».

Рассчитаны характеристики пояса с RC – интегратором, катушка которого имеет плотную намотку на отрезке коаксиального кабеля длиной 300 мм и диаметром изоляции 5 мм. Пояс предназначен для измерения токов в частотном диапазоне от 5кГц до 1МГц.

Исследование передаточных свойств пояса проводилось методом переходной характеристики.

Переходная характеристика рассчитывалась для варианта без учета паразитных параметров.

Затем рассчитывалась переходная характеристика с учетом паразитной емкости и индуктивности элементов индуктивности.

Исследовано влияние этих элементов на качество переходной характеристики.

Сделаны рекомендации для изготовления поясов предназначенных для измерения токов с крутым фронтом.

Преимущества метода:

- измерение тока совершается без разрыва измерительной цепи, проводник, вокруг которого наматывается катушка, не обязательно должна быть железной. Это может быть электролит или даже плазма;
- выходное напряжение не зависит от места размещения пояса относительно измерительного кабеля. Пояс только должен охватывать измерительный ток.
- пояс не вносит серьёзных искажений в исследуемую цепь.

Список литературы:

1. *Нейман Л. Р., Демирчан К.С. ТОЭ / Л. Р. Нейман, К.С. Демирчан // т.1. – М.: Энергия. – 1967.*
2. *Корн Г., Корн Т.. Справочник по математике для научных сотрудников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. // М.: Наука. – 1970. – 720с.*
3. *Конторович, М. И. Операционное исчисление и процессы в электрических цепях / М.И. Конторович // М.: Советское радио. – 1975. – 320с.*

УДК 535

Е.Ю. СУХОВ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.В. БОРЦОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Экспериментальное исследование вольт–амперной характеристики солнечных батарей

Наиболее эффективным и проверенным в условиях длительной эксплуатации на Земле и в космосе способом получения электричества из солнечной энергии является фотоэлектрический метод прямого преобразования с помощью полупроводниковых солнечных батарей [1]. Актуальной проблемой солнечной энергетики является создания эффективных технологий для повышения коэффициента полезного действия солнечных батарей.

Цель работы: Экспериментально получить вольт – амперные характеристики различных солнечных батарей.

Эмпирическая вольт-амперная характеристика описывается уравнением вида [2].

$$i_H = i_\phi - i_0 \left\{ \exp \left[\frac{q u_H}{A \cdot k \cdot T} \right] - 1 \right\}$$

где I – ток нагрузки, U – напряжение нагрузки, I_s – обратный ток насыщения, q – заряд электрона, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура солнечного элемента, I_f – фототок, и определяемый из эксперимента безразмерный параметр A .

Имея полученные экспериментальные данные различных солнечных батарей, используя метод наименьших квадратов можно аппроксимировать эти данные линейной зависимостью. В результате будет получена система линейных алгебраических уравнений n – го порядка с неизвестными параметрами [3].

Для определения параметра A нужно будет решить систему линейных алгебраических уравнений. Эту систему мы будем решать численно, используя программный пакет Mathcad, который позволяет выполнять численные и символьные вычисления.

Список литературы:

1. *Лидоренко, Н.С., Евдокимов, В.М., Зайцева, А.К. и др.* Новые модели солнечных элементов и перспективы их оптимизации / *Н.С. Лидоренко, В.М. Евдокимов, А.К. Зайцева и др.* // Гелиотехника. – 1978. – № 3. – с. 3—17.
2. *Васильев, А.М., Ландсман, А.П.* Полупроводниковые фотопреобразователи / *А.М. Васильев, А.П. Ландсман* // М: Советское радио. – 1971. – 248 с.
3. *Пикус, Г.Е.* Основы теории полупроводниковых приборов / *Г.Е. Пикус* // М: Наука. – 1965. – 448 с.

УДК 544.723

А.И. ТЕРЕХ, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.В. ДОЛБИН, д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., ФТИНТ НАНУ,
Харьков, Украина

Исследование сорбции водорода новыми графеносодержащими материалами

В водородной энергетике ключевую роль играет безопасное и дешевое хранение и транспортировка водорода. Актуальная проблема водородной энергетике связана с необходимостью создания эффективных технологий хранения и использования водорода [1]. В данной работе исследована сорбция водорода углеродными нанопористыми материалами – углеродными нанотрубками, оксидом графена, графеноксидной бумагой, а также перспективными синтетическими графеносодержащими углеродными сорбентами SKN и ВАС.

Цель работы: Сравнить количество сорбированного водорода в различных графеносодержащих материалах.

Процессы сорбции и десорбции водорода были исследованы в интервале температур от 12 до 293 К методом термопрограммируемой десорбции при помощи специально разработанной низкотемпературной методики [2, 3]. Обнаружено, что для всех рассмотренных веществ в исследованном температурном интервале, доминирует физическая сорбция, обусловленная слабым Ван-дер-Ваальсовским взаимодействием водорода с углеродной поверхностью пор сорбентов. Исследована кинетика сорбции водорода углеродными нанопористыми материалами, определены коэффициенты диффузии и энергии активации.

На основании полученных результатов, с точки зрения количества физически сорбированного водорода синтетические сорбенты SKN и ВАС оказались в несколько раз эффективнее, чем одностенные углеродные нанотрубки, восстановленный оксид графена и графеноксидная бумага.

Список литературы:

1. *Неначев, Ю.С.* О природе, кинетике и предельных значениях сорбции водорода углеродными наноструктурами / *Ю.С. Неначев* // *Успехи физических наук.* – 2006. – №6 – С. 581.
2. *Dolbin, A.V., Esel'son, V.B., Gavrilko, V.G., Manzhelii, V.G., Vinnikov, N.A., Popov, S.N.* Kinetics of the Sorption of ^3He by C_{60} Fullerite. The Quantum Diffusion of ^3He and ^4He in Fullerite / *A.V. Dolbin, V.B. Esel'son, V.G. Gavrilko, V.G. Manzhelii, N.A. Vinnikov, S.N. Popov* // *JETP Letters.* – 2011. – 93. – pp. 577–579.
3. *Dolbin, A.V., Esel'son, V.B., Gavrilko, V.G., Manzhelii, V.G., Vinnikov, N.A., Popov, S.N., Danilenko, N.I. and Sundqvist, B.* Radial thermal expansion of pure and Xe-saturated bundles of singlewalled carbon nanotubes at low temperatures / *A.V. Dolbin, V.B. Esel'son, V.G. Gavrilko, V.G. Manzhelii, N.A. Vinnikov, S.N. Popov, N.I. Danilenko and B. Sundqvist* // *Fiz. Nizk. Temp.* – 2009. – 35. – 613.

УДК 551.594.221

Н.В. ФЁДОРОВА, НТУ «ХПИ», Харків, Україна**А.А. ПЕТКОВ**, д-р техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Вероятность поражения объектов в зоне защиты стержневого молниеотвода

Работоспособность электронных и радиоэлектронных средств в условиях эксплуатации в значительной степени определяется их устойчивостью к воздействию различных дестабилизирующих электромагнитных факторов, в частности, прямого поражения ударом молнии объектов, содержащих радиоэлектронные средства. Значительное количество таких объектов располагается на поверхности грунта.

Защита различных объектов, включающих в свой состав электронные и радиоэлектронные средства, осуществляется на основе нормативного документа в [1], который регламентирует два основных метода построения зоны защиты: метод конической зоны защиты и электрогеометрический метод, каждый из которых обладает определенными недостатками и ограничениями в [2], что обуславливает специфику их использования.

Целью работы, рассмотренной в докладе, является разработка критерия разграничения применимости методов построения зон защиты стержневых молниеотводов.

Электрогеометрический метод (метод фиктивной сферы) построения зоны защиты стержневого молниеотвода рис. 1, а базируется на наличии финального разряда молнии [2], который происходит из точки 1, равно удаленной от двух возможных точек поражения, расположенных на стержневом молниеотводе (точка 2) и поверхности грунта (точка 3). Радиус фиктивной сферы R определяется током молнии.

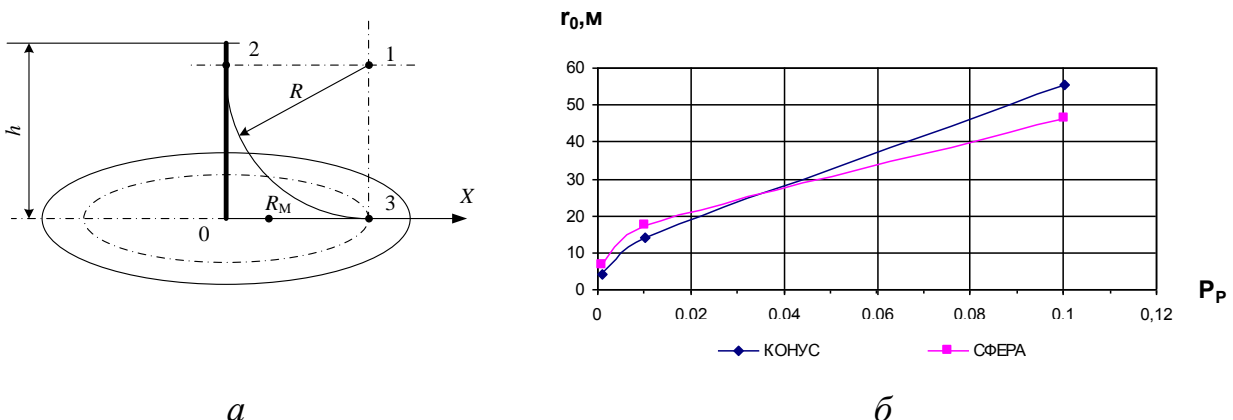


Рис. 1— Схема построения зоны защиты стержневого молниеотвода:
а – электрогеометрический метод построения зоны защиты стержневого молниеотвода; б – изменение радиуса зоны защиты

Анализ распределения вероятности поражения точек, расположенных на положительной полуоси OX , проведенный исходя из соотношения для вероятности того, что максимальное значение импульса тока молнии I равно или больше некоторого значения I_M [2], дает следующее соотношение для вероятности поражения круга радиусом R_M :

$$P_{Pkr}(R_M) = 1 - \exp \left[-\lambda \left(\frac{R_M}{9,4} \right)^{\frac{3a}{2}} \right], \quad (1)$$

где $\lambda = 0,0023$; $a = 1,6$; R_M в м.

Соотношение (1) позволяет провести сравнение для стержневых молниеотводов параметров зон защиты конической формы и определенной по методу катящейся (фиктивной) сферы при одних и тех же значениях вероятности поражения основания зоны защиты – круга радиусом r_0 .

На рис. 1, б показано изменение радиуса зоны защиты на поверхности грунта r_0 при различных значениях вероятности поражения P_P при одних и тех же значениях высоты молниеотводов (в пределах одного значения вероятности поражения).

Из рисунка видно, что при допустимых вероятностях поражения поверхности грунта $0 < P_P \leq 0,035$ радиус зоны защиты меньше для конической формы зоны защиты, а при $P_P > 0,035$ для зоны, определенной по методу фиктивной сферы.

Учитывая, что рассматриваемые методы построения зоны защиты стержневого молниеотвода не являются абсолютно точными, то в случае повышенных требований к надежности защиты объектов, находящихся непосредственно на поверхности грунта целесообразно использовать при проектировании молниезащиты метод конусообразной зоны защиты.

Предложено соотношение для определения вероятности поражения грунта в районе расположения стержневого молниеотвода при построении его зоны защиты по методу фиктивной сферы. Полученные в работе данные позволяют разграничивать сферу применимости методов построения зоны защиты стержневого молниеотвода исходя из допустимой вероятности поражения поверхности грунта в защищаемой зоне. Материалы могут быть использованы для усовершенствования методов расчета зоны защиты стержневых молниеотводов.

Список литературы:

1. Улаштування блискавкозахисту будівель споруд (IEC 62305:2006, NEQ): ДСТУ Б В.2.5-38:2008. – [Чинний від 2008–01–01]. – К. : Мінорегіонбуд України, 2008. – 63 с.
2. Ларионов В.П. Основы молниезащиты / Ларионов В.П. : под ред. И.М. Бортника. – М. : Знак, 1999. – 104 с.

УДК 621.565.45

Т.О. ХРАМЧЕНКО, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

С.В. ЮШКО, ст. преп., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Проектирование испарителя для установки охлаждения подсолнечного масла

Подсолнечное масло представляет собой продукт растительного происхождения, получаемый из семян подсолнечника. Подсолнечное масло богато ценными органическими соединениями: ненасыщенными жирными кислотами и насыщенными. В его состав входят фосфорсодержащие вещества, токоферолы (витамин Е и его производные) и воски, количество которых колеблется в зависимости от способа отжима и переработки масла. Масло получают двумя способами – прессованием и экстрагированием. Перед извлечением масла семена обязательно очищают от примесей, подсушивают, удаляют оболочки (обрушивают) и измельчают. После процесса отжатия масла из семян подсолнечника температура его значительно высока, поэтому возникает потребность в его охлаждении для дальнейшего производства.

Системы охлаждения жидкостей предназначены для охлаждения хладоносителей – воды и незамерзающих водных растворов (пропиленгликоль, этиленгликоль, спирт, соли). Жидкости как промежуточные хладоносители широко применяются в пищевой, химической, фармацевтической, медицинской, металлургической и других отраслях промышленности, а также в системах кондиционирования воздуха. Установки охлаждения состоят из холодильного модуля, гидроблока, системы управления и контроля. Одним из важнейших элементов холодильной системы является испаритель, т.е. теплообменный аппарат, в каналах которого осуществляется передача тепла и холода между двумя потоками через твердую стенку. Теплообменники в пищевой промышленности позволяют достичь высокого процента рекуперации при правильном подборе и построении технологического процесса. Это приводит к значительному сокращению используемых энергоресурсов, позволяя тем самым достичь высокой эффективности производства. Для решения данной задачи, а именно охлаждения подсолнечного масла, используется разборный пластинчатый теплообменный аппарат в силу ряда его преимуществ, а также широкого применения в пищевой промышленности. Используется схема охлаждения жидкости с промежуточным хладоносителем – раствором пропиленгликоля и вторичным теплообменным аппаратом. Разность температур между обменивающимися теплом средами не одинакова в различных сечениях поверхности теплообменника (рис. 1). Из этого следует, что интенсивность теплопередачи в разных сечениях канала теплообменника различна. Причем, где разность температур выше, там интенсивность теплопередачи больше, и наоборот.

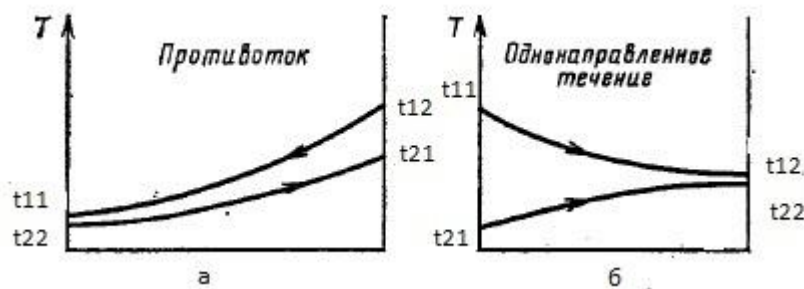


Рис. 1 – Схема движения теплоносителей: а – противоток; б – прямоток

Средний логарифмический температурный напор, независимо от направления движения теплоносителей, рассчитывается из соотношения:

$$\Delta t_{\ln} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \Delta t_{\max} / \Delta t_{\min}} \quad (1)$$

где Δt_{\max} , Δt_{\min} - большая и меньшая разности температур теплоносителей на одном и том же конце теплообменной поверхности. Это соотношение можно записать в виде:

для противотока

$$\Delta t_{\ln} = \frac{(t_{11} - t_{22}) - (t_{12} - t_{21})}{\ln(t_{11} - t_{22}) / (t_{12} - t_{21})} \quad (2)$$

для прямотока

$$\Delta t_{\ln} = \frac{(t_{11} - t_{21}) - (t_{12} - t_{22})}{\ln(t_{11} - t_{21}) / (t_{12} - t_{22})} \quad (3)$$

Можно заметить, что в случае противотока температура греющего теплоносителя на выходе может быть существенно ниже выходной температуры нагреваемого, поэтому тепло греющей среды в этом случае используется более полно. Проектный расчет теплообменного аппарата предполагает поиск оптимального решения с точки зрения минимальной площади теплообмена.

Список литературы:

1. Товажнянский Л.Л., Пластинчатые теплообменники в промышленности / П.А.Капустенко // Харьков: НТУ «ХПИ». – 2004. – с.55-56.
2. Кулинченко, В.Р. Справочник по теплообменным расчетам / В.Р. Кулинченко // Киев: Техника. – 1990. – с.18.

УДК 538.9

В.С. ЧУМАК, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Ю.П. ПЕРШИН, ст. науч. сотр., НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Исследование фазообразования в многослойных рентгеновских зеркалах WC/Si при осаждении

Быстрое развитие технологии изготовления многослойных рентгеновских зеркал (МРЗ) в течение двух последних десятилетий привело к увеличению разнообразия их приложений в науке и технике. МРЗ – оптический элемент, служащий для отражения, фокусирования, монохроматизации и поляризации рентгеновских лучей. МРЗ на различных материалах характеризуется разными рабочими диапазонами длин волн. Наиболее широкий диапазон длин волн (0,01-3 и 12,3-50 нм) имеют МРЗ на основе кремния. Недостатком таких зеркал является то, что в силу различных дефектов, например, межфазное перемешивание с образованием соединений (аморфных силицидов), эффективность зеркал становится меньшей [1].

Целью работы является определение состава слоя на межфазных границах слоев WC и Si и оценка его толщины. Поскольку углерод тоже может взаимодействовать с кремнием, мы ожидаем, что толщина межфазных слоев будет меньше в случае использования материала WC вместо W при изготовления МРЗ WC/Si.

В работе исследовались образцы, осажденные методом прямого магнетронного распыления в среде Ar при давлении ~1 мТорр, многослойных рентгеновских зеркал WC/Si с периодами d в диапазоне 0,2...3,4 нм. Осаждение производилось на подложки из монокристаллического кремния. Скорость нанесения слоев WC в МРЗ равнялась 0,17 нм/с, Si – 0,51 нм/с. Соотношение номинальных толщин слоев вольфрама и кремния в периоде составляло $t_{WC}:t_{Si2} \approx 1:3$. Рентгенографические исследования производились на дифрактометре ДРОН-3М, в монохроматизированном излучении Cu-K α . Съемка кривых интенсивности рассеяния производилась в скользящей схеме дифракции при фиксированном угле скольжения 1,4°, т.е. проводилось 2 θ -сканирование.

В связи с тем, что в МРЗ W/Si обнаруживается взаимодействие на межфазных границах с образованием силицидов, их эффективность становится ниже, поскольку это приводит к уменьшению градиента показателя преломления и возрастанию шероховатости межфазных границ. Чтобы сделать оценку влияния перемешанных зон МРЗ WC/Si на коэффициент отражения, был проведен фазовый рентгеновский анализ этих зон с целью определить их состав при различных номинальных толщинах и сделать соответствующие расчеты.

В данной работе мы рассматривали возможность образования устойчивых соединений, присутствующих на диаграммах фазового равновесного состояния,

таких как WC, WC_{1-x}, W₂C, W₅Si₃ и SiC. Возможность образования трехфазных соединений не рассматривалась.

Были исследованы 20 образцов с различной номинальной толщиной WC. На рис. 1 показан пример дифрактограммы многослойного образца с максимальной толщиной слоя WC 3,4 нм (время осаждения WC 20,2 с).

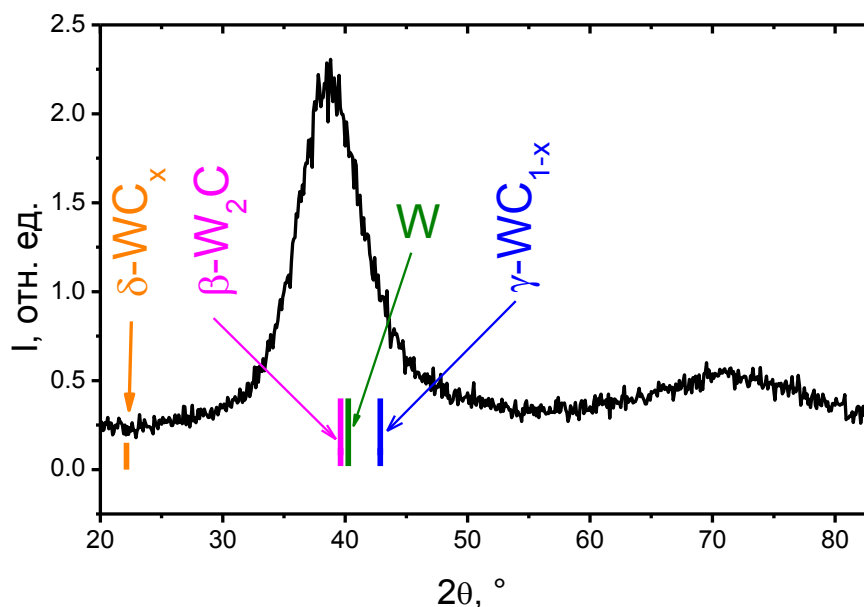


Рис. 1 – Зависимость интенсивности отражения рентгеновских лучей одним периодом МРЗ от угла съемки для многослойного образца с номинальной толщиной слоя WC 3,4 нм

Фактом, указывающим на аморфность слоя карбида вольфрама, является широкие пики ($2\Delta\theta > 6^\circ$). Кроме того, как видно на рис. 1, угловое положение наиболее интенсивного пика (в области углов $\sim 40^\circ$) по отношению к угловому положению 100% линии поликристалла, из которого предположительно состоит слой, смещено в сторону меньших углов. Как указано в статье [2], у аморфных веществ интерференционные пики обнаруживаются при меньших углах, чем у кристаллических.

В ходе проведенных исследований МРЗ WC/Si было определено, что при номинальных толщинах слоя карбида вольфрама больше 0,7 нм он растет как W₂C. В МРЗ с номинальной толщиной одного слоя меньше 0,5 нм WC взаимодействует со слоем кремния, образуя соединения WSi₂ и SiC. Следов карбида вольфрама не выявлено.

Список литературы:

1. David, L. Stress, microstructure, and stability of Mo/Si, W/Si, and Mo/C multilayer films / L. David // Windt. J. Vac. Sci. Technol. A. – 18(3). – 2000. – p. 980-991.
2. Бугаев, Е.А., Зубарев, Е.Н., Кондратенко, В.В., Пеньков, А.В. и др. Структурные и фазовые превращения в многослойных рентгеновских зеркалах при их конденсации и отжиге // Поверхность. Рентгеновские и нейтронные исследования. // Е.А. Бугаев, Е.Н. Зубарев, В.В. Кондратенко, А.В. Пеньков и др. – 1999. – № 1. – с. 102–110.

УДК 539.234

О.С. ЧУМАК, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

М.В. МАЛЕЕВ, аспірант, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Закономірності зростання плівок та ерозії поверхні при опроміненні підкладок кремнію прискореними іонами фуллерену

Застосування іонних пучків С60 для формування вуглецевих наноструктур і модифікації поверхні твердих тіл останнім часом стало дуже привабливим і перспективним напрямком досліджень, зокрема в галузі мікроелектроніки.

Використання іонних пучків С60 в перспективі може дозволити в рамках планарних технологій мікроелектроніки поєднувати операції травлення і нарощування шарів. Однак на сьогоднішній день процеси взаємодії іонів С60 з поверхнею твердого тіла і закони структуроутворення вуглецевих плівок з пучків фуллерену залишаються мало вивчені. Отримані результати можуть бути використані при конструюванні приладів на основі алмазоподібних і графітоподібних плівок вуглецю, а так само для створення різного роду наноструктур.

Тому на сьогоднішній день основним завданням залишається вивчення та визначення коефіцієнта розпилення і осадження для мішеней з кремнію іонами С60, а також отримання і дослідження структури вуглецевих плівок, отриманих з енерго-мас-сепарованого пучка С60.

Провівши експеримент ми визначили коефіцієнт розпилення для кремнію та вуглецю, та побудували залежність коефіцієнту від енергій розпилення.

На рис. 1 показані коефіцієнти розпилення кремнію YSi у разі бомбардування іонами фуллерену в інтервалі енергій 8-20 keV. До енергії ~ 7.5 keV спостерігається зростання вуглецевої плівки на поверхні кремнію. Подальше підвищення енергії іонів призводить до різкого стрибка YSi, при якому спостерігається замість зростання плівки травлення поверхні кремнію. Стрибок Y при середній енергії іонів 7.5- 8 keV не спостерігається, якщо на поверхню кремнію нанесена тонка вуглецева плівка. Використовуючи магнетрона розпилювальний пристрій, ми нанесли на поверхню кремнієвих пластин вуглецеві плівки товщиною 2 нм і використовували їх як мішені при енергіях іонів від 8 до 18 keV.

У всіх випадках незалежно від енергії іонів на поверхні, осаджувалася вуглецева плівка так само, як на скловуглецю. Тобто іони фуллерену в діапазоні енергій вище 7.5 keV демонструють високу селективність Y по відношенню до кремнію і вуглецю.

Дослідження структури вуглецевих плівок були проведені на зразках товщиною від 10 до 100 нм, отриманих на поверхні кремнієвих мішеней. Плівки досліджувалися у вільному стані після розчинення підкладок в розчинах кислот.

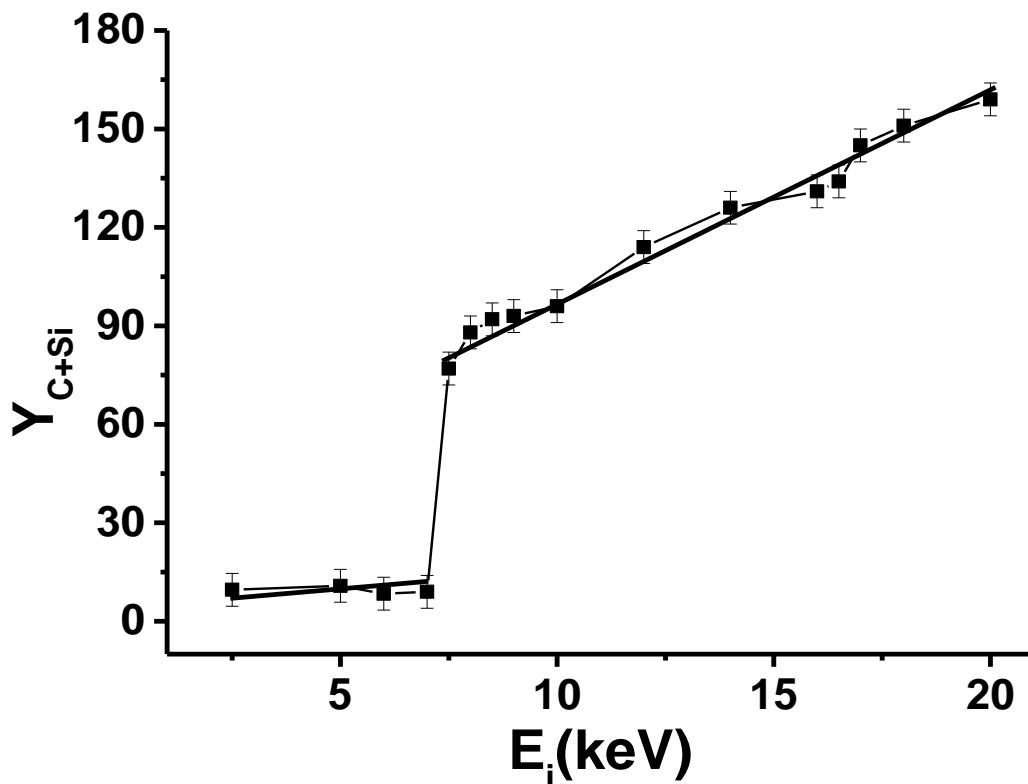


Рис. 1 – Загальний коефіцієнт розпилення для кремнію і вуглецю

Структура вуглецевих плівок, отриманих з пучка іонів фулерену при температурі 100 С близька до аморфної. При енергії пучка 10 keV на знімку мікродифракції крім гало характерного для АП поблизу первинного пучка з'являється додаткове гало, яке можна вважати початком формування площини графіту. Збільшення енергії до 11,5 keV призводить до звуження гало і початку формування кільця (002) графіту. Тобто в плівці з'являються нанокристали графіту.

Список літератури:

1. *Мастеров, В.Ф.* Физические свойства фуллеренов / *В.Ф. Мастеров* // Соросовский образовательный журнал. – 1997. - №1. – с. 92 – 95.
2. *Морозов, С.Н., Расулев, У.Х.* Эмиссия квазитепловых ионов при бомбардировке твердого тела кластерами ионов / *С.Н. Морозов, У.Х. Расулев* // Журнал технической техники. – 2009. - №7. – 79.
3. *Петров Н.Н., Аброян И.А.* Диагностика поверхности с помощью ионных пучков / *Н.Н. Петров, И.А. Аброян* // Издательство Ленинградского университета.— 1977.

УДК 535.215.6

К.В. ЧУНИХИН, НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

А.В. БОРЦОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Теоретическое исследование вольт-амперных характеристик солнечных батарей

Несмотря на ситуацию в Украине, в которой государство дало указ об исследованиях только в двух направлениях: оборонная промышленность, сельское хозяйство, в мире значение альтернативных источников энергии играет большую роль в энергетике. В частности в направлении фотоэлектрических преобразователей (солнечных батарей).

Целью работы будет теоретическое исследование фотовольтаического эффекта в широком $p-n$ переходе. Т.к. в [1] объясняется, что теория фотовольтаического эффекта в тонком $p-n$ переходе не хорошо согласуется с экспериментальными результатами, которые получаются на кремниевых фотоэлементах. Эмпирическая вольтамперная характеристика удовлетворительно описывается уравнением вида

$$I = -I_s \left[\exp\left(\frac{qU}{AkT}\right) - 1 \right] + I_f,$$

где I – ток нагрузки, U – напряжение нагрузки, I_s – обратный ток насыщения, q – заряд электрона, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура солнечного элемента, I_f – фототок, и определяемый из эксперимента безразмерный параметр A .

A принимает значения от 1, что соответствует теории тонкого $p-n$ перехода, до 2 и даже 4–5. Чаще всего параметр A равняется 2. С другой стороны, ток «насыщения» I_s в реальных фотоэлементах оказывается на несколько порядков больше, чем рассчитанный по формулам приложения 1 [1]. В работе [2] было показано, что если $p-n$ переход оказывается достаточно широким, то в нем необходимо учитывать рекомбинацию.

Для определения параметра A нужно будет решить систему нелинейных дифференциальных уравнений для нахождения концентрации электронов и дырок, в которых первые два – это условие баланса числа электронов и дырок, в которых входит электрическое поле, а третье – уравнение Пуассона для электрического поля. Эту систему мы будем решать численно, используя программный пакет Comsol Multiphysics, который моделирует различные физические процессы, используя метод конечных элементов.

Список литературы:

1. Васильев, А.М., Ландсман, А.П. Полупроводниковые фотопреобразователи / А.М. Васильев, А.П. Ландсман // М: Советское радио. – 1971. – 248 с.
2. Пикус, Г.Е. Основы теории полупроводниковых приборов / Г.Е. Пикус // М:Наука, 1965. – 448 с.

УДК 665.9

М.В. ЧУФАРОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна**О.Я. КОНОВАЛОВ**, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Формулировка и аналитическое решение задачи продолжения импульсного магнитного поля с цилиндра

Одной из перспективных технологий, используемой в частности для изготовления деталей сложной формы из трубчатых заготовок, является магнитно-импульсная обработка металлов давлением (МИОМ). Эффективность МИОМ, а также качество получаемых деталей существенно зависят от формы индуктора и геометрии магнитного поля. Т.к. на силовой линии магнитный поток $\Phi(r, z)$ принимает постоянное значение, рассмотрим формулировку и решение задачи аналитического продолжения магнитного потока с поверхности цилиндра радиуса R . Магнитное поле имеет плоскомеридианную симметрию, причем ось Oz цилиндрической системы координат совпадает с осью системы индуктор-заготовка. Проводники системы неподвижны и не деформируются.

При принятых допущениях давление магнитного поля пропорционально квадрату осевой компоненты индукции магнитного поля на поверхности цилиндра $B_z(R, z)$. Принимаем, что задано распределение именно этой величины. Математическая формулировка задачи продолжения магнитного потока состоит из уравнения

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

$$3. \quad -\infty < z < \infty, \quad r > R$$

и граничных условий:

$$\Phi(R, z) = 0; \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right|_{r=R} = 2\pi R B_z(R, z). \quad (3)$$

Принимая допущение об аналитичности $B_z(R, z)$, в соответствии с теоремой С. Ковалевской установлены существование и единственность решения задачи (1) – (3). Решение этой задачи, полученное при допущении четности $B_z(R, z)$ методом частных решений, непрерывно зависящих от параметра λ , имеет вид:

$$\Phi(r, z) = 2rR \sqrt{2\pi} \int_0^{\infty} [I_1(\lambda r) K_1(\lambda R) - I_1(\lambda R) K_1(\lambda r)] F(\lambda) \cos(\lambda z) d\lambda, \quad (4)$$

где $I_1(\lambda r)$, $K_1(\lambda r)$ – модифицированные функции Бесселя первого и второго рода первого порядка; $F(\lambda)$ – косинус-преобразование Фурье распределения $B_z(R, z)$.

Список литературы:

1. Михайлов, В. М. Моделирование электромагнитных полей / В.М. Михайлов // НТУ «ХПІ». – 2000. – 2007. – С. 167.

УДК 6519.2

С.П. ШАЛАМОВ, НТУ «ХПИ», Харків, Україна

В.В. КНЯЗЕВ, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ», Харків, Україна

Разработка индукционного преобразователя для измерения параметров сверхширокополосного импульсного магнитного поля

Измеритель магнитного поля состоит из двух типов индукционных преобразователей, предназначенных для регистрации амплитудно-временных параметров однократных импульсов магнитных полей. У измерителя применены по одной катушки двух видов: фронта и спада. Конструктивно все катушки наматываются на каркас, помещаемого в паз алюминиевого цилиндрического корпуса, по образующей которого имеется прорезь. Корпус предназначен для защиты катушки от электрических полей (электростатический экран) и механических повреждений.

Преобразователи работают на принципе преобразования измеряемого магнитного поля в пропорциональный ему электрический сигнал при помощи эффекта электромагнитной индукции. Измерительным преобразователем (ИП) индукционного типа служит катушка без сердечника, э.д.с. в которой определяется по формуле:

$$e_d = -\mu_o \mu_r SW \frac{dH}{dt} \cos \varphi,$$

где $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ г/м}$

μ_r - относительная магнитная проницаемость;

S - площадь рамки;

W - количество витков рамки;

φ - угол между направлением вектора H и нормалью к рамке.

Для восстановления формы измеряемого сигнала к выходу ИП подключается пассивный RC или RL-интегратор, напряжение на выходе которого

$$U_o(t) = \frac{\mu_o SW \cos \varphi}{T_u} H(t)$$

где T_u - постоянная интегрирования.

Интегратор повторяет форму импульса в диапазоне $0 \leq t \leq 0,1T_u$.

Коэффициентом преобразования измерителя магнитного поля называется:

$$k_m = \frac{U_o(t)}{H(t)} = \frac{\mu_o SW \cos \varphi}{T_u}$$

Так как параметры k_m и T_u , определяющие амплитудно-временные характеристики выходного сигнала обратно пропорциональны друг другу, то при расчетах измерителей необходимо ограничивать то ли чувствительность, то

ли временные характеристики измерителей за счет преимущественного использования одного из параметров. Поэтому невозможно создать высокочувствительный измеритель с очень широкой полосой пропускания. В конструкции с целью измерения сверхширокого временного диапазона применен комплект из двух измерителей. Нижний предел чувствительности определяется чувствительностью осциллографа.

Измеритель ИНМП-Ф предназначен для измерения импульсов магнитного поля наносекундного диапазона и имеет время нарастания передаточной характеристики не более 10 нс. Измеритель ИНМП-С предназначен для измерения импульсов магнитного поля миллисекундного диапазона и может измерять импульсы до нескольких мс. Электрическая схема приведена на рис 1.

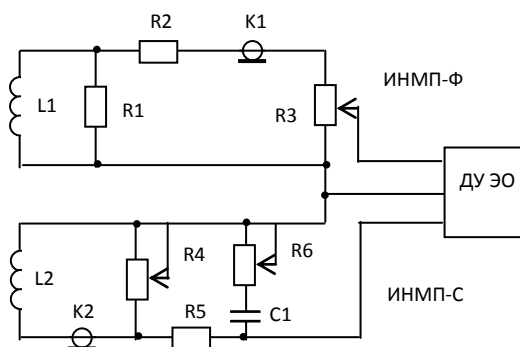


Рис. 1 – Электрическая схема ИНМП

На рис 2 приведены осциллограмма, иллюстрирующая работу ИНМП (1 – импульс магнитного поля; 2 – сигнал с ИНМП).

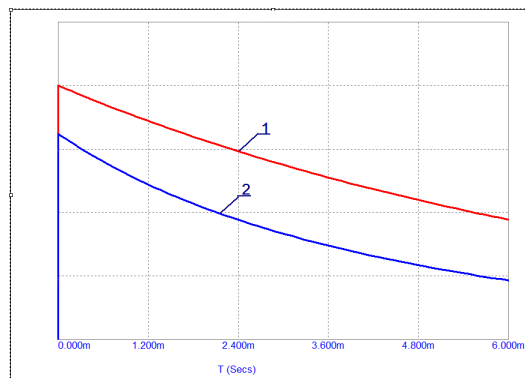


Рис. 2 – Осциллограммы

Список литературы:

1. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля / Л Кнопфель Г. – М. : Мир, 1972. – 392 с.
2. Панин В.В. Измерение импульсных магнитных и электрических полей / Панин В.В., Степанов Б.М. – М. : ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1987. – 120 с.

Науково-практичне видання

**IX Міжнародна науково-практична
студентська конференція магістрантів
Національного технічного університету
„Харківський політехнічний інститут”**

(07–09 квітня 2015 року)

Матеріали конференції

У чотирьох частинах

Частина 2

Відповідальний за випуск *Р.С. Томашевський*
Редактор *К.О. Костик*

Формат 60x84 1/16. Папір офісний. Різо-друк. Гарнітура Таймс.

Ум. друк. арк. 10,9. Наклад 100 прим. Зам. № .

Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ»
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
