

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ДИЗАЙНУ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Михайла Остроградського
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ІНТЕРНЕТ–КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ,
АСПРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ
РОЗВИТКУ»**



**20–21 листопада 2019 року
м. Київ**

Зареєстровано в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної інформації (УкрІНТЕІ)» за № 668 від 14.11 2019р.

Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції м. Київ, 20–21 листопада 2019 р. – Київ: вид-во Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №668 14.11.2019, 2019. – 183 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доц., доцент кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на Всеукраїнську інтернет-конференцію студентів, аспірантів та молодих вчених «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», яка організована та проведена кафедрою електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій (м. Київ) спільно з Вінницьким національним технічним університетом, Інститутом електродинаміки НАН України, Київським національним університетом технологій та дизайну; Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського; Київським національним університетом будівництва і архітектури; Миколаївським національним аграрним університетом; Східноукраїнським національним університетом імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Луганська обл.), при підтримці Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання містить результати досліджень студентів, магістрів, аспірантів та молодих вчених в наступних галузях знань: розвиток метрології та інформаційно-вимірювальних технологій; електромеханічні системи та автоматизація; електроніка та приладобудування; сучасне машинобудування; енергозбереження та ефективність в техніці; морський, річковий, залізничний та автомобільний транспорт.

Матеріали подано в авторській редакції

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Панін В.В. – д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України, в.о. ректора Державного університету інфраструктури та технологій.

Заступники голови

Тимощук О.М. – д.т.н., професор кафедри судноводіння та керування судном, директор Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича – Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій, член–кореспондент Транспортної академії України, член асоціації слов'янських професорів.

Скок П.О. – кандидат наук з державного управління, проректор з наукової роботи Державного університету інфраструктури та технологій, член–кореспондент Транспортної академії України, дійсний член асоціації слов'янських професорів.

Сьомін О.А. – к.т.н., доц., декан факультету експлуатації технічних систем на водному транспорті Державного університету інфраструктури та технологій.

Члени наукового комітету

Біліченко В.В. – д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Брайковська Н.С. – к.т.н., проф., директор Інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, академік Транспортної Академії України, Почесний працівник транспорту України, академік Міжнародної Академії безпеки життєдіяльності, Почесний залізничник України, відмінник освіти України.

Горобченко О.М. – д.т.н., проф. каф. транспортний рухомий склад залізниць Державного університету інфраструктури та технологій, гол. ред. Збірника наукових праць ДУІТ «Транспортні системи та технології».

Мазуренко Л.І. – д.т.н., проф., завідувач відділу електромеханіки Інституту електродинаміки НАН України, завідувач кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури.

Новіков О.Є. – д.е.н., проф., проректор з наукової роботи Миколаївського національного аграрного університету.

Подольцев О.Д. – д.т.н., гол. науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України.

Поліщук Л.К. – д.т.н., проф., завідувач кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету.

Поляков А.П. – д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Попович О.М. – д.т.н., провідний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України.

Потривасва Н.В. – д.с.н., проф., завідувач науково–дослідного відділу Миколаївського національного аграрного університету.

Соколов В.І. – д.т.н., проф., завідувач кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Ставинський А.А. – д.т.н., проф., завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету.

Чорний О.П. – д.т.н., проф., директор Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Шебанін В.С. – д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, академік Національної академії аграрних наук України, ректор Миколаївського національного аграрного університету.

Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., професор кафедри енергоменеджменту та прикладної електроніки Київського національного університету технологій та дизайну.

Артюх В.М. – к.т.н., ст. науковий співробітник, доц. кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету.

Голенков Г.М. – к.т.н., доц. кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури.

Губаревич О.В. – к.т.н., доц. доцент кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

Кроль О.С. – к.т.н., професор кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Тараненко С.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

Твердомед В.М. – к.т.н., доц., декан факультету Інфраструктура і рухомий склад залізниць Державного університету інфраструктури та технологій, академічний радник Транспортної академії України.

Садовий О.С. – викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету.

ЗМІСТ

Секція: РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО– ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	11
<i>Андруняк О.В., Клочко Н.Б.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО–ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД НА СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ	11
<i>Зайцев Є.О., Кучанський В.В.</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА КОРОНУ В ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ	14
<i>Корогод Г.О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ КВАДРАТИЧНІЙ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ НАДЛИШКОВИХ МЕТОДІВ В УМОВАХ БАГАТОКРАТНИХ ВИМІРЮВАНЬ	17
Секція: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ	21
<i>Івашкін О.А., Грицюк В.Ю.</i> ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ДЕЗІНТЕГРАТОР В ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА З ВИСОКОЮ ДИСПЕРСНІСТЮ	21
<i>Каковкін С. В.</i> СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ІТ–ТЕХНОЛОГІЙ	22
<i>Кобяков С.В., Голубєва С.М.</i> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	24
<i>Никитюк Є.Ю., Губаревич О.В.</i> СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	27
<i>Торопов А.С., Морнева М.О.</i> ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ОЗНАК І ВІДМІННОСТЕЙ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ І МЕХАТРОННОХ СИСТЕМ	30
Секція: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ	33
<i>Бурбела А.С., Гойжевський О.В.</i> ТОЧНІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ АНАЛОГОВИМИ ТА ЦИФРОВИМИ ПРИСТРОЯМИ	33
<i>Бурбела А.С., Никитюк Є.Ю., Колесник В.В.</i> РОЗРАХУНОК НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ	35

МЕТОДОМ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ	
<i>Ваколюк С. Л., Гладушенко О. С.</i>	
ТЕХНІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ В ЗОНІ ООС (2014–2019 р.)	36
<i>Grigoryev M.I.</i>	
DEVELOPMENT OF THE MODULE OF BIT–PULSE WATER SALINITY USING THE PRINCIPLE OF NATURAL THUNDERSTORM PROCESSES	39
<i>Данько О.В.</i>	
ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	42
<i>Камінська С.І.</i>	
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ПЛОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР З ВИКОНАННЯМ	45
<i>Лобчук С.М.</i>	
РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ДАТЧИКА СТРУМУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ	47
<i>Масєєв В.О.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІТРЯНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	51
<i>Севлісян В.С.</i>	
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЗОНУВАННЯ ВОДИ	53
<i>Тараненко В.В.</i>	
ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ЯЄЦЬ ПІД ЧАС ІНКУБАЦІЇ	55
Секція: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ	58
<i>Батурін Є.О., Степанова О.Г., Соколов В.І.</i>	
ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ	58
<i>Біленко А.А., Васильєв А.В., Попов С.В., Васильєв Є.А.</i>	
АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ВИГОТОВЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ	60
<i>Гусаченко А.В., Дерезюк Р.В., Браславська О.В.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ	62

<i>Кузовов О.Ю., Кроль О.С.</i>	
ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА	64
<i>Скурідін Д.В., Львовчкін М.В., Бондаренко Р.В., Чернікова І.Д.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМИСЛОВИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ	67
<i>Степанова О.Г.</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ	69
<i>Суржиков С.М., Кроль О.С.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА БАГАТОЦІЛЬОВОГО ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА В СЕРЕДОВИЩІ «MAPLE»	71
<i>Тобольченко Є.О., Попов С.В., Васильєв А.В.</i>	
РОЗРОБКА СТЕНДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ КОНІЧНОЇ ОПОРИ КОВЗАННЯ	74
Секція: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ	76
<i>Василик В.Г.</i>	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЯВИЩ В ОБРОБЛЮВАНОМУ РОЗПЛАВІ	76
<i>Григор'єв М.І.</i>	
АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ШИНОПРОВІДІВ ПІДСТАНЦІЇ В РЕЖИМАХ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ	79
<i>Данько О.В.</i>	
ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОЗОНУ ГЕНЕРОВАНОГО В КОРОННОМУ РОЗРЯДІ	82
<i>Ірговій А.М., Голубєва С.М., Губаревич О.В.</i>	
ПИТАННЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	83
<i>Кузьменко А.К., Шведчикова І.О.</i>	
ВПЛИВ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	87
<i>Лещенко Є.В., Шавьолкін О.О.</i>	
РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ ЗА ІНТЕГРУВАННЯМ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ	89
<i>Тітенко М.Ю., Співак О.М.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИЗЕЛІВ ТЕПЛОВОЗІВ	90

<i>Федченко Ю.В., Шавьолкін О.О.</i>	
ВІВЧЕННЯ ВПЛИВУ ГАРМОНІЙНОГО СКЛАДУ НАПРУГИ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ	92
<i>Чурило Р.Є.</i>	
АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ІМПУЛЬСНІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ	94
<i>Шановал В.С., Курна В.Р., Шведчикова І.О.</i>	
ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	96
Секція: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ	99
<i>Алексєєв А.В., Дубинець О.І.</i>	
ОЧИЩЕННЯ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	99
<i>Бабийчук А.С.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ SPOS ДЛЯ КОРЕГУВАННЯ МАРШРУТУ СУДНА У МІНЛИВИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ	102
<i>Войченко Т.О.</i>	
ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА	103
<i>Zalozh V., Varbanets R.</i>	
THE ANALYTICAL SYNCHRONIZATION OF THE MONITORING DATA OF THE WORKING PROCESS IN TRANSPORT DIESEL ENGINES OPERATING	107
<i>Згібнєв В.В.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТАНКЕРІВ – ХІМОВОЗІВ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛАПАНІВ СКИДАННЯ ТИСКУ / ВАКУУМУ	110
<i>Згібнєв В.В.</i>	
ВДОСКОНАЛЕННЯ БУДОВИ ВАНТАЖНИХ ТА БАЛАСТНИХ ТАНКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКІПАЖУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЇХ РЕГУЛЯРНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	112
<i>Кульпека М.С., Кукалець Л.М.</i>	
ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ СУДЕН	114
<i>Бардаков В. В., Клочков Ю. П.</i>	
АНАЛІЗ ПІРАТСЬКИХ НАПАДІВ НА СУДНО ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	117

ЩОДО ЇХ УНИКНЕННЯ	
<i>Бардаков В. В., Клочков Ю. П.</i>	
СУДНОВА СИСТЕМА ОХОРОННОГО СПОВІЩЕННЯ В ОХОРОНІ СУДНА	119
<i>Коломієць О.М., Шевченко А.П., Бойко С.О.</i>	
МЕТОДИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ У РІЗНОМАНІТНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	121
<i>Лупіна Т.О., Горалік Є.Т.</i>	
ПРО РУХ СТЕРЖНЯ ПІД ДІЄЮ СЛІДКУЮЧОЇ ПОПЕРЕЧНОЇ СИЛИ	124
<i>Маяков М.О., Пріступа С.В.</i>	
МЕТОДИ БЕЗПРОВІДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТА ЖИВЛЕННЯ ЧЕРЕЗ МЕТАЛЕВІ ПЕРЕГОРОДКИ ДЛЯ ІЗОЛЬОВАНИХ ДАТЧИКІВ	128
<i>Мельник О.В., Тимошук О.М.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДМОВ В ПРОЦЕСІ БУНКЕРУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	132
<i>Овчарук М.С., Пастух О.В.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКОВ РІВНЮ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА СУДНІ	135
<i>Попівніч Б.І., Тараненко С.В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ СУДНОВИХ ПАЛУБНИХ БАГАТОШВИДКІСНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	137
<i>Тихонова І.Ю.</i>	
ЩОДО ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ	141
<i>Філюшин Б.В., Завітаєв В.Л.</i>	
ГРАФО–АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ І ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ОСТІЙНОСТІ НА СУДНАХ ПРИ СКЛАДАННІ ВАНТАЖНОГО ПЛАНУ	143
<i>Filyushin B.</i>	
METHODS FOR DETERMINING CRITICAL STABILITY PARAMETERS ON BULK CARRIERS	148
<i>Штрибець В.В., Трофименко А.О.</i>	
МЕТОДИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ	152

Секція: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ	156
<i>Вупокіров Д., Горобченко О.</i>	
LOCOMOTIVE DROWSINESS DETECTION DEVICE DESIGN	156
<i>Грабчак О.Ю., Співак О.М.</i>	
АНАЛІЗ РОБОТИ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОРУШІЙНОГО СКЛАДУ	158
<i>Данак О.Ю.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТОРІВ ДО СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ	161
<i>Ковалюк О.О., Гулак С.О.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ В РЕЖИМІ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ	164
<i>Ковтун Є.О., Гулак С.О.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ	166
<i>Малюк С.В.</i>	
УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОКРАЩЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМИ «КОЛЕСО–РЕЙКА»	168
<i>Морнева М.О.</i>	
ДЕЯКІ ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ВУЗЛАХ ТЕРТЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ФРИКЦІЙНОГО ТА АНТИФРИКЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	171
<i>Халепчук Д.С., Співак О.М.</i>	
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПРЯМНОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОВОЗУ	172
Секція: АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ	175
<i>Петрук С.С.</i>	
АВТОМОБІЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	175
<i>Шевченко Р.Б., Мороз Л.В., Поляков А.П.</i>	
АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ГОЛОВНОГО ОСВІТЛЕННЯ	177
<i>Шевченко Р.Б., Поляков А.П.</i>	
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ	181

**Секція: РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО–
ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ІНФОРМАЦІЙНО–ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ**

Андруняк О.В. – гр. МТТМ–18–1, магістр, olegandrnyak25@gmail.com

Клочко Н.Б. – к.т.н., dolishnya@gmail.com

Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу

Метою роботи є дослідження метрологічних характеристик інформаційно–вимірювальної системи біологічного очищення стічних вод на станції аерації .

В останні роки спостерігається тенденція скорочення об’ємів стічних вод, які потрапляють на міські очисні споруди в містах України, та підвищення вмісту в цих стоках азоту та фосфору. Ця тенденція обумовлена тим, що населення міст впроваджує у власних оселях лічильників питної води, які дозволяють скоротити витрати питної води при одночасному підвищенню споживання миючих засобів. Крім того, створення приватних промислових фірм при одночасному закритті багатьох державних підприємств також сприяє економії питної води. Тому головною проблемою в питаннях забезпечення добро якісною питною водою населення та удосконалення діючих очисних споруд багатьох міст України залишається підвищення ступеню очищення міських стічних вод від азоту і фосфору.

Виконання усіх перелічених заходів дозволить налагодити стабільний режим роботи очисних споруд і забезпечити глибоке очищення стічних вод від азоту і фосфору, а також і деяких інших забруднювачів, дозволить проводити повторне очищення фільтрату з мулових майданчиків. Так як на Україні більш розповсюдженими заходами очистки стічних вод від забруднюючих речовин є біологічне очищення, тому задача підвищення ступеню біоочистки стоків є актуальна, вона дозволяє збільшити навантаження на існуючі очисні споруди, знизити капітальні вкладення на новітні, попередити забруднення водою біогенними елементами та важкими металами.

Проблема очищення стічних вод стає з кожним роком все більш актуальною не тільки для нашої держави, а й практично для всіх країн світу. Це пов’язано з повсюдним погіршенням екологічної ситуації. За результатами проведених досліджень [1] відомо, що домінуюче положення в очищенні стоків

традиційно займає біологічне очищення, що пояснюється його універсальністю та відносно низькими витратами. Підвищення ефективності функціонування очисних споруд – найважливіший чинник покращення стану навколишнього середовища захисту водойм від забруднення шкідливими речовинами.

На рисунку 1 представлена найбільш поширена схема очищення стічних вод. Перша стадія – це механічне очищення. Для механічного очищення використовується наступне обладнання: решітки грубого очищення, пісковловлювач і первинний відстійник. Після первинного відстійника, очищена від грубих забруднень вода, надходить в аеротенк, а потім – у вторинний відстійник, де проходить біологічне очищення. Після біологічного очищення вода проходить стадію знезараження і викидається у водойму.

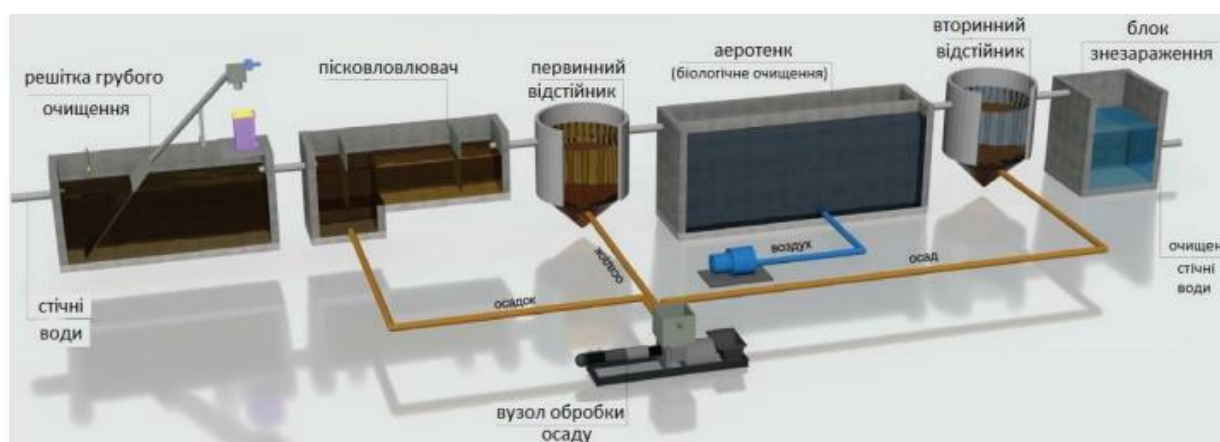


Рис. 1 – Схема очищення стічних вод

У схемі біологічного очищення найбільш важливим і складним вузлом є аеротенк, а точніше його система аерації. Аераційні системи бувають пневматичні, механічні та комбіновані. Ефективність очищення стічних вод від забруднень в значній мірі залежить від організації гідравлічних і масообмінних процесів в аеротенках, що є основною функціональною ланкою технологічної схеми аеробного біологічного очищення.

Біологічна очистка являє собою другий ступінь очистки стічних вод, де відбувається видалення забруднень зі стоків фізичним та біохімічним шляхом в результаті життєдіяльності (метаболізму) відповідних мікроорганізмів. Забруднення, які містяться в стічних водах, що поступають на очистку в аеротенки служать їжею для мікроорганізмів та є будівельним матеріалом для нових клітин. Ефективність процесу нітрифікації залежить від багатьох факторів. Найбільш важливими з них є: температура, рН, лужність стоків, концентрація азоту в воді, що надходить на очищення, розчинений кисень, навантаження мулу та його вік, а також токсичні речовини.

Основними факторами, що впливають на вибір оптимальних режимів роботи аеротенків, є гідродинамічна схема руху потоків і ефективність процесу насичення рідини киснем повітря, що подається системою аерації.

За останні роки стічні води, що надходять на очисні споруди, значно перевищують граничнодопустимі концентрації забруднюючих речовин в таблиці 1.

Таблиця 1 – Перевищення гранично–допустимої концентрації речовин, що скидаються (ГДК), %

% перевищення	Назва					
	Феноли	Мідь	Цинк	Важки метали	Азотисті з'єднання	Радіонукліди
	200	700	800	900	600	150

Це ускладнює роботу класичного обладнання, що здійснює біологічне очищення. Тому, необхідно вирішувати практичні завдання по шляху підвищення технічних можливостей існуючих схем біологічного очищення стічних вод.

Висновок. В результаті цього відбуваються процеси біологічного видалення зі стоків сполук органічного вуглецю, азоту та фосфору, настає розклад, окислення та зниження кількості забруднюючих речовин, особливо органічних. Крім цього, в результаті проходження процесу біоочистки з стічних вод видаляються завислі речовини, що важко осідають, колоїди і розчинені субстанції.

Л і т е р а т у р а

1. Баженов В.І. Комплексна рециркуляційна модель біохімічних процесів аеробного біологічного очищення: автореф. дис. на здобуття наук. ступенів докт. техн. наук: спец. 03.00.23 "біотехнологія" / Баженов Віктор Іванович – Щелково, 2008. – 56 с.
2. Гудков А.Г. Біологічне очищення міських стічних вод. Навчальний посібник / А.Г. Гудков. – Вологда, Вогт, 2002 – 127 с.
3. Серпокрилов Н.С. Зниження Енергоспоживання систем аерації стічних вод / Н.С. Серпокрилов, А.С. Смолянченко. // Вісник ТГАСУ. – 2010. – №3. – С.192–199.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА КОРОНУ В ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ

Зайцев Є.О. – к.т.н., старш. наук. співр., zaitsevio@nas.gov.ua
Кучанський В.В. – к.т.н., старш. наук. співр., kuchanskiyvladislav@gmail.com
Інститут електродинаміки НАН України

Метою роботи є класифікація засобів вимірювання втрат на коронування проводів в лініях електропередавання.

Зовнішньо коронний розряд на повітряних лініях електропередавання проявляється у вигляді ореолу світіння навколо поверхні проводу, який спричиняє появу акустичного шуму [1, 4, 5–9] та є одним із факторів втрат потужності в лініях електропередавання. Для вирішення задачі пошуку функціональної залежності втрат на корону від напруги та інших параметрів є необхідним створення та застосування методів та засобів контролю та вимірювання втрат активної потужності [6]. Це обумовлено тим, що статичні методи або методи, які базуються вже на класичних формулах Залеського та Піка [9] не завжди дозволяють встановити точні закономірності між причиною появи корони та значеннями втрат потужності в лініях електропередавання.

Слід зазначити, що співвідношення втрат потужності та енергії в елементах електричної мережі енергосистеми є нерівномірним: наприклад, втрати в трансформаторах та реакторах на порядок менші втрат в лініях електропередавання [12]. Тому, на першому етапі побудови системи регулювання напруги в лініях електропередачі був достатнім контроль втрат за встановленим порогом.

В сучасних умовах експлуатації енергосистем вимірювання питомих втрат потужності на корону за порогом, не дозволяють в повній мірі реалізувати необхідну точність контролю. Тому для здійснення контролю останнім часом набули розповсюдження два способи, а саме використання мостових схем вимірювання на високому потенціалі та спеціальних антен [6].

Перший спосіб застосовується на дослідних пролітах для отримання залежності втрат потужності на корону від напруги. При цьому на фазу лінії напруга подається через клітку Фарадея, а контроль втрат активної та реактивної потужності здійснюються при проведенні вимірювань на високому потенціалі. Недоліком способу є необхідність вимірювання втрат на корону в лінії великої довжини тільки на розвантаженій лінії електропередавання.

Даного недоліку позбавлений другий спосіб, за якого під фазами дослідної та навантаженої діючої повітряної лінії, встановлюються антени, які з одного кінця через опір заземлені. Використання зазначеного способу дозволяє

вести контроль втрат при проведенні вимірювань на низькому потенціалі [2,3]. Недоліком зазначеного способу є необхідність уздовж лінії встановити декілька пунктів вимірювань.

Обидва способи не можуть задовольнити умов експлуатації та необхідного рівня контролю втрат потужності в лініях електропередавання. Тому одним із шляхів забезпечення умов експлуатації є удосконалення методу ватметрів, які встановлені по кінцям проліту повітряної лінії електропередавання.

Хоча раніше, точність вимірювання активної потужності за допомогою вимірювальних трансформаторів струму, напруги та ватметрових перетворювачів була незначна, стверджувалось, що виміряти втрати в повітряних лініях неможливо, так як їх величина є близькою до похибки вимірювачів, які можливо було використовувати безпосередньо на лініях електропередавання 750кВт та більше. З розвитком, заводських до промислових завод, мікроелектронних компонентів для систем контролю та вимірювання[10, 11] активних потужностей уможливило створення компактних диференційних засобів вимірювання, які встановлюються в контрольних точках лінії електропередавання. Це дозволило компенсувати похибки вимірювання активних та реактивних складових потужностей та підвищити точність вимірювання на порядок в порівнянні з розглянутими раніше способами. Також, необхідно зазначити, що врахування температури проводів дозволяє підвищити точність визначення втрат на корону до 20%.

Висновок. В результаті проведеного аналізу методів та способів вимірювання втрат потужності на корону в лініях електропередавання було встановлено, що існуючі методи не можуть задовольнити умов експлуатації та необхідного рівня контролю втрат потужності в лініях електропередавання з урахуванням вимог сьогодення. Зазначено, що з розвитком, заводських до промислових завод, мікроелектронних компонентів стало можливим удосконалення методу ватметрів, який дозволить здійснювати контроль втрат потужності в лініях електропередавання з урахуванням вимог сьогодення.

Л і т е р а т у р а

1. Емельянов Н.П., Козлов В.С. Коронный разряд на проводах. Минск. Наука и техника. 1971.

2. А.с. 111068 СССР. Устройство для измерения потерь электрической энергии на корону в нагруженной высоковольтной линии электропередачи. Попков В.И., Левитов В.И. БИ. 1958. №1.

3. А.с. 143145 СССР. Устройство для измерения потерь электрической энергии на корону в нагруженной высоковольтной линии электропередачи. Кравченко В.Д. БИ. 1961. №23.
4. Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання від 21 червня 2013 року N 399.
5. Зменшення втрат потужності на корону в лініях електропередавання напругою 330 – 750 кВ / Р. О. Буйний, З. О. Тимошенко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 6. – С. 68–73.
6. Тамазов А.И. Потери на корону в высоковольтных воздушных линиях электропередачи. – М.: Издательство «Спутник+», 2016. – 572 с
7. РД 34.20.172. Руководящие указания по учёту потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330—750 кВ и постоянного тока 800—1500 кВ. — М.: СЦНТИ, 1975. — 84 с
8. M. Xu et al., “Modified Peek formula for calculating positive DC corona inception electric field under variable humidity”, IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation, vol. 19, no. 4, pp. 1377 – 1382, 2012.
9. Проценко О.Р., Троценко Є.О. Сто років формулі піка для визначення початкової напруженості коронного розряду енергетика та нові енергогенеруючі технології с. 35 – 41.
10. Дослідження впливу магнітного поля промислової частоти на стабільність функціонування мікроконтролера STM32F051K8T6 / Є. О. Зайцев, А. С. Левицький, Б. А. Кромпляс, М. В. Панчик. Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2019. – № 52.– С. 80–86.
11. Zaitsev Ie. Study Influence Industrial Frequency Magnetic Field On Capacitive Pressing Sensor for Large Turbogenerator Core Clamping System/ Levytskyi A., Kromplyas B., Panchyk M., Berezhnychenko V. 2019 IEEE Ukraine Conference On Electrical And Computer Engineering (UKRCON–2019) 2 – 6 Jule, 2019 Lviv, Ukraine – 2019. – p. 566 – 569.
- Кузнецов В.Г., Тугай Ю.І., Кучанський В.В. Вплив коронного розряду на кратність внутрішніх перенапруг у магістральних електричних мережах. . В.Г.Кузнецов, Ю.І.Тугай, В.В Кучанський // Технічна електродинаміка – 2017. – № 6 – С. 55 – 60.

ДОСЛІДЖЕННЯ КВАДРАТИЧНІЙ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ НАДЛИШКОВИХ МЕТОДІВ В УМОВАХ БАГАТОКРАТНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Корогод Г.О. – к.т.н., доц., 5618607@ukr.net

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є підвищення точності багатократних вимірювання при нелінійній (квадратичній) функції перетворення сенсора шляхом застосування надлишкових методів.

Методи надлишкових вимірювань (МНВ) – це методи, які засновані на вимірюваннях контрольованої і декількох нормованих фізичних величин, в результаті чого складається система рівнянь величин, що описує такти вимірювань в дискретні моменти часу. Причому кількість рівнянь величин повинно бути $(n+1)$ або більше ніж кількість n невідомих параметрів функції перетворення (ФП). В результаті рішення такої системи стає можливим отримати рівняння надлишкових вимірювань як контрольованої фізичної величини, так і параметрів функції перетворення.

Продемонструємо застосування МНВ при квадратичній ФП сенсора.

Як відомо квадратична ФП сенсора має вид:

$$y'_i = S'_H x^2 + S'_l x + \Delta y', \quad (1)$$

де y'_i – сигнал на виході сенсора;

x – контрольована фізична величина;

S'_H, S'_l – чутливість перетворення нелінійної і лінійної складової функції перетворення;

$\Delta y'$ – зміщення функції перетворення з врахуванням адитивної складової похибки.

В рівнянні (1) всі величини ($y'_i, S'_l, \Delta y'$) вказані зі штрихами, що вказує на їх реальні (не ідеальні) значення, тобто з похибкою.

При квадратичній ФП сенсора за умови можливості формування нормованих за значенням фізичних величин x_2 і x_3 ($\{x_2\} = \{x_0\} - \{\Delta x_0\}$ і $\{x_3\} = \{x_0\} - \{\Delta x_0\}$). Система нелінійних рівнянь величин прийме вид:

$$\begin{cases} y'_1 = \Delta y'; \\ y'_2 = S'_H x_2^2 + S'_l x_2 + \Delta y'; \\ y'_3 = S'_H x_3^2 + S'_l x_3 + \Delta y'; \\ y'_4 = S'_H (x + x_2)^2 + S'_l (x + x_2) + \Delta y'; \\ y'_5 = S'_H (x + x_3)^2 + S'_l (x + x_3) + \Delta y', \end{cases} \quad (2)$$

де y'_i – сигнал на виході сенсора в кожному i -му такті вимірювань ($i=1 \div 5$).

В результаті рішення системи когерентних нелінійних рівнянь величин (2), отримуємо рівняння надлишкових вимірювань контрольованої фізичної величини:

$$x = x_2 x_3 \frac{(y'_5 - y'_4) - (y'_3 - y'_2)}{(x_3 + x_2)(y'_3 - y'_2) - (x_3 - x_2)(y'_3 + y'_2 - 2y'_1)}. \quad (3)$$

Отриманий результат вимірювання не залежить від значень параметрів S'_H , S'_l нелінійної функції перетворення та їх відхилень від номінальних значень. Тобто, зникає необхідність у лінеаризації ФП або у роботі на лінійній ділянці вхідної характеристики сенсора. Це здійснюється за рахунок використання операції віднімання значень вихідних сигналів у чисельнику та знаменнику, що призводить до виключення адитивної складової похибки вимірювання. Завдяки ж операції ділення виключається мультиплікативна складової систематичної похибки. Все це в кінцевому результаті сприяють підвищенню точності вимірювання.

Ще однією особливістю МНВ є можливість здійснювати метрологічний контроль параметрів ФП [1–3]. Для цього визначають параметри ФП, усереднюють їх і порівнюють з допустимими нормами відхилень визначених параметрів ФП. Значення параметрів S'_H , S'_l квадратичної функції перетворення визначають з системи (1):

$$S'_H = [x_3(y'_2 - y'_1) - x_2(y'_3 - y'_1)] / x_3 x_2 (x_2 - x_3), \quad (4)$$

$$S'_l = [x_3^2(y'_1 - y'_2) + x_2^2(y'_3 - y'_1)] / x_3 x_2 (x_2 - x_3). \quad (5)$$

Визначення параметрів S'_H , S'_l нелінійної функції перетворення і порівняння їх з довірчими інтервалами забезпечує встановленню характеру їх зміни у часі і тим прогнозувати метрологічну надійність.

Наведені варіанти математичних моделей застосовуються у випадку, коли випадкова складова похибки незначна. Якщо при вимірюваннях виникає випадкова складова похибка, яка представляє собою стаціонарний процес, то в цьому випадку здійснюється вимірювальне перетворення кожної фізичної величини (ФВ) n раз із наступною статистичною обробкою даних. В залежності від процедури обробки результатів багаторазових вимірювань ФВ МНВ запропоновано використовувати два підходи. При першому підході здійснюється багатократне вимірювання кожної фізичної величини по n разів, а обробка результатів проміжних вимірювань здійснюється згідно з рівнянням надлишкових вимірювань (6):

$$x = x_2 x_3 \frac{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{5i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{4i}\right) - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{3i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{2i}\right)}{\left(x_3 + x_2\right) \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{3i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{2i}\right) - \left(x_3 - x_2\right) \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{3i} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{2i} - 2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_{1i}\right)}. \quad (6)$$

При другому підході вже цикли вимірювань проводять n разів (з одноразовим вимірюванням кожної ФВ), а отримані дані обробляють відомим методом згідно з рівнянням надлишкових вимірювань (7).

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[x_2 x_3 \frac{(y'_{5i} - y'_{4i}) - (y'_{3i} - y'_{2i})}{(x_3 + x_2)(y'_{3i} - y'_{2i}) - (x_3 - x_2)(y'_{3i} + y'_{2i} - 2y'_{1i})} \right]. \quad (7)$$

Таким чином, здійснюється статистична обробка результатів багаторазових вимірювань за тактами чи циклами. З теорії статистичної обробки даних відомо, що, при багаторазових n раз вимірюваннях ФВ, забезпечується зменшення випадкової складової похибки в \sqrt{n} раз.

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що МНВ при нелінійній ФП забезпечують не тільки виключення систематичної складової похибки вимірювання, обумовленою зміною параметрів ФП, а й зменшення в \sqrt{n} випадкової складової похибки. Крім того, МНВ не потребують лінеаризації нелінійної ФП або роботи на лінійній ділянці вхідної характеристики завдяки обробці проміжних вимірювань по рівнянню надлишкових вимірювань, в якому виключається вплив на результат вимірювання абсолютних значень параметрів нелінійної функції перетворення сенсора та їх відхилень від номінальних значень. Але слід зазначити, що дана особливість виконується за умови, коли що зміна їх параметрів залишається незмінною за час проведення циклу вимірювання.

Додаткове обчислення крутості перетворення забезпечує можливість визначити час виходу цих параметрів за довірчі інтервали та спрогнозувати метрологічну надійність.

Л і т е р а т у р а

1. Кондратов В.Т., Корогод А.А. Избыточная пирометрия: состояние и перспективы развития /, А.А. Корогод // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2017, №2. С. 37–47.

2. Кондратов В.Т. Новая эра развития теории метрологической надежности – функция распределения Кондратова – Вейбулла, ее разновидности, свойства и функциональные возможности / В.Т. Кондратов // Законодательная и прикладная метрология, 2009, №2. С. 21– 22.

3. Shcherban' V., Korogod G., Chaban V., Kolysko O., Shcherban' Yu., Shchutska A. Computer simulation methods of redundant measurements with the nonlinear transformation function/ V. Shcherban', G. Korogod, V. Chaban, O. Kolysko, Yu. Shcherban', A. Shchutska // Eastern – European Journal of Enterprise Technologies, 2019, Vol 2, No 5 (98), p.16–22. DOI: 10.15587/1729–4061.2019.160830.

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ДЕЗІНТЕГРАТОР В ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА З ВИСОКОЮ ДИСПЕРСНІСТЮ

Івашкін О.А. – гр. ЕП–18дм, магістр, ivashoa@gmail.com

Грицюк В.Ю. – к.т.н., gritsyukvy@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є експериментальне визначення можливості використання електромеханічного дезінтегратора багатофакторної дії в технології приготування водовугільного палива з високою дисперсністю.

Одним із способів, що дозволяє здійснювати різні технологічні процеси тонкого й надтонкого подрібнення та диспергування порошкових матеріалів, гомогенного перемішування рідких і твердих порошкових речовин (приготування емульсій, суспензій та ін.), прискорення деяких хімічних реакцій (окислення, відновлення, нейтралізації та ін.), є застосування принципово нового класу електромеханічних перетворювачів енергії – електромеханічних дезінтеграторів багатофакторної дії [1].

На сьогоднішній день водовугільне паливо є альтернативним для традиційних видів палива – вугілля, мазуту, газу та призначене для їх заміни. Проблема пошуку високоефективного обладнання технологічного призначення, яке зможе забезпечити необхідну дисперсність вугілля, залишається досить актуальною. Крім безпосередньої механічної дії робочих тіл і самого електромагнітного поля, на речовину, яка обробляється впливає також ряд супутніх ефектів: нагрів, механоактивація, електризація, широкий спектр локальних акустичних тисків, а при певних умовах також кавітація й електроліз (для рідких матеріалів). В результаті такої комплексної обробки багато процесів прискорюються в десятки, сотні й тисячі разів, а деякі процеси можуть протікати тільки в дезінтеграторі.

Висновок. Найбільший ефект помелу за допомогою електромеханічного дезінтегратора був досягнутий для вугілля марки Т (пласт L–3) – 81,6% фракції менше 200 мкм. Масова частка фракції менш 200 мкм для вугілля марки Т (пласт K–5) склала 58,2%. Отримані результати підтверджують можливість використання запропонованого електромеханічного дезінтегратора багатофакторної дії в технології приготування водовугільного палива з високою дисперсністю.

Л і т е р а т у р а

1. Filatov M.A. Assessing the possibility of using electromechanical disintegrator in coal–water fuel preparation technology / M.A. Filatov, V.Yu. Grytsyuk, V.V. Lisak // Collection of scientific works DonSTU. – Alchevsk: DonSTU. – 2012. – № 37. – P. 325–329.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ІТ–ТЕХНОЛОГІЙ

Каковкін С. В. – ст. викл. кафедри військової підготовки, gokserkov@i.ua
Вінницький національний технічний університет

Вступ. Серед проблем в області ІТ–технологій важливе місце займають підготовка і перепідготовка кадрів. Це обумовлено повсюдним переходом аналогових і цифрових АТС на використання мереж з пакетною комутацією, а також розвитком мережі Інтернет.

Особливості використання програмних імітаторів у підготовці студентів

В дійсний час Інтернет є глобальною мережею передачі даних у всесвіті і стає всеохоплюючим (ІоЕ). Інтернет складається з безлічі великих і малих мереж, а також індивідуальних комп'ютерів, які пов'язані між собою. Основу Інтернету складають ІР–технології пакетної комутації повідомлень. Вимоги до знань основ технологій мереж пакетної комутації роботодавці висувають і до вступників на роботу випускникам вузів. Широко поширеним обладнанням в мережах пакетної комутації є комутатори і маршрутизатори фірм Cisco і Huawei. Тому навчання студентів має бути орієнтоване саме на обладнання цих фірм. Освоєння основ конфігурації зазначеного обладнання, дасть змогу працювати з будь–яким мережним устаткуванням. При використанні реального обладнання, наприклад, з 4 маршрутизаторів і 4 комутаторів група студентів з 5–7 осіб змушена конфігурувати один маршрутизатор, що знижує ефективність навчання. Для усунення даного недоліку в додаток до існуючого обладнання використовуються програмні імітатори функціонування мережі. В даний час мережева академія Cisco надає кожному слухачеві курсів CCNA симулятор Packet Tracer, а Huawei – кожному зареєстрованому користувачу дає можливість моделювати мережу на емуляторі eNSP. Зазначені пакети мають дуже широкі можливості по моделюванню мережі і налаштуванню пристроїв. Слід зазначити також загальнодоступний відкритий симулятор Graphical Network Simulator – GNS3, який має великі можливості, але вимагає багато обчислювальних ресурсів.

Особливістю GNS3 є здатність об'єднання змодельованої мережі і реального обладнання. Конфігурація маршрутизаторів і комутаторів в середовищі програмних імітаторів зовні нічим не відрізняється від роботи з реальним обладнанням. При цьому на кожному комп'ютері із встановленим імітатором можна конфігурувати досить складну мережу, що включає кілька маршрутизаторів, комутаторів і комп'ютерів, а також деяких інших мережевих пристроїв, таких як сервери, IP-телефони. Подібні комплекси дозволяють студентам повноцінно освоїти програмування апаратури без ризику пошкодити реальну апаратуру мережевого комплексу. На реальному ж обладнанні проводиться закріплення отриманих знань і навичок. Студенти, які вже використовували технології локальних і глобальних мереж з комутацією пакетів, основи забезпечення безпеки мереж на комутаторах і маршрутизаторах, зможуть ефективно створювати захищені мережі, як локальні, так і розподілені.

Висновок. Надбані знання і врахування особливостей побудови і функціонування мереж, конкретних стандартів і протоколів є основою успішного вирішення завдання підготовки ІТ-спеціалістів.

Л і т е р а т у р а

1. Теория и практика дистанционного обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева и др.]; под ред. Е. С. Полат. – М.: Академия, 2004. – 414 с.
2. Hamburg Declaration on Adult Learning. The Fifth International Conference, on Adult Education. – Hamburg. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unesco.org/education/uie/confintea/declaeng.htm>.
3. Дистанційна освіта – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance/>.
4. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти / В. Ю. Биков // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – № 1(15). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>.
5. Биков В.Ю. Відкрита освіта в Єдиному інформаційному просторі // Педагогічний дискурс : зб. наук. праць / гол. ред. І.М. Шоробура.– Хмельницький : ХГПА, 2010. – Вип. 7. – С. 30–35.
6. Дефіцит ІТ-фахівців в Україні становить 30% // УНІАН ОСВІТА, 29.04.2011 [Електронний ресурс]. – Загол. з екрану. – Режим доступу : <http://education.unian.net/ukr/detail/190597>.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Кобяков С.В. – гр. ЕСЕОЗА–1818, skobyakov34@gmail.com

Голубєва С.М. – ст. викладач, glbvnu@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

Існує ряд шляхів підвищення терміну експлуатації електродвигунів, наприклад: вдосконалення двигуна без зміни геометрії складових двигуна; удосконалення двигуна зі зміною геометрії статора і ротора двигуна; застосування серійного двигуна підвищеної потужності тощо. Проте практика експлуатації електродвигунів показує, що збільшення терміну служби й підвищення надійності їх роботи дає відносно більший економічний ефект, ніж поліпшення інших техніко–економічних показників: ККД, коефіцієнта потужності, коефіцієнта використання.

Якщо розглядати з суто економічної сторони – електродвигун, що відмовив, потребує заміни або капітального ремонту. Вартість капітального ремонту порівнянна з вартістю нового двигуна. Вартість поточного або середнього ремонту в 4–6 разів дешевше за вартість нового електродвигуна. В будь–якому разі, кожен з цих підходів має свої переваги, недоліки і обмеження щодо застосування. вибір оптимального варіанту можливий тільки через економічну оцінку кожного з варіантів.

Метою роботи є огляд на наявні в даний момент методи підвищення терміну експлуатації електричних двигунів, а також на тенденції розвитку цих методів.

Методи підвищення терміну служби умовно можна розділити на два етапи: 1) Експлуатаційні; 2) Проектувальні. Експлуатаційні спрямовані на підтримку робочого стану, нагляд за технічним станом та параметрами електричної мережі, особливостями ремонту. В той час як проектувальні направлені на розробку надійного двигуна, який не буде потребувати великих трудозатрат в експлуатації та ремонті.

1) «Експлуатаційні» включають наступні стадії:

1.1. *Експлуатація.* Відхилення напруги від номінального значення, зазначеного на таблиці електродвигуна, тягне за собою зміну його обертового моменту, струмів, температур нагрівання обмоток і активної сталі, енергоекономічних показників коефіцієнта потужності і ККД. Зменшення напруги нижче 95% від номінального характеризується значним збільшенням струмів і нагріванням обмоток. Підвищення температури нагріву насамперед надає шкідливий вплив на ізоляцію обмотки статора, викликаючи її передчасне

старіння. Збільшення напруги понад 110% від номінального супроводжується впершу чергу підвищенням нагріву активної сталі і загальним збільшенням нагріву обмотки статора в міру збільшення струму. Відхилення напруги в межах від 95 до 110% номінального не викликають настільки серйозних змін параметрів електродвигуна і тому є допустимими.

Однак оптимальні показники і характеристики електродвигуна забезпечуються при напругах в межах від 100 до 105% номінального. З метою збереження оптимальних параметрів електродвигуна, створення найкращих умов для його пуску необхідно підтримувати напругу на шинах на рівні верхньої межі, тобто 105% від номінального.

1.2. *Діагностика*. Наразі, тенденція в розвитку діагностики схиляється до автоматизації цього процесу, що несе за собою розширення методів діагностики, зростання її точності, в тому числі через зменшення людського фактору. Існуючі методи діагностики електродвигунів (методи омметра, мегомметра, трансформатора, імпульсний) проводять аналіз вимкненого двигуна, тому не визначаються багатьох несправностей, що виявляються тільки при режимі робочого навантаження двигуна. Робочий струм двигуна також не може досліджуватися методом осцилографа–самописця, так як цей метод має низька роздільну здатність і вимагає високо–кваліфікованого інженера для розшифрування. Багаторічна практика показує, що існуючі методи не виявляють багатьох несправностей електродвигунів.

Використання нейронної мережі для опрацювання знятих параметрів(температура, параметри струму, характеристики магнітного поля та ін.) під час роботи електродвигуна надає можливість точно діагностувати двигун, за допомоги більшої кількості параметрів. Також перевага в тому, що для діагностики електричного двигуна немає прямої необхідності відключати його від електроприводу, демонтувати та розбирати сам двигун.

1.3. *Ремонт*. Враховуючи економічні особливості ремонту електродвигуна, капітальний ремонт допустимий лише за випадку, коли здійснення заміни неможливе, із–за цього, також допустиме нехтування часткової втрати робочих параметрів та характеристик двигуна. В той же час, поточний ремонт не вигідно проводити завелику кількість разів, тому після завершення безаварійного періоду експлуатації та початку частих поломок – двигун необхідно замінити чисто з економічних зображень.

2) «Проектувальні». Основними експлуатаційними причинами виходу з ладу двигунів, окрім неправильної експлуатації, є ефективність охолодження та перегрів обмоток, що призводить до погіршення ізоляції і як наслідок – пробоїв, коротких замикань та згоряння самих обмоток. Тому при проектуванні електродвигуна повинно бути враховано велика кількість параметрів,

основними з яких, для довшого життя двигуна мають бути площа перерізу дроту обмотки, його товщина, матеріал та клас ізоляції та система охолодження і її продуктивність. Проте, насправді, найбільшу долю у виході з ладу двигунів грає заводський брак, який згідно досліджень досягає 52%(у асинхронних двигунів). Таким чином, зі сторони проектування та виготовлення необхідно приділяти значну увагу культурі та якості виробництва.

Висновок. На підставі проведеного аналізу можна константувати, що в довготривалій перспективі, акцентуація на грамотній експлуатації електродвигунів та їх подальший ремонт (в межах 3–4 разів, при незначній втраті робочих характеристик) приносить більш вигоди і виглядає більш практичним, ніж заміна на нові. Також, враховуючи специфіку експлуатації електродвигунів на морському транспорті, заміна не завжди можлива. Відповідно повинні бути умови для ремонту електричних машин, в тому числі екстреного та капітального характеру, на борту судна, враховуючи значну роль електроприводів у вантажних системах та системах життєзабезпечення.

Л і т е р а т у р а

1. Буданов П. Ф. Перспективи та концепція розвитку сучасних методів діагностування електродвигунів / П. Ф. Буданов, Ю. О. Ясинський, С. Є. Кальний. // Збірник наукових праць Харк. ун-ту Повітряних Сил. – 2013. – Вип. 2(35).–С.135–137.
2. Швець О. М. Діагностика електродвигунів стрілкових переводів на основі нейроно–мережевого моделювання даних спектрального розкладання струмів / О. М. Швець // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 29. – С. 184–189.
3. Експлуатація електродвигунів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bezremonta.net/elektrika/2945-.html> (дата звернення 19.11.2019).

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Никитюк Є.Ю. – гр. ЕСЕОЗА–1818, jenyakool@gmail.com

Губаревич О.В. – к.т.н., доц., oleg.gbr@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є аналіз існуючих та перспективних напрямків розвитку методів діагностики асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.

Асинхронні двигуни (АД) з короткозамкненим ротором найбільш широко використовуваний тип електричних машин. АД застосовуються, практично, у всіх сферах промисловості: виробництві, транспорті, нафтохімічній, гірничодобувній, енергетичних системах та ін. Це обумовлено їх високою надійністю, простотою конструкції, високою перевантажувальною здатністю та високою енергоефективністю. Однак, як всі технічні засоби, асинхронні двигуни вимагають обслуговування та контролю технічного стану для підвищення надійності їх роботи. Одним з основних способів запобігання раптових відмов є своєчасна діагностика технічного стану сучасними методами, що постійно удосконалюються.

Сучасний спосіб діагностування електродвигунів повинен відповідати наступним вимогам з урахуванням сьогоденних потреб [1].

– висока достовірність і точність виявлення несправностей і пошкоджень електродвигуна;

– можливість виявлення в одному пристрої всіх, або значної частини, електричних і механічних пошкоджень електродвигуна і пов'язаних з ним механічних пристроїв;

– проведення діагностичних вимірювань дистанційно, що актуально в тих випадках, коли доступ до обладнання утруднений;

– низька трудомісткість діагностичних робіт (вимірів) і простота проведення вимірювань;

– можливість проведення аналітичної обробки отриманих результатів вимірювань за короткий час із застосуванням обчислювальних і програмних засобів.

Більшість сучасних методів універсальної діагностики базується на аналізі вібрації працюючих машин і устаткування. Суть таких методів полягає в вимірі і аналізі вібраційних параметрів в різних точках електродвигуна. Так, аналіз сигналів з вібродатчиків, встановлених на підшипниках електричних машин або при використанні контактних приладів, дозволяє виявити багато

специфічних причин підвищеної вібрації. Багато пошкоджень електричного характеру також мають прояви підвищення або зміни спектру вібрації [2].

В даний час широке поширення отримав метод спектрального аналізу споживаного струму. Важливою перевагою цього підходу є те, що проведення моніторингу струму електродвигуна може бути виконано як безпосередньо на ньому, так і в електрощиті живлення (управління) [3]. Фізичний принцип, покладений в основу цього методу полягає в тому, що будь-які несправності в роботі електричної та (або) механічної частини електродвигуна і пов'язаного з ним пристрою призводять до змін магнітного потоку в зазорі електричної машини і, отже, до слабкої модуляції споживаного електродвигуном струму. Наявність в спектрі струму двигуна характерних (і незбіжних) частот певної величини свідчить про наявність пошкоджень електричної або механічної частини електродвигуна і пов'язаного з ним механічного пристрою.

Найбільш вдалим сучасним методом є використання програмно-апаратного комплексу, схема якого зображена на рис. 1, а, що складається з комп'ютера і цифрового пристрою-посередника, який провадить необхідні вимірювання і передає їх до комп'ютеру [4-6]. Схема підключення вимірювальної частини комплексу до ланцюга електродвигуна приведена на рис.1, б.

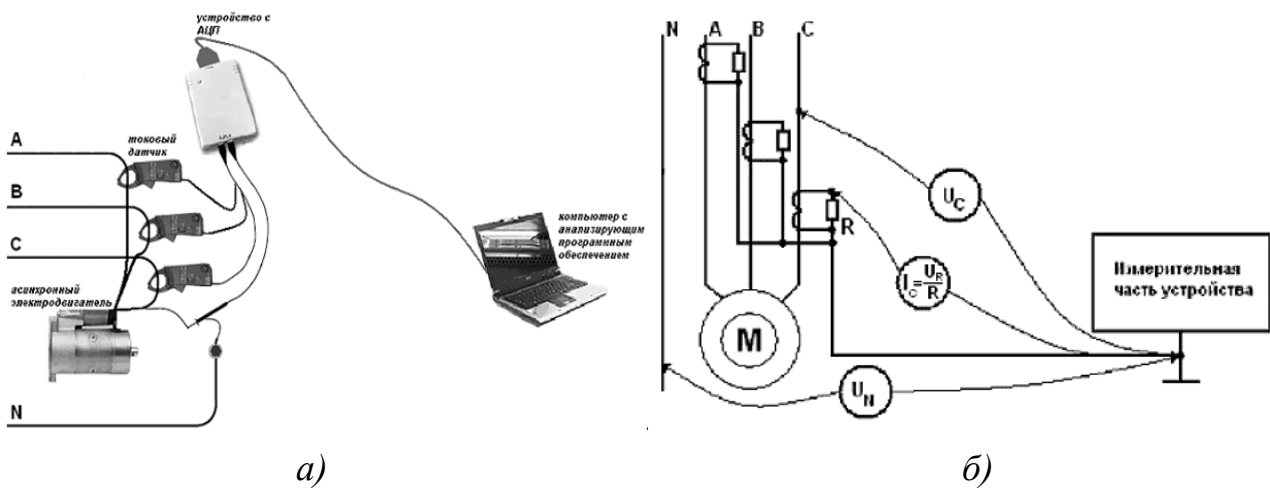


Рис.1 – Програмно-апаратний діагностичний комплекс:
 а) схема складових діагностичного комплексу;
 б) схема підключення вимірювальної частини комплексу до ланцюга електродвигуна

У якості вимірюваних електричних величин можуть бути: оперативний струм, споживана потужність та ін. Завдяки комп'ютерним програмним продуктам, які використовуються для цієї мети, певним чином

відбувається обробка вхідної інформації і визначення найбільш ймовірних видів пошкодження працюючого електродвигуна або пропонується висновок про його технічний стан. Цей метод вважається найбільш ефективним, оскільки дозволяє зберігати на комп'ютері великі бази даних з інформацією про відслідкування динаміці пошкодження електродвигуна з подальшим прогнозуванням виходу його з ладу.

Найновітнішим та найперспективнішим можна вважати методи з використанням штучних нейронних мереж при повній автоматизації процесу та змозі попередження пошкоджень. Такі методи ще знаходяться на етапі досліджень [5, 6].

Здійснювані дослідження цього методу спрямовані на наступні аспекти:

1. Вибір оптимальної структури схеми практичної реалізації методу діагностики асинхронного двигуна;
2. Розрахунок і вибір необхідного обладнання;
3. Подання робочої схеми для практичної реалізації діагностики асинхронного двигуна в процесі його експлуатації.

Таким чином, на основі проведеного аналізу можна констатувати, що існує велика кількість методів діагностики асинхронних двигунів з різними функціональними підходами, які постійно удосконалюються. Всі методи мають свої сильні та слабкі сторони, але обмежені можливості використання та відсутність універсальності діагностування дефектів різної природи, не в повній мірі задовольняє потребам різних споживачів.

Висновки. В роботі розглянуті основні вимоги та перспективи вдосконалення методів діагностики технічного стану асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. На сьогоднішній день вже існує значна кількість методів діагностики стану асинхронних двигунів з контролю безпосередньо в процесі експлуатації. Всі методи постійно удосконалюються, що підтверджує актуальність та практичну значущість подальшого розвитку діагностичного обладнання. Найбільш перспективним напрямом діагностики слід вважати методи з використанням штучних нейронних мереж при повній автоматизації процесу та змозі попередження пошкоджень. Такі методи ще знаходяться на етапі розробки та досліджень.

Л і т е р а т у р а

1. Титко А.И., Васьковский Ю.Н. Научные основы, методы и средства диагностики асинхронных двигателей. – Наш формат, 2015. – 300 с.
2. Ширман А.Р., Практична вібродіагностика і моніторинг стану механічного обладнання / Ширман А.Р., Соловійов А.Б. – Москва, 1996. 276с.

3. Петухов В.С. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока [Электронный ресурс]/В.С. Петухов, В.А. Соколов // Новости электротехники. – 2005. – №1(31).

4. Титко А.И., Осадчий Е.П., Шаломыгин М.В. Программно–технический комплекс диагностики изоляции обмоток асинхронных двигателей // Новини енергетики. – 1998. – № 8. – С. 38–42.

5. Титко А.И. Новые методы диагностики асинхронных двигателей [Электронный ресурс] / А. И. Титко, В. М. Андриенко, А. В. Худяков, М. С. Гуторова // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2014. – Вип. 37. – С. 58–61.

6. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. — М.: Горячая линия – Телком, 2002. – 382с.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ОЗНАК І ВІДМІННОСТЕЙ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ І МЕХАТРОННОХ СИСТЕМ

Торопов А.С. – викладач, andrei4ik@gmail.com

Морнева М.О. – к.т.н., доц., morneva@gmail.com

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Мета роботи – з'ясувати загальні ознаки і відмінність системи електроприводу в традиційному розумінні і мехатронної системи.

По ДСТУ 2313–93 електропривід – це електромеханічна система, що складається з одного або декількох електродвигунів, перетворювального та керівного пристроїв, що забезпечує рух робочої машини і керування цим рухом.

Електричний привід (ЕП) складається з наступних елементів:

– електродвигунного пристрою (ЕДП), призначеного для перетворення електричної енергії в механічну;

– силового перетворювального пристрою (СПП), призначеного для перетворення параметрів електричної енергії: напруги, струму, частоти, джерела електричної енергії (ДЕЕ) до значень, необхідним для харчування ЕДП;

– передавального механізму (ПМ), що здійснює перетворення параметрів механічної енергії ЕДП до заданого виду (обертальний, поступальний) і встановленим параметрам (крутного моменту, сили, частоти обертання, швидкості), необхідним для функціонування робочого органу (виконавчого механізму) машини або агрегату;

– датчиків параметрів (координат) Д1–Д3, що характеризують поточний стан ЕП, інформація про яких використовується для формування зворотних зв'язків, необхідних для управління рухом відповідно до технологічних і технічних вимог. Координатами є струми і напруги СПП і ЕДП, рушійні і пружні моменти, швидкість, кутове і лінійне переміщення та ін .;

– керуючого пристрою (КП), який на підставі задавального сигналу U_z і сигналів від датчиків зворотних зв'язків виробляє необхідний сигнал управління, що подається на силове перетворювальне пристрій. Сигнал завдання надходить від оператора, програмного блоку або від комп'ютеризованої системи більш високого рівня ієрархії, контролюючого хід технологічного процесу в цілому.

Щодо функціональної схеми мехатронної системи, де мікропроцесор виконує роль керуючого пристрою (КП), формуючи на виході в цифровій формі сигнал управління, виходячи з вступників до нього сигналу завдання від «системи управління індикації» і сигналів від датчиків інформації через вхідні перетворювачі;

– датчики інформації фіксують поточні значення координат руху виконавчого механізму у вигляді електричних сигналів;

– вхідні перетворювачі перетворюють значення електричних сигналів до виду, що приймається мікропроцесором, тобто до цифровій формі;

– вихідні перетворювачі перетворюють цифрове значення вихідного сигналу мікропроцесора в електричний сигнал управління мехатронним модулем;

– мехатронний модуль забезпечує перетворення електричної енергії джерела живлення в механічну з значеннями крутного моменту і швидкості, необхідними для роботи виконавчого механізму.

Зазначимо на загальні ознаки і відмінності розглянутих систем електроприводу і мехатронної системи.

Головною загальною ознакою обох систем є те, що вони є електромеханічними системами і їх завданням є перетворення електричної енергії в механічну і управління рухом робочого органу (виконавчого механізму) відповідно до вимог технологічного процесу. Це означає, що і мехатронні системи, і електропривод відносяться до одного класу – електромеханічних систем.

Розглянута мехатронна система може бути підсистемою складнішої мехатронної системи, що включає в себе кілька мехатронних модулів, що в теорії електроприводу відповідає багатому приводному взаємопов'язаному електроприводу.

Перерахуємо відмінності, що впливають із зіставлення обох функціональних схем.

У мехатронній системі роль керуючого пристрою (КП) виконує мікропроцесор, а в електроприводі це можуть бути і інші, в тому числі аналогові пристрої.

У функціональній схемі мехатронної системи відсутні блоки СЕП – силового електронного пристрою, який живить електродвигун, ЕДП – електродвигунного пристрою, ПМ – передавального механізму. Це можливо лише в тому випадку, якщо виконують їх функції блоки зосереджені в мехатронних модулі. Ця обставина обмежує межу потужності мехатронних систем, тобто створення мехатронних модулів потужністю в сотні і тисячі кВт досить важко.

Таким чином, системи електроприводу, що випускаються в діапазоні потужності від часток Ватт до десятків тисяч кВт є більш широким класом електромеханічних систем (ЕМС), до яких слід віднести і мехатронні системи (МС), які, проте, в силу своїх особливостей, переваг і сфер застосування слід розглядати як спеціальний клас ЕМС.

Висновок. На підставі проведеного аналізу можна заключити, що системи електроприводу і мехатроніки відносяться до одного класу керованих електромеханічних систем.

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ 2313–93. Електроприводи. Терміни та визначення. Код доступу: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=60224
2. Ловейкін В.С. Мехатроніка: навчальний посібник / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Ю.В. Човнюк. – К., 2012. – 357 с.

ТОЧНІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ АНАЛОГОВИМИ ТА ЦИФРОВИМИ ПРИСТРОЯМИ

Бурбела А.С. – гр. ЕСЕОЗА–1818, burbelaanton@gmail.com

Гойжевський О.В. – ст. викладач, avg00011000@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є дослідження технічних характеристик аналогових і цифрових сигналів та точності відтворення електричних сигналів аналоговими та цифровими пристроями.

Коли ми говоримо про сигнал, то зазвичай маємо на увазі електромагнітні коливання, за допомогою яких передається інформація. Сигнали можуть бути аналоговими або цифровими. В процесі передачі сигналу від передавача до приймача можуть виникнути сторонні електромагнітні перешкоди, його форма може бути спотворена, амплітуда, частота і фаза можуть змінитися, спотворюють сигнал також теплові та інші види шумів. Самі передавач і приймач під час перетворення сигналу вносять певні похибки та спотворення.

Характеристики аналогового сигналу. Аналоговий сигнал є неперервним на всьому проміжку часу свого існування. Наприклад, сам по собі звук – це аналоговий сигнал. Аналоговий сигнал має дуже слабкий ступінь захисту від перешкод та стороннього доступу.

Також недоліком аналогового сигналу є можливість зберігання, передачі і тиражування сигналу. При запису на магнітний або вініловий носій якість сигналу буде залежати від властивостей стрічки або вінілу. Кожне зчитування поступово руйнує носій, а перезапис вносить додаткові спотворення, де додаткові відхилення додає наступний носій, пристрої зчитування, запису та передачі сигналу.

Характеристики цифрового сигналу. Цифровий зв'язок і мовлення вважаються більш захищеними від перешкод і від зовнішніх впливів. Вся справа в тому, що при використанні «цифри» аналоговий сигнал перетворюється у цифровий код. Одним з найпоширеніших методів оцифрування є імпульсно–кодова модуляція.

Слід зазначити, що при перетворенні аналогового сигналу у цифровий, виникають певні похибки. Однією з таких специфічних похибок є шум квантування. Шум квантування виникає при перетворенні аналогового сигналу в цифровий. Аналоговий сигнал – безперервний і в ідеалі може мати

нескінченну точність, точність цифрового сигналу залежить від частоти квантування та бітової розрядності аналого–цифрового перетворювача. Різниця між вихідним аналоговим сигналом та оцифрованим обумовлена «округленнями», які іменуються терміном похибки квантування.

Пристрій, що перетворює аналоговий сигнал в цифровий код, називається аналого–цифровим перетворювачем (АЦП). А пристрій, що встановлений в приймачу, і перетворює код в аналоговий сигнал, називається цифро–аналоговий перетворювач (ЦАП).

В залежності від параметрів кодування можна досягти того, що під час передачі цифрового сигналу помилки і спотворення будуть значно меншими, ніж при передачі аналогового сигналу.

До переваг цифрового сигналу відноситься точність при копіюванні і передачі, де оригінал нічим не відрізняється від копії.

Більш того, «цифра» є і більш захищеною від стороннього доступу. Адже, щоб ЦАП пристрої зміг розшифрувати сигнал, необхідно, щоб він «знав» код розшифрування. АЦП разом з сигналом може передавати і цифрову адресу пристрою, обраного в якості приймача. Таким чином, навіть якщо сигнал і буде перехоплений, його важко буде розпізнати через відсутність або частини коду, або алгоритму дешифровки. Основним недоліком можна вважати те, що сигнал в цифровому вигляді є проміжною стадією і точність кінцевого аналогового сигналу буде залежати від того, наскільки детально і точно буде описана координатами огинаюча (наприклад, звукова хвиля). Цілком логічно, що чим більше буде точок і чим точніше будуть координати, тим точнішою буде хвиля. Але до сих пір немає єдиної думки, яка кількість координат і точність даних є достатнім для того, що б сказати, що цифрове представлення сигналу достатнє для точного відтворення аналогового сигналу.

Висновок. Цифрові формати сигналів є постійним компромісом між кількістю і точністю координат проти обсягу файлу і будь–який цифровий сигнал є лише наближенням до вихідного аналогового сигналу. Однак при цьому різний рівень технологій запису і відтворення цифрового сигналу і зберігання на носіях дають більше переваг для цифрового подання сигналу.

Л і т е р а т у р а

1. Цифровой и аналоговый сигнал: в чем сходство и различие, достоинства и недостатки? [Електронний ресурс] // Электрик Инфо – Elektrik.info. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://elektrik.info/main/school/559-cifrovoy-i-analogovyy-signal-v-chem-shodstvo-i-razlichie-dostoinstva-i-nedostatki.html>.

2. Характеристики аналоговых и дискретных сигналов [Электронный ресурс] // Самарский национальный исследовательский университет им. ак. С.П. Королёва. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/4515441/>.

3. Отличия аналогового звука от цифрового [Электронный ресурс] // Soundpal. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/soundpal/blog/378933/>.

4. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ). Параметры и характеристики АЭУ [Электронный ресурс] // ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» – Режим доступа до ресурсу: https://mpei.ru/Structure/Universe/ire/radiotechnical/structure/fprs/studentsLib/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81_%D0%A1%D0%90%D0%AD%D0%A3_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB1.pdf.

РОЗРАХУНОК НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ МЕТОДОМ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Бурбела А.С. – гр. ЕСЕОЗА–1818, burbelaanton@gmail.com

Никитюк Є.Ю. – гр. ЕСЕОЗА–1818, jenyakool@gmail.com

Колесник В.В. – к.т.н., доц., с.н.с., kolesnyk@email.ua

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є розробка програми, що реалізує метод еквівалентних перетворень, який широко застосовується при розрахунках лінійних електричних ланцюгів та їх складових, що складаються з паралельних, послідовних з'єднань опорів, а також з'єднання типу “трикутник” та “зірка” [1], в разі, коли ці ланцюги складаються з нелінійних, або містять, принаймні, один нелінійний опір.

В загальному випадку метод еквівалентних перетворень складається з прямого та зворотного ходів, коли на кожному з етапів прямого та зворотного ходів обчислюються/використовуються значення параметрів, що повністю відображають властивості еквівалентних елементів. Для лінійного варіанту під час прямого ходу на кожному з етапів обчислюється це значення величини опору еквівалентного елемента (послідовне чи паралельне з'єднання), або значення опорів компонентів еквівалентного елемента (перехід від з'єднання “трикутник” до з'єднання “зірка”, чи навпаки).

В роботі пропонується при реалізації методу еквівалентних перетворень для нелінійного варіанту на кожному з етапів використовувати вольт-амперні характеристики вихідних складових елементів електричного ланцюга, що замінюються, з обчисленням/апроксимацією еквівалентної вольт-амперної

характеристики еквівалентних елементів.

Попередні обчислення показали, що для широкого класу нелінійностей практично достатньо використовувати, в разі необхідності, апроксимацію вольт-амперних характеристик поліномами не вище 4-ї степені із збереженням бажаної точності.

Висновок. Апробація розробленого програмного продукту підтвердила ефективність пропонованого підходу у порівнянні з ітераційним методом загальної лінеаризації всіх нелінійних складових схеми на кожному з етапів і розрахунку отриманого лінійного наближення. Пропонований метод фактично здійснює декомпозицію задачі пошуку рішення на множині фактичних значень опару нелінійних складових схеми на задачу визначення еквівалентних вольт-амперних характеристик на прямому ході та їх використання на зворотному.

Л і т е р а т у р а

1. Лукманов В.С. Теоретические основы электротехники. Часть I. Теория линейных электрических цепей: Учебное пособие / В.С. Лукманов; Уфимск. Гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 120 с.

ТЕХНІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ В ЗОНІ ООС (2014–2019 р.)

Ваколюк С. Л. – викладач кафедри військової підготовки

Гладишенко О. С. – гр. ЕЛ–19м, бакалавр

Вінницький національний технічний університет

Метою роботи є розгляд порівняльної характеристики засобів радіозв'язку періоду початку бойових дій 2014 року та стан зв'язку на кінець 2019 року.

Вступ. Як відомо, з початком бойових дій у військах зв'язку на озброєнні були переважно старі аналогові засоби зв'язку, які на той час знаходились в не найкращому технічному стані і були технічно і морально застарілими.

На озброєнні підрозділів були застарілі радіостанції Р–159, на бронемашинах — ще більш давні Р–123. Акумуляторні батареї до переносних Р–159 теж були старі, заряду не тримали, розряджались швидко. Через те часто доводилося керувати підрозділами за допомогою мобільних телефонів. Зв'язок із блокпостами та підрозділами організовували по польовому кабелю, який при обстрілах часто пошкоджувався і зв'язківцям доводилось під ворожими обстрілами відновлювати пошкоджені ділянки.

В 2014 році була велика проблема із забезпеченням підрозділів, які ведуть бойові дії, сучасними засобами зв'язку, багато в чому тоді допомагали волонтери, але 2015-го її вдалося вирішити.

На ротних опорних пунктах з'явилися станції супутникового зв'язку, підрозділи почали забезпечуватись цифровими станціями транкового зв'язку типу «Motorola». Крім обладнання «Motorola», військові підрозділи також мають найсучаснішу радіостанцію третього покоління, яка тільки тепер з'являється в арміях країн НАТО – радіостанцію Falcon III, виробництва американської корпорації Harris.

Радіостанція Falcon III

Falcon III дає нові можливості. Наприклад, можна розгорнути захищену (алгоритм шифрування до AES-256 – гарантована стійкість) та стійку до радіоелектронної боротьби (за рахунок псевдовипадкової перебудови робочої частоти) радіомережу.



Рис. 1 – Радіостанція RF-7800S

Причому не тільки для голосового зв'язку, а саме мережу передачі даних. В тому числі однорангову, в якій немає вразливого центрального вузла. І яка поєднуватиме станції на відстані десятки та сотні кілометрів.

Швидкість буде невелика – до 120 кбіт/с, але цього вистачить для поштового сервера, який вміє маршрутизувати пошту між станціями, а також для Harris Tactical Chat, в якому можна обмінюватись текстовими повідомленнями в реальному часі.

Для цього станцію треба приєднати до ноутбука, перехідник є. Бажано також щоб ноутбук був захищений, бо звичайний іноді дає технічний збій через електромагнітне випромінювані станції.

Термінал супутникового зв'язку RF-7800B, використовує глобальну мережу широкосмугового зв'язку фірми Inmarsat – BGAN та забезпечує

потоків передачу даних з гарантованими швидкостями 32, 64, 128, 256 кбіт/с, пакетну передачу на швидкостях до 492 кбіт/с.

Ширина каналу може бути 25 кГц або 75 кГц. Канал 25 кГц підтримує швидкість передачі даних до 64 кбіт/сек на фіксованій частоті. При ширині каналу 75 кГц швидкість може досягати до 192 кбіт/сек на фіксованій частоті та до 64 кбіт/с в режимі ППРЧ.

Для можливості зустрічної роботи з радіозасобами попередніх поколінь підтримується аналогова телефонія з амплітудною (АМ – amplitude modulation) та частотною модуляцією (FM – frequency modulation) тільки на фіксованій частоті без шифрування (РТ – public text).



Рис. 2 – Радіостанція RF-7800B

Під час ведення бойових дій, щоб уникнути перехоплення інформації бойовиками, регулярно змінюються ключі шифру, а в випадку отримання інформації про втрату чи захоплення станції або загрози компрометації, негайно змінюються ключі.

Для уникнення обстрілів командних пунктів і їх ураження, антени розгортаються максимально приховано, створюються фальшиві вузли зв'язку.

На даний час система зв'язку, яка зараз працює в зоні АТО, значно перевершує ту, яка була до початку проведення антитерористичної операції. Нагальна потреба тактичної ланки практично задоволена.

Сьогодні розпочато забезпечення сучасними засобами зв'язку частин, які знаходяться в пунктах постійної дислокації за межами зони АТО.

Також потрібно відзначити відповідну підготовку офіцерів–зв'язківців, випускників Військового інституту телекомунікацій та інформатизації, які підготовлені до експлуатації нової техніки.

Запровадження у Збройних Силах новітньої автоматизованої системи управління значно підвищить ефективність управління частинами та підрозділами Українського війська, розширить можливості застосування за призначенням.

Висновок. Війна, розв'язана проти України з боку Російської Федерації, спонукає до скорішого впровадження у військах новітніх автоматизованих систем управління. У подальшому практичне використання захищених автоматизованих комплексів зв'язку гарантовано підвищить бойову спроможність наших військ, ефективність застосування артилерії, танкових та механізованих підрозділів.

Л і т е р а т у р а

1. В.Г. Шолудько/ «Організація військового зв'язку» / Шолудько В.Г., Єсаулов М.Ю., Вакуленко О.В., Гурський Т.Г., Фомін М.М. Навчальний посібник, К – 2017, с. 221.
2. http://www.alphatelecom.com.ua/_files.pdf
3. <https://www.harris.com>

УДК 621.3.09

DEVELOPMENT OF THE MODULE OF BIT–PULSE WATER SALINITY USING THE PRINCIPLE OF NATURAL THUNDERSTORM PROCESSES

Grigoryev M.I. – student of group En 4/1
Mykolaiv National Agrarian University

The unsatisfactory mineral composition of the water at the outlet of desalination plants and the growing demands on the quality of drinking water result in a significant need for local mineralization systems of medium and high capacity (1 ... 100 m³ / h), which would be efficient, easy to use and do not create secondary water pollution caused by the addition of chemical reagents.

The application of impulse barrier discharge in the two–phase air–water flow for the salinity of desalinated water is analyzed. Despite many years of scientific interest in electric discharges in different environments, the nature of activation of physicochemical processes by electric discharges in the air–water flow is practically not reflected in the literature. Lack of necessary materials does not allow to purposefully improve electric discharge technologies in the direction of increasing efficiency of water treatment, in particular, mineralization of drinking water.

Employer's research has shown that the main factor contributing to water salinity by impulse barrier discharge in the water–air flow is the oxidizing agents produced by the discharge – hydroxyl radicals (HS), atomic oxygen (O), as well as, to a lesser extent, ozone (O₃). Hydroxyl radicals in the electron–excited state were detected in discharge plasma by emission spectroscopy. The concentration of OH–radicals increases linearly with the increase of discharge energy, frequency and amplitude of voltage pulses.

Pulse barrier discharge in water–air environment is ignited in the air and burns near the surface of water droplets. It causes, on the one hand, relatively low operating voltage and, on the other hand, high efficiency of discharge products impact on treated water. The basis of the mechanism of water treatment by discharge in the water–air flow is formed by reactions of impurities with short lived active particles (OH radicals and atomic oxygen), produced directly in the reactor operating zone.

The initial stage of researches of electrodischarge treatment of water was connected with application of spark discharge in water, the main drawback of which is the local character of energy release. The energy of the power supply source is stored in the formation of the plasma channel, while most of the water in the interelectrode interval remains untreated. The generated shock waves reduce the service life of discharge chamber elements.

Efficiency of water treatment with the help of electric discharge can be increased by providing contact of treated water and discharge plasma not only on the electrode surface, but also in the whole volume of the interelectrode interval. This is achieved by dispersion of water in the air onto droplets that are exposed to discharge. The technology used in the discharge–pulse mineralization unit reproduces the processes taking place in nature during thunderstorm activity. At the same time, electric discharge processes, both natural and complex, occur not in water, but in the gas phase and on the surface of droplets. Thus, the natural properties of water are preserved.

Pulse barrier discharge in the water–air flow develops in the form of a large number of low–intensity channels (micro–discharges), the density of which along the length of the interval is 3 ... 5 cm. It is known that the position of discharge channels between droplets of water affects the efficiency of treatment. Discharge localization in the interelectrode interval was studied by calculating the electric field in the reactor working area. Calculation of the electric field is performed by means of two–dimensional numerical modeling by the finite element method. The case when the voltage on the electrodes is lower than the ignition voltage of the discharge and accumulation of spatial charges does not occur was considered.

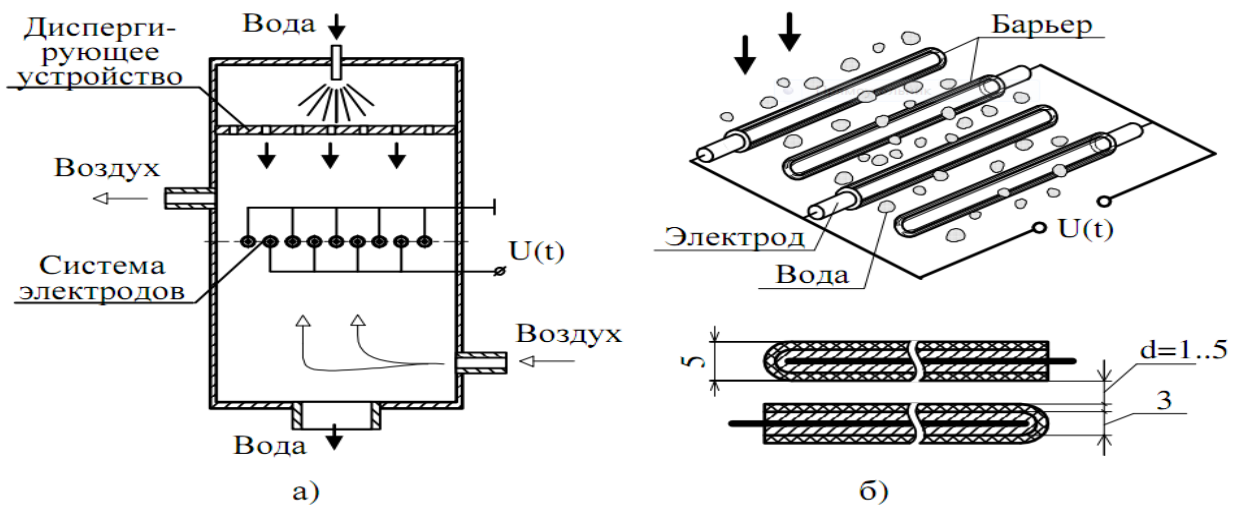


Fig. 1– Reactor (a) and electrode system for water discharge treatment (b)

The results of numerical modeling indicate that when the interelectrode interval is closed with water, the electric field strength in the volume and on the surface of the "jumper" decreases to less than 1.5 kV / cm, which is lower than the ignition intensity of the discharge. In order to avoid closing the discharge gap with water, it is necessary to provide an electrode distance of at least 2 mm, and the average droplet diameter should not exceed the electrode distance ($D_k / d < 1$).

Conclusions. The ignition voltage of the barrier discharge in the water–air environment is lower than in the air, which is caused by the distortion of the electric field in the interelectrode space near the water droplets. Distortion of the electric field should lead to ignition of the discharge mainly near and on the surface of water droplets located between the electrode gap.

The obtained results allow to choose optimal technological parameters of water treatment by impulse barrier discharge in the water–air flow.

References

1. Энергоактивные здания/Н. П. Селиванов, А. И. Мелуа, С. В. Зоколей и др.; Под ред. Э. В. Сарнацкого, Н. П. Селиванова, М: Стройиздат, 1988. – 252 с.
2. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников / – Вид. 2–е, стереотипне. – Львів: Афіша, – 2000. – 348 с.
3. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт». – 2009. – 704 с.

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Данько О.В. – гр. Ен4/1, бакалавр
Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є розроблення структурної схеми електротехнологічної установки, з двохкамерним реактором (ДР) для того щоб мати можливість збільшувати продуктивність очищення в залежності від об'єму рідини що надійшла на переробку.

Синтез електричної принципової схеми будемо здійснювати у відповідності з діючими правилами улаштування електроустановок (ПУЕ). Основною особливістю електроустановки є те, що вона має два канали живлення в системі заряду конденсаторних батарей і два розрядних контури, які вступають у відповідності із потрібною продуктивністю. Величина потрібної продуктивності визначається поточним об'ємом стічних вод і терміном їх переробки [1, 2].

Схема містить трифазний регульовальний дросель ДР з перемикачем і трьома відводами, на вході і виході якого встановлено РС-фільтри. Після регульованого дроселя через головні пари контактів магнітного пускача КМ₂, КМ₂, КМ₂ підключено випрямляч-трансформатор масляний ВТМ, фази первинної обмотки трансформатора (НН) з'єднані в "трикутник", фази вторинної обмотки (ВН) – в "зірку" (рис. 1). Випрямляч ВТМ зібрано по схемі Ларіонова з шістьма високовольтними випрямними стовпами по два на кожен фазу. Корпус трансформатора-випрямляча заземлено. Контроль напруги живлячої мережі здійснюється за допомогою реле напруги РН, яке у разі виходу її значень за припустимі межі відключає живлення котушки магнітного пускача, головні контакти якого розташовані в колі живлення первинної обмотки ВТМ [3].

Заряд ємнісних накопичувачів енергії С₁ і С₂ здійснюється з виходу випрямляча через струмообмежувальні елементи (СЕ) R_{з1} і R_{з2}, відповідно. В зарядний контур, окрім означених елементів включено первинну обмотку трансформатора струму, який застосовується в схемі для підключення реле струму РС, що здійснює відключення електроустановки від первинного джерела енергії (мережі) у разі перевищення розрядним струмом припустимих значень.

Паралельно зарядному контуру підключено дві гілки з електромагнітними блокуваннями, відповідно перший (Еб₁) і другий ступінь (Еб₂). Перший ступінь

електромагнітного блокування перемикає між собою зарядні лінії ємностей обох електророзрядних контурів електротехнологічної установки. Він служить для замикання позитивного виводу конденсатора накопичувача на землю через баластний опір R_B при виключенні електроустановки, або спрацюванні інших систем електробезпеки, що розмикають живлення приводу $Еб_1$. Другий ступінь замикає полюси конденсатора між собою і на землю накоротко через певний проміжок часу після спрацювання блокування першого ступеня. Затримка реалізується застосуванням реле часу РВП22–3 з можливістю налаштування затримки спрацювання. Застосування двох ступенів необхідне для зменшення пікових струмів при спрацюванні системи захисту у випадку повного заряду конденсаторів.

Розрядні контури окрім ємнісних накопичувачів енергії C_1 і C_2 містять високовольтні комутатори $ВК_1$ і $ВК_2$ і два розрядних (H_1 і H_2) проміжки двохкамерного реактора ДР. Заземлення силової частини електроустановки здійснюється в одній точці як показано на схемі. Навантаженням електротехнологічної установки є два розрядні проміжки H_1 і H_2 , які представляють собою суттєво нелінійні навантаження – опір другого роду.

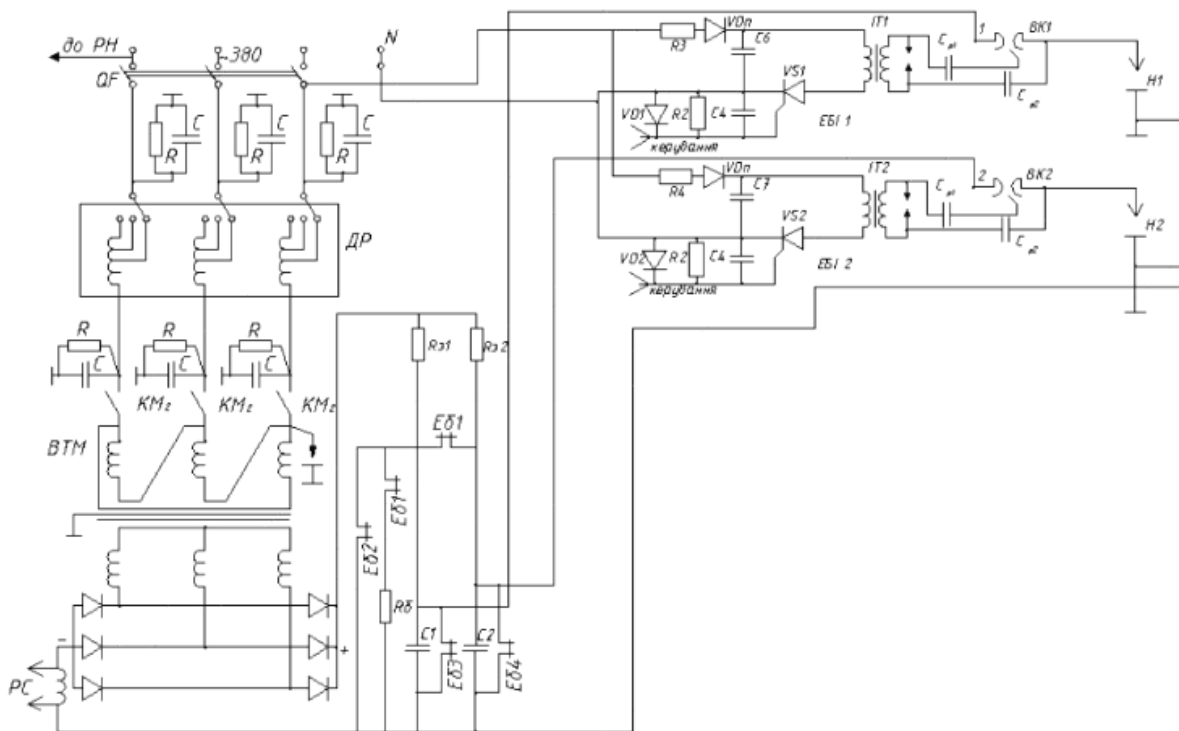


Рис. 1 – Принципова електрична схема електротехнологічної установки

Перекачування енергії між конденсаторами C_1 і C_2 не відбуватиметься внаслідок наявності зарядних опорів, що мають номінал порядку сотень $k\Omega$ [3].

Для вводу, або виводу другого каналу генератора, який обслуговує другу камеру двохкамерного реактора, а також для стабілізації частоти розрядних імпульсів по обом каналам в схемі передбачено два високовольтні блоки ініціювання високовольтного комутатора. Вони однакові і складаються (для 1 каналу) з ємнісного накопичувача С6, що заряджається від мережі через випрямляч VD_п і власний зарядний опір R3. Розрядка С6 на первинну обмотку імпульсного трансформатора IT1 здійснюється при включенні тиристора VS1. Комутація здійснюється за допомогою ємності С4 (VD1 і R2 – захисні діод і опір, нефункціональні елементи). По сигналу "керування", після комутації, з вторинної обмотки IT1 через розділювальні ємності С_{p1} і С_{p2} надходить високовольтний імпульс для ініціювання ВК1. Імпульс "керування" блок надходить постійно з певною частотою від, наприклад, генератора прямокутних імпульсів Г5–63. На другий блок, який виконано за такою ж схемою, імпульс "керування" надходить після спрацювання ВОК₂.

В схемі окрім загальних для обох каналів генератора електромагнітних блокувань, доцільним для підвищення безпеки є застосування окремих пристроїв, що замикають кожен конденсаторну наколотко і розташовані безпосередньо біля відповідних накопичувачів. На схемі ці пристрої позначені як Еб3 і Еб4, вони можуть бути виконані в закритому маслонаповненому корпусі, що дозволяє суттєво зменшити їх масогабарити і розташувати їх біля конденсаторів у разі як розподіленого так і компактного виконання (у загальному корпусі) електротехнологічної установки для очищення стічних вод.

Висновки.

1. Основним фактором знезараження при електричному розряді в рідині є ультрафіолетове випромінювання і продукти термолізу та електролізу води. Роль ударно-хвильових і кавітаційних процесів зводиться до посилення вищезначених факторів.

2. Ефективна зона знезараження досить мала і пов'язана з розмірами плазмового каналу.

3. Слід очікувати, що знезараження випромінюванням можна піддавати порівняно чисту (прозору) воду. Основним знезаражувальним фактором для стічних вод, що володіють здатністю до максимального поглинання випромінювання, очевидно, слід вважати наявність активних складових розпаду як самої води, так і її домішок.

4. Основним недоліком відомих пристроїв знезараження води за допомогою підводного іскрового розряду є низький ресурс електродної системи, внаслідок досить високої агресивності зовнішнього середовища.

Л і т е р а т у р а

1. Сытник И.А. Электрогидравлическое действие на микроорганизмы. – Киев: Здоровье, 1982. – 94 с.
2. Кожин В.Ф. Озонирование питьевой воды. – М.: МКХ РСФСР, 1961. – 209 с.
3. Рязанов Н.Д. Установка для обеззараживания питьевой воды импульсными электрическими разрядами // Электрический разряд в жидкости и его применение в промышленности. – Тез. IV Всес. науч.–техн. конф. (Николаев, 1988г. Ч.П.– С. 225 – 226).
4. Шиектор Я.Б. О стерилизации пищевых отходов электрогидроимпульсными разрядами // Электронная обработка материалов. – 1971. – № 4. – С. 52–57.

УДК. 621.6.02

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ПЛОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР З ВИКОНАННЯМ

Камінска С.І. – гр. Ен1/1(м), магістр

Миколаївський національний аграрний університет

Мета роботи. Розробити установку для аналізу процесу електроплазмолізу рослинної сировини та провести аналіз мікроструктури рослинних клітин.

Вступ. Плодово–овочева сировина являє собою дуже важливу і цінну базу для отримання продуктів здорового харчування. Плоди та овочі, будучи джерелами легкозасвоюваних вуглеводів, вітамінів, харчових волокон та природних антиоксидантів, сприяють регулюванню найважливіших фізіологічних функцій організму. Тому технології переробки плодів і овочів повинні бути орієнтовані на раціональне використання сировинних ресурсів з максимальним збереженням фізіологічно цінних компонентів сировини та збільшенням гарантійних термінів зберігання готової продукції.

Матеріали і результати досліджень. Зовнішній вигляд експериментальної установки наведена на рис.1. Вона складається з лабораторного автотрансформатора Т1, двох тиристорів VD1 і VD2 включених зустрічно паралельно, вимірювального шунта R1 з обмежувачими резисторами, осцилографа і робочих електродів. За рахунок керування тиристорами ми можемо в заданих межах регулювати тривалість обробки.

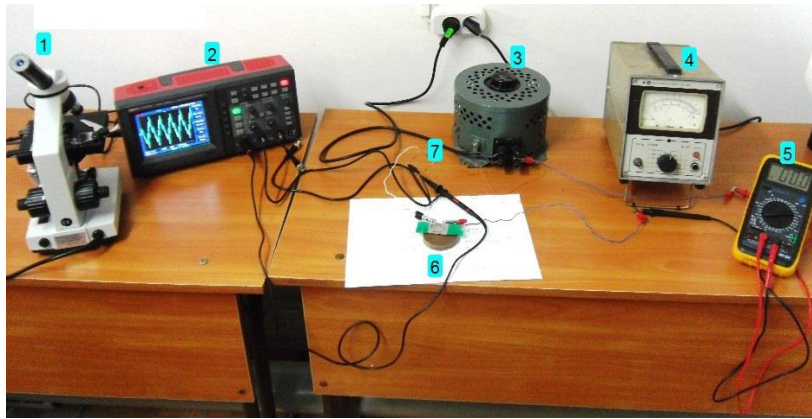
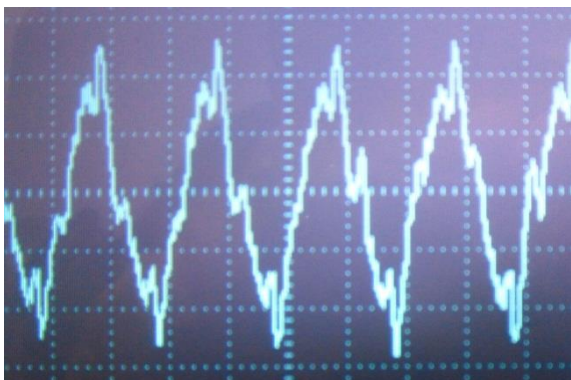


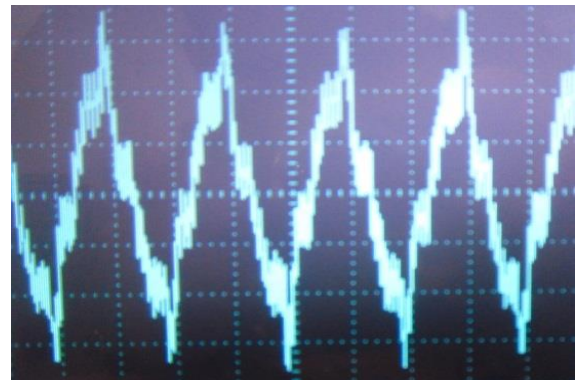
Рис. 1 – Зовнішній вигляд експериментальної установки для дослідження електроплазмолізу:

- 1 – біологічний мікроскоп MICROMED; 2 – цифровий осцилограф;
 3 – лабораторний автотрансформатор; 4 – мілівольтметр;
 5 – мультиметр цифровий МУ-64; 6 – дослідний зразок рослинної сировини;
 7 – шунт для вимірювання струму.*

За допомогою вищевказаної установки знято залежність струму від часу при обробці рослинної сировини. Дані цих досліджень представлені на рис. 2. Масштаб по горизонтальній осі 10 мс на поділку, а по вертикальній 0,01 Ампер на одну поділку. Так ми бачимо, що внаслідок процесів які відбуваються в клітинах змінюється характер проходження електричного струму через досліджуваний зразок. Таким чином можна розробити автоматичну систему моніторингу стану обробки рослинної маси [2].



а



б

Рис. 2 – Осцилограма струму:

- а – на початку процесу електроплазмолізу;
 б – в кінці обробки електричним струмом зразка клітин цибулі*

Обробка результатів експерименту проводилась за допомогою біологічного мікроскопа і цифрової камери. Ці дані свідчать про наявність явища електроплазмолізу при проходженні електричного струму через

рослинну сировину, так як спостерігається часткова деформація або повне руйнування оболонки клітин, що в свою чергу призводить до вивільнення вологи.

Висновки. В роботі проведено аналіз сучасного стану електротехнологічного обладнання та обґрунтовано доцільність застосування установок, що реалізують явище електроплазмолізу рослинної сировини. Опіраючись на дослідні дані розроблено лабораторну установку для дослідження явища електроплазмолізу.

Л і т е р а т у р а

1. С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.В. Левантовский. Новый класс алгоритмов скольжения второго порядка. Математическое моделирование, М.: Наука, 2007, том 19, №1, С. 89–100.
2. Волянский Р.С., Садовой А.В. Система управления следящим электроприводом со скользящим режимом 2–го порядка, Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДУ, 2010. – Вип. 4/2010 (63) частина 3. – С.11–14.

УДК. 615.07

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ДАТЧИКА СТРУМУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

Лобчук С.М. – гр Ен 3/1, бакалавр
Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є аналіз та розробка датчика перехідних процесів, які необхідні для вимірювання імпульсів з більшим максимальним значенням.

Для вимірювання більших несинусоїдальних струмів звичайно використовуються два способи – за допомогою шунтів і повітряних трансформаторів струму (називаних далі поясами Роговського). В обох випадках одержують напругу, більш–менш таку, що повторює хід часової залежності вимірюваного струму[1]. Вимірюваний сигнал реєструється осцилографом. Розповсюджений спосіб реєстрації часового ходу несинусоїдальних струмів заснований на вимірюванні спадання напруги на вимірюваному опорі (шунті), включеному в розрядний ланцюг. Вимірювальний сигнал $u_u(t)$ передається до осцилографа по коаксіальному кабелю, що має на кінці узгоджувачий опір [2].

Шунти. Розповсюджений спосіб реєстрації часового ходу несинусоїдальних струмів заснований на вимірюванні спадання напруги на вимірюваному опорі (шунті), включеному в розрядний ланцюг (рис. 1). Вимірювальний сигнал $u_u(t)$ передається до осцилографа по коаксіальному кабелю, що має на кінці узгоджувачий опір [5].

Спадання напруги $u_u(t)$ змінюється в часі пропорційно струму $i(t)$, якщо опір шунта є чисто активним у певному діапазоні частот:

$$u_u(t) = Ri(t).$$

При великих значеннях струму це важка умова, а іноді й неможлива для виконання. Будь-який шунт, по якому протікає струм, створює поблизу себе електромагнітне й електричне поля. Наявність цих у принципі непереборних паразитних полів ураховують в еквівалентній схемі заміщення у вигляді послідовно з'єднаних ідеального активного опору й індуктивності.

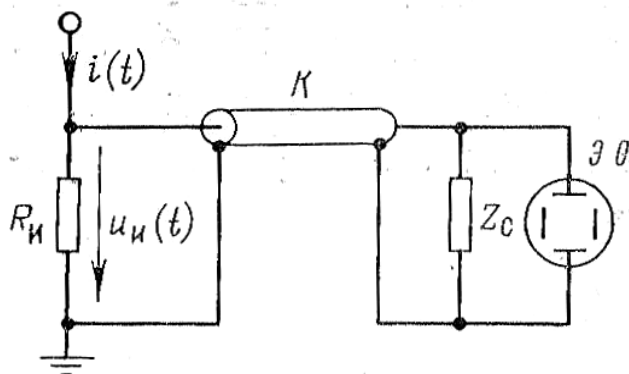


Рис. 1 – Вимірювання струмів, що швидко змінюються, за допомогою шунта R : K – коаксіальний кабель; Z_c – узгоджувачий опір; ЭО – електронно-променевий осцилограф

Паралельно виводам шунта включена також деяка паразитна ємність. Порівняно більші вимірювальні опори (наприклад, опір додаткових резисторів при вимірюваннях високих змінних напруг) дозволяють не враховувати їхню індуктивність, тому що ωL стає порівняною з R тільки при дуже високих частотах, у той час як $1/\omega C$ стає помітним у порівнянні з R при набагато менших частотах. При малих значеннях опору вимірювальних резисторів звичайно можна зневажати ємністю, а індуктивність здобуває все більший вплив у міру зменшення опору. Саме до цього випадку приходимо при розгляді шунта, призначеного для вимірювання більших струмів. Низький опір Шунта ($R=0,1\dots 10$ мОм) обумовлений вимогами відсутності його впливу на ланцюг зі струмом. Відомо, що пристрій для вимірювання струму працює в такому випадку без зворотного впливу, коли його опір менший в порівнянні з опором

іншого контуру (на противагу пристроям для вимірювання напруги, опір яких повинен бути набагато більше внутрішнього опору джерела). Вибір малого опору шунта пояснюється також меншим нагріванням при протіканні через нього струму.

Омічний дільник. Індуктивність L' має значення лише при дуже високих частотах. Конструкцію будь-якого резистора можна характеризувати постійною часу L'/R' . Цю постійну часу часто використовують при розгляді енергетичних характеристик дільника. Так, резистор, виконаний із проводу, не може бути компактним. Однак постійну часу $L'/R'=10$ нс реалізувати можливо [6].

Ємність C'_p є насамперед паразитною ємністю резисторів R' і визначається конструкцією резисторів. Мова йде про дуже малі значення ємності, і варто звертати увагу на $C_p=C'_p/n < 1$ пФ. Але було б невірним приписувати C'_p тільки роль паразитної ємності резисторів, тому що при невисоких частотах отримує все більше значення їхня індуктивність, що буде зображено нижче.

З (2) для схеми заміщення омічного дільника частотна характеристика запишеться у вигляді

$$h_i(s) = \frac{nU_2}{U} = n \frac{sh \frac{1}{n} \sqrt{\frac{(R+sL)sC_e}{1+(R+sL)sC_p}}}{sh \sqrt{\frac{(R+sL)sC_e}{1+(R+sL)sC_p}}} \quad (1)$$

а нормована реакція на прямокутний імпульс згідно (1)

$$g_t = 1 + 2e^{-at} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{ch(b_k t) + \frac{a}{b_k} sh(b_k t)}{1 + \frac{C_p}{N_a} k^2 \pi^2} \quad (2)$$

$$b_k = \sqrt{a^2 - \frac{k^2 \pi^2}{LC_e(1 + \frac{C_p}{C_e} k^2 \pi^2)}}$$

де $a=R/2L$;
 $k = 1, 2, 3, \dots$

$$T = \frac{RC_e}{6} \quad (3)$$

Рівняння (3) є основою часто використовуваної сильно спрощеної схеми дільника. Частотна характеристика й реакція на прямокутний імпульс цієї схеми розраховуються як у чистому RC-ланцюзі, що має такий же час реакції, як і реальний дільник.

З тих пор як Беллаші теоретично досліджував вплив паразитних ємностей C_e на погрішності вимірювань, робились спроби конструктивним шляхом

зменшити, або компенсувати ці ємності. Частково це вдавалося здійснити за рахунок регулювання розподілу поля за допомогою електродів більших розмірів, між якими вбудовувалися резистори (екрановані дільники), або за допомогою додаткових конденсаторів, установлених паралельно ланцюжкам з резисторів, причому ємності конденсаторів підбиралися різною (дільники з регулюванням розподілу напруги по його довжині). Так як цими прийомами вирівнюються лише електростатичне поле струмів, викликане просторовим розподілом резисторів, і електростатичне паразитне поле, то вони не дають позитивного ефекту при високочастотних процесах, під час яких довжина хвилі коливань стає порівнянною з висотою дільника.

Пояс Роговського. З імпульсним струмом, що змінюється в часі, зв'язане утворення поблизу провідників змінного електромагнітного поля. Магнітне поле індукує у витках котушки, що охоплює провід зі струмом, напруга $u_i(t)$, пропорційна похідній струму $di_1(t)/dt$. За допомогою інтегруючої схеми, на яку подається сигнал з котушки, можна одержати імпульс напруги $u_n(t)$, пропорційний вимірюваному струму $i_1(t)$ [8].

Пояс Роговського являє собою котушку, призначену спеціально для вимірювання змінних у часі струмів або їх похідної. Принцип його дії заснований на законі повного струму;

$$\oint_C B dS = \mu_0 i$$

Лінійний інтеграл магнітної індукції B пропорційний повному струму, укладеному усередині контуру інтегрування по замкнутій кривій C . Вона дає зв'язок між вимірюваним струмом і струмом у котушці, тобто характеризує зворотню дію струму в котушці на вимірюваний струм. У більшості випадків цією дією можна знехтувати, тому що звичайно обсяг вимірювальної котушки малий у порівнянні з усім простором, зайнятим магнітним полем вимірюваного струму. Кількість витків повинна бути обрана досить великою, щоб інтеграл повного струму в межах необхідної точності можна було замінити сумою. При диференціюванні індукованої напруги передбачалося, що площа кожного витка перпендикулярна осі котушки. Однак це не зовсім строго виконується через кінцевий крок витків і перекошу окремих витків.

Висновок. Важливою перевагою вимірювання струму за допомогою пояса Роговського є відсутність безпосереднього електричного зв'язка вимірювального ланцюга з контуром вимірюваного струму. Вимірювання можуть бути виконані в будь-якій точці контуру струму. Однак при вимірюванні однократних імпульсів струму за допомогою пояса Роговського не можна передати постійну складову вимірюваного струму, якщо вона є.

При ретельному виконанні котушки, правильному виборі розмірів і параметрів вимірювальної схеми загальна похибка, включаючи похибку осцилографа, може бути менш 3%.

Л і т е р а т у р а

1. Выбор схем электрических соединений подстанций / С. Е. Кокин. – Екатеринбург: Издательство УГТУ–УПИ, 2001.
2. Нормы технологического проектирования подстанций с высшим напряжением 35 – 750 кВ. – 3–е изд., перераб. и доп. № 13865. Т.1. – М.: ВГПИ и НИИ Энергосетьпроект, 1991.
3. Указания по применению различных видов оперативного тока на подстанциях 110 кВ и выше. № 13906М – Т.1. Москва, 1990.
4. Ананичева С. С. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 1995. 55 с.
5. ГОСТ 27514–87. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 40 с.
6. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448с.
7. Правила устройства электроустановок. – 6–е изд. с изм. и доп. – М.: Госэнергонадзор, 2001. – 944 с.
8. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. «Электрооборудование станций и подстанций». М.: «Энергия», 1975.

УДК 67.04

ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІТРЯНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Масєєв В.О. – гр. Ен 3/1, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є аналіз застосування паливних елементів (електрохімічний пристрій) в застосуванні вітряних електростанцій.

Складна ситуація у паливно–енергетичному комплексі України, підвищує актуальність пошуку, розробки і впровадження альтернативних джерел енергії. Вітроенергетичний потенціал України оцінюється в 30–40 $TВт \cdot год / рік$. Придатними для будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) з урахуванням

мілководних узбережних зон та внутрішніх акваторій з глибинами до 20 км вважаються площі до 7 тис.км² (практично весь Південь і Схід України). На теперішній час вартість 1 кВт встановленої потужності сучасної ВЕУ складає біля 800 доларів США, що втричі менше показника 1981р. [1].

Проте слід зазначити, що одним з основних недоліків функціонування ВЕС є нестабільність напруги на виході вітрогенератора. Цей фактор вимагає застосування стабілізаторів напруги для забезпечення стійкої роботи вітрогенератора на акумуляторну батарею, які мають досить обмежений коефіцієнт корисної дії. Разом з тим успіхи в розробці паливних елементів відкривають перспективу їх застосування у вітроагрегатах. Паливний елемент – електрохімічний пристрій, в якому речовини для електрохімічної реакції подаються зовні на відміну від обмеженої кількості енергії, що запасена в гальванічному елементі – акумуляторі. До переваг паливних елементів відносять – високий ККД, економічність та компактні розміри. Напрацювання речовин для електрохімічних реакцій відбувається в електролізері на електроди якого працює вітроагрегат [2]. Система ВЕУ разом з паливними елементами може забезпечувати потреби у водні та кисні та передачу їх до споживача у вигляді електроенергії, що отримується в паливних елементах за рахунок використання цих газів, стиснених у балонах або акумулятованих у спеціальних накопичувачах.

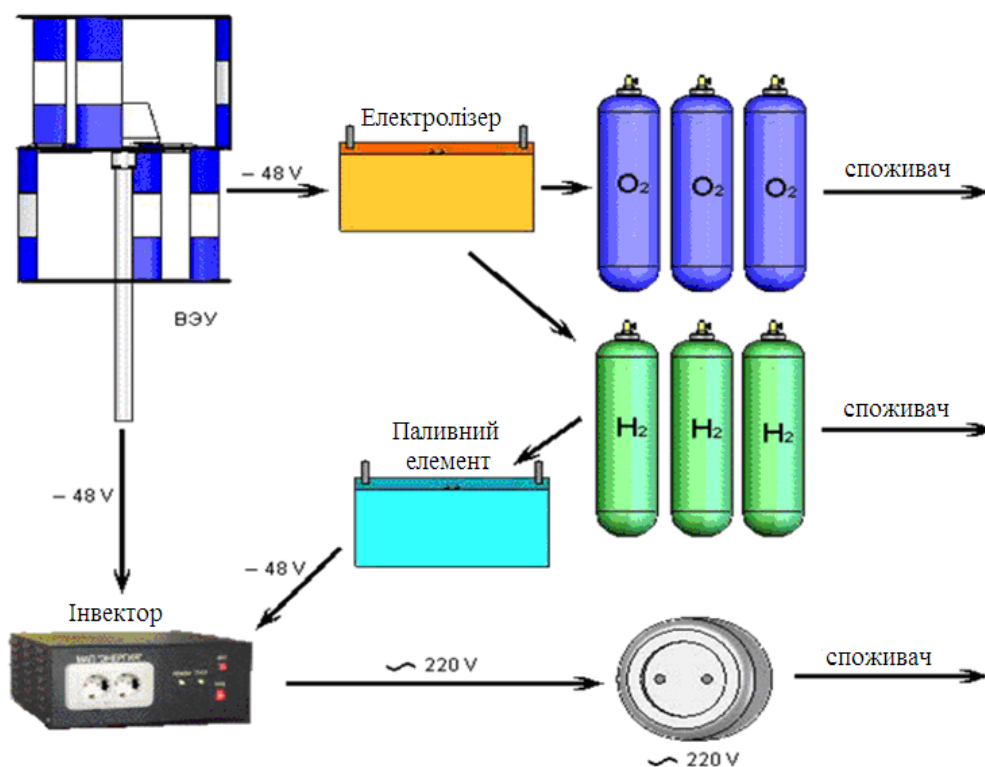


Рис. 1 – Процес утворення та передачі електроенергії система ВЕУ разом з паливними елементами

Висновок. При наявності вітру ВЕУ виробляє електроенергію у вигляді постійного струму з напругою 48 В, що поступає через інвертор (перетворювач постійної напруги 48 В в змінну 220В) використовується споживачем для своїх потреб. Одночасно електроенергія використовується для живлення електролізера, що розчеплює воду на водень та кисень, що запасуються у відповідних ємкостях.

У безвітряну погоду система електронного керування безперебійного живлення дає команду системі зберігання водню про перехід в режим роботи на газі, після чого водень подається на паливні елементи, що виробляють електроенергію у вигляді струму з постійною напругою 48 В, який поступає на інвертор.

Л і т е р а т у р а

1. Р.Титко, В.Калініченко. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава – Краків – Полтава: «OWG», 2010 р. – 533 с.

2. Иванчев С. С., Мякин С. В. Полимерные мембраны для топливных элементов: получение, структура, модифицирование, свойства // Успехи химии. – 2010. – 79, № 2. – С. 117 – 133.

3. Синяк Ю.В. Перспективы применения водорода в системах децентрализованного электро- и теплоснабжения. Рос. хим. журн. – 2008. – № 3. – С. 41–48.

УДК. 621.69

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЗОНУВАННЯ ВОДИ

Севлісян В.С. – гр.Ен 4/1, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є виконати аналіз стану електротехнологічного обладнання для знезараження води за допомогою озону. Розробити функціональну схему генератора холодної плазми для озонування води.

Річкова вода проходить очищення на водопровідних станціях. Основні стадії очищення – фільтрація через природні матеріали (гравій, пісок) і відстоювання є аналогом механізмів природного очищення води. Додатково застосовуються хлорування або озонування, яке видаляє домішки, що окислюються. При цьому річкова вода зберігає вихідний сольовий склад, який є корисним [1].

Після очищення на водопровідній станції вода, незалежно від того, яку основну стадію очищення вона пройшла – хлорування або озонування – перед подачею в трубопровід насичується газоподібним хлором або в неї вводиться гіпохлорит. Введення активного хлору необхідно для того, щоб забезпечити знезараження води під час її руху по трубах до споживача [2].

Тому для очистки води запропоновано використання електротехнологічної установки шляхом озонування за допомогою коронних розрядів.

Ескіз генератора холодної плазми представлений на рисунок 1. Прилад складається з корпусу, в якому знаходиться оброблювана вода 5, розрядні електроди 3 і заземлений електрод 4. Розрядні електроди закріплені у фторопластовому ізоляторі 2. На кожен розрядний електрод 3 через RC-ланцюжок подається висока напруга негативної полярності від джерела живлення 1.

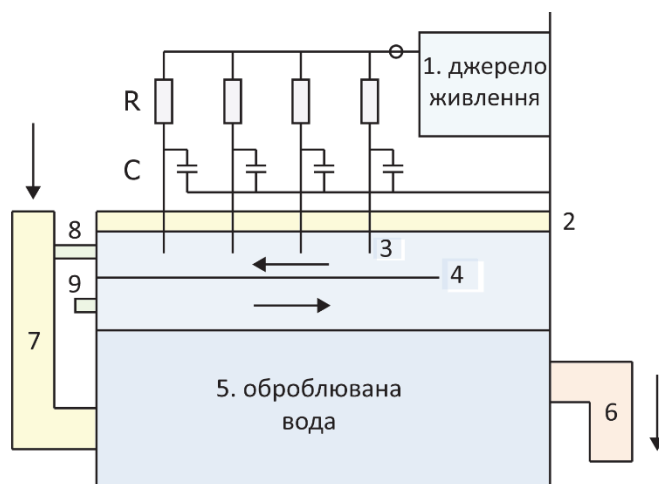


Рис. 1 – Ескіз генератора холодної плазми:

- 1 – джерело живлення; 2 – ізолятор; 3 – розрядні електроди;
- 4 – заземлений електрод; 5 – оброблювана вода;
- 6 – злив обробленої води; 7 – ежектор;
- 8 – трубка виведення активних частинок;
- 9 – трубка подачі свіжого повітря або кисню

Висновок. Обґрунтовано доцільність застосування холодної плазми спалахо–коронного електричного розряду для якісного очищення води. Проведено аналіз фізико–хімічних процесів які протікають в генераторі холодної плазми. Розглянуто основні технологічні параметри установки та витрати на розміщення установки у споживача. Визначено ефективність водоочисного пристрою у видаленні забруднюючих компонентів та результати антимікробних властивостей обробки.

Л і т е р а т у р а

1. Немцев З.Ф., Арсеньев Г.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400с.
2. Кирюшатов А.И. Использование нетрадиционных возобновляющихся источников энергии в сельскохозяйственном производстве. – М.: Агропромиздат, 1991. – 96 с.
3. Будзко И.А., Зуль Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: Агропромиздат, –1990 г. 446 с.
4. Слесаренко В.Н. Дистилляционные опреснительные установки. – М.: Энергоиздат, 1980. – 248 с.

УДК. 621.69

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ЯЄЦЬ ПІД ЧАС ІНКУБАЦІЇ

Тараненко В.В. – гр. Ен4/2, бакалавр, taranenkovlad2020@gmail.com
Миколаївський національний аграрний університет

Озон відрізняється високим окислювальним потенціалом (поступається лише фтору і нестабільним радикалам), простотою, доступністю і можливістю отримання шляхом електросинтезу з повітря в необхідному місці і кількості. Але особливо важливим є те, що озон екологічно сумісний, і він один (крім кисню) бере участь у біологічних процесах навколишнього середовища. Він володіє багатьма властивостями: бактерицидним, фунгіцидним, віруліцидним, дезодоруючим, інсектицидним, демеркуризаційним, стимулюючими та ін. Це різноманіття властивостей, властивих озону, відкриває великі можливості його широкого застосування в сільському господарстві.

Електричний розряд є одним із способів генерації хімічно активних часток [3]. Найбільше електричний розряд використовується для отримання озону. Враховуючи те, що озон є селективним окислювачем, його можна використовувати в боротьбі з патогенними захворюваннями та збудниками інфекційних хвороб у птахівництві. Проаналізуємо конструктивні особливості приладу, що реалізує принципи генерації активних часток, запропоновані в огляді [2] і патентах.

Холодна плазма спалахо–коронного електричного розряду, при негативній полярності високої напруги на розрядному електроді, утворюється в області високої напруженості електричного поля. Якщо вибрати робочу напругу, що

забезпечує початок утворення лавин, і обмежувати струм в розрядній ланцюга, то на електроді виникають імпульси Трічела [4]. При утворенні лавини струм в ланцюзі починає зростати. Обмеження струму на баластному резисторі призводить до падіння високої напруги, яке зменшується нижче порога утворення лавини. При цьому струм розряду падає і напруга знову підвищується. Утворюються імпульси струму амплітудою ~ 200 мА, з частотою ~ 100 кГц. Тривалість імпульсу близько $0,1$ мкс [5]. Якщо розряд відбувається на повітрі в присутності парів води, то утворюються первинні активні частинки: озон, радикали $\text{OH}\cdot$ і $\text{H}\cdot$.

Ескіз генератора представлений на рис. 1. Прилад складається з корпусу, в якому знаходиться оброблювана вода 5, розрядні електроди 3 і заземлений електрод 4. Розрядні електроди закріплені у фторопластовому ізоляторі 2 товщиною 5 мм. На кожен розрядний електрод 3 через RC-ланцюжок подається висока напруга 11 кВ негативної полярності від джерела живлення 1. RC-ланцюг ($R = 20$ МОм, 6 шт по 3,3 МОм типу С 2–33 м, 1 Вт; $C = 34$ пФ, послідовно 2 шт 68 пФ типа С 5–15, 6,3 кВ) використовується для формування розряду необхідного типу.

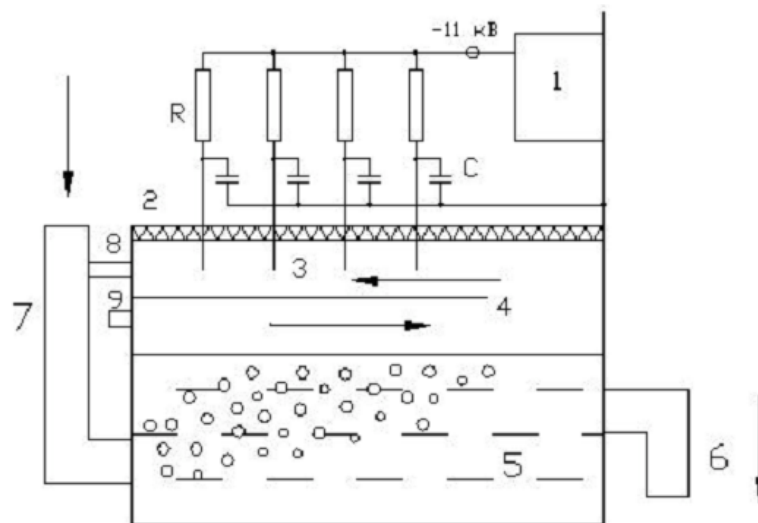


Рис. 1 – Ескіз генератора:

- 1 – джерело живлення; 2 – ізолятор; 3 – розрядні електроди;*
- 4 – заземлений електрод; 5 – оброблювана вода;*
- 6 – злив обробленої води; 7 – ежектор;*
- 8 – трубка виведення активних частинок;*
- 9 – трубка подачі свіжого повітря або кисню*

Джерело живлення являє собою генератор струму, що забезпечує в робочому режимі ($V = -11$ кВ, $I = 4$ мА) динамічний вихідний опір $0,5$ МОм.

Величина розрядного проміжку 6 мм. Для того, щоб забезпечити концентрацію поля на кожному електроді, відстань між електродами повинна складати не менше 25 мм, а довжина кожного електрода не менше 25 мм. Діаметр розрядних електродів 2 мм. Матеріал електродів – дріт з нержавіючої сталі. Електроди спеціально не заточувалися, досить вістря, що виникає на краях при обрізанні дроту. Фотографія розряду, що утворюється між електродами 3 – 4 усередині камери генератора, приведена на рисунку 2.

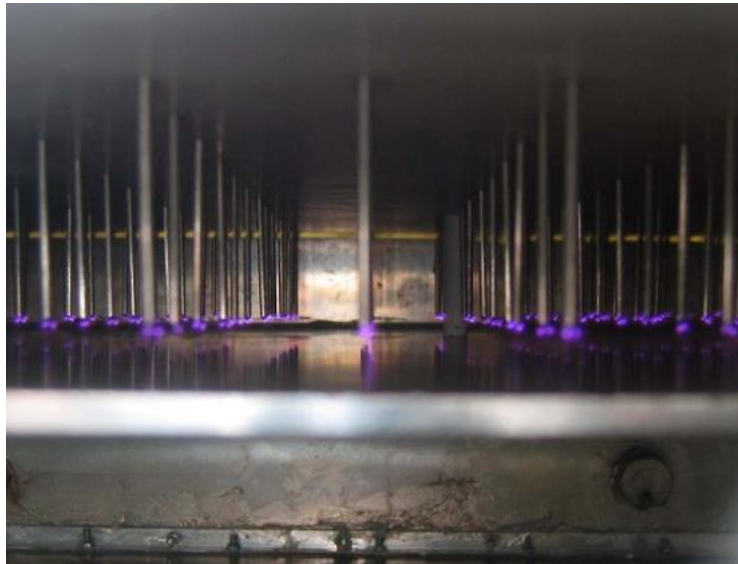


Рис. 2 – Видяд розряду в камері генератора

Висновок. Проаналізувавши властивості озону, це відкриває нам великі можливості його широкого застосування в сільському господарстві. Якщо врахувати те, що озон є селективним окислювачем, його можна використовувати в боротьбі з патогенними захворюваннями та збудниками інфекційних хвороб у птахівництві.

Л і т е р а т у р а

1. Бутко М., Фролов В., Першин А., Тихомиров А. Применение озонаторов коронного разряда в птицеводстве // Птицеводство. – 2004. – № 2. – С. 38–39.
2. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: Методические рекомендации. Под общей редакцией В.И. Фисина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2008. – 119 с.
3. Корса–Вавилова Е.В., Пуресев Н.И., Ткаченко С.Н. Эффективность применения озоновых инновационных технологий на предприятиях агропромышленного комплекса / Озон и другие экологически чистые окислители: наука и технологии: Сб. материалов 31–го Всероссийского семинара. – М.: МАК Пресс, 2010. – С. 46–63.
4. Кривописин И.П. Озон в промышленном птицеводстве. – Сергиев Посад, 1997. – 32 с.

Секція: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ

Батурін Є.О. – гр. МВС–19дм, магістр, baturin2307@gmail.com

Степанова О.Г. – аспірант, ogstepanova@gmail.com

Соколов В.І. – д.т.н., проф., sokolov.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є розробка математичних моделей динамічних характеристик автоматичного електрогідравлічного приводу технологічного обладнання, а також структурних схем математичних моделей обладнання як об'єкта автоматичного керування.

Розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності технологічного обладнання, зокрема, обладнання для механічної обробки матеріалів, може бути досягнуто розробкою та застосуванням систем автоматичного керування [1–3]. Досягнення довільній кінематики робочого органу, можливості програмної реалізації оптимальних законів його руху забезпечується застосуванням гідроприводів, зокрема, автоматичних електрогідравлічних приводів з об'ємним регулюванням в обладнанні потужністю понад 8 кВт [4–6]. Застосування гідроприводу в технологічному обладнанні дозволяє спростити кінематику верстатів, знизити металоємність, підвищити точність, надійність та рівень автоматизації.

Широке використання гідроприводів визначається рядом їхніх істотних переваг перед іншими типами приводів і, перш за все, можливістю отримання великих зусиль та потужностей при обмежених розмірах гідродвигунів. Гідроприводи забезпечують широкий діапазон безступінчастого регулювання швидкості, можливість роботи в динамічних режимах з необхідною якістю перехідних процесів, а також захист системи від перевантаження та точний контроль діючих зусиль. У зв'язку з цим актуальним завданням для синтезу і дослідження систем автоматичного управління технологічним обладнанням є розробка достовірних математичних моделей робочих процесів, що протікають в електрогідравлічних приводах та враховують особливості технологічного призначення обладнання [7–10].

Адекватність розроблених математичних моделей процесу регулювання робочого об'єму насоса, а також гідроприводу в цілому підтверджена експериментально. Математичні моделі технологічного обладнання з

гідроприводом як об'єктів автоматичного керування покладені в основу подальших досліджень по синтезу систем автоматичного керування обладнанням.

Висновок. В результаті виконаних досліджень розроблені математичні моделі динамічних характеристик автоматичного електрогідравлічного приводу технологічного обладнання, а також структурні схеми математичних моделей обладнання як об'єкту автоматичного керування.

Л і т е р а т у р а

1. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Automatic Control System for Electrohydraulic Drive of Production Equipment. 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2018).
2. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – 388с.
3. Харламов Ю.А., Соколов В.И., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлоорежущих станков. – Северодонецк: ВНУ им. В. Даля. – 2017. – 320 с.
4. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Nonlinear simulation of electrohydraulic drive for technological equipment. Journal of Physics: Conference Series 1278, 012003 (2019).
5. Sokolov V., Krol O., Stepanova O. Mathematical model of the automatic electrohydraulic drive with volume regulation // ТЕКА. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Vol. 17. – N 1. – 2017. – Lublin–Rzeszow, Poland. – pp. 27–32.
6. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
7. Sokolov, V., Krol, O., Baturin, Y.: Dynamics research and automatic control of technological equipment with electrohydraulic drive. 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2019).
8. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Северодонецк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
9. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск: ВНУ, 2001.– 64 с.
10. Соколов В.І. Дослідження динамічних характеристик електрогідравлічного приводу технологічного обладнання / В.І. Соколов, О.Г. Степанова, Є.О. Батурін // Вісн. Східноукр. націон. ун–ту ім. В. Даля. – 2019. – № 1 (249). – С. 55–60.

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ВИГОТОВЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

Біленко А.А. – гр. 301ММП, студент, billkatv@gmail.com

Васильєв А.В. – к.т.н., доц., 523097@ukr.net

Попов С.В. – к.т.н., доц., stanislavpoltntu@gmail.com

Васильєв Є.А. – к.т.н., доц., vas.eugene@gmail.com

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Вступ. При створенні нових машин, крім циліндричних, усе ширше використовують профільні з'єднання – це з'єднання деталей машин по поверхні їх взаємного контакту, що має плавний некруглий контур [1]. Профільні з'єднання надійні, але не технологічні, оскільки вимагають наявності спеціального оснащення [2], тому їх застосування обмежене. Однак, все більш популярними вони стають у медичній, аерокосмічній, автомобільній і сантехнічній промисловості й відповідно, майже кожен виробник пропонує свої оригінальні, все нові й нові форми профільних поверхонь. Для можливості створення нових, експлуатаційного обслуговування або ремонту сполучень деталей зазначених з'єднань при їх виготовленні традиційним є спосіб фрезерування, довбання або протягування, однак вказані способи не завжди здійсненні в умовах дрібносерійного виробництва або вимагають наявності спеціального оснащення.

З метою визначення характерних недоліків існуючих способів формоутворення профільних поверхонь вказаним способом для вдосконалення процесу формоутворення профільних поверхонь проводився технологічний аудит. Одним з найбільш проблемних місць даного технологічного процесу є те, що для його впровадження необхідне спеціалізоване оснащення і спеціалізований різальний інструмент, вартість якого дуже велика. Тому вказана технологія не має широкого розповсюдження, а галузь використання обмежена. Як альтернативу спеціального оснащення можна розглянути прошивочну голівку, яка запропонована для обробки наскрізних і глухих фасонних отворів у деталях на свердлильних і фрезерних верстатах, яка була запропонована вітчизняними вченими в 1968 році [4].

Для виготовлення зовнішніх профільних поверхонь, з метою зменшення собівартості, використовується звичайна прошивочна голівка для виготовлення внутрішніх профільних отворів. На прошивочну голівку встановлюється додатковий адаптер, а в адаптері закріплюється матриця для прошивання зовнішніх профільних поверхонь.

Ґрунтуючись на раніше розглянуті конструкції прошивочних голівок [3], нам запропонована суттєво спрощена конструкція прошивочного оснащення

(рис.), у якому як основний вузол використовується стандартний обертовий центр.

Розглянемо спосіб виготовлення профільних отворів на рис. 1. Заготовка 2 затискається у патроні 1 токарного верстата і попередньо обточена на заданий розмір. Стандартний обертовий центр 5 фіксується у різцетримачі токарного верстата за допомогою перехідної втулки 6 конуса Морзе. До втулки приварена пластина у вигляді провухини. Завдяки пластині втулка затискається у різцетримачі 8. На попередньо обточену поверхню заготовки одним кінцем встановлюється матриця 3 с необхідним профілем у яку із незначним натягом впресована втулка 4. У втулці 4 з іншого боку виконаний центровий отвір, через який вона підтискається конусом обертового центра 5 до оброблюваної заготовки. Зміна положення різцетримача відбувається переміщенням поперечного супорта 7. Обертанням різцетримача у напрямку кута β забезпечується кут зламу осі обертового центра α відносно осі обертання отвору заготовки. На рис. 1 кут зламу α вказаний навмисно значним для розуміння процесу. Значення кута зламу α сягає до 2° .

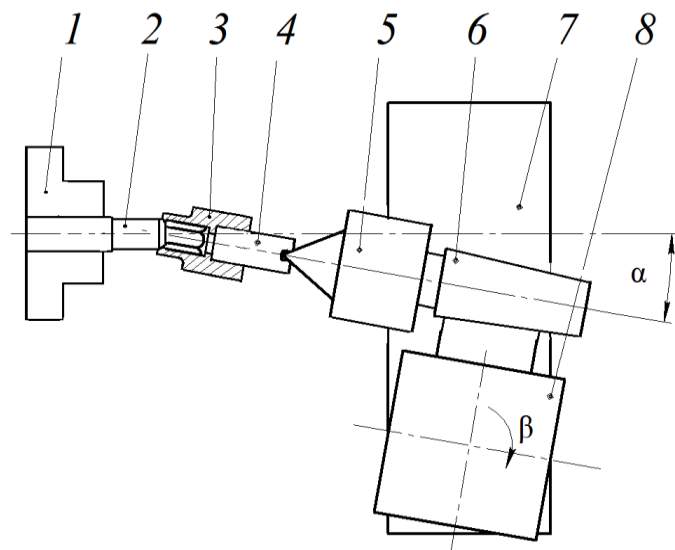


Рис.1 – Виготовлення профільних отворів на верстатах токарної групи шляхом ротаційного формоутворення із само встановленням матриці

У якості матриці пропонується використовувати голівки торцевих ключів. Накидні торцеві голівки широко використовуються при ремонті й обслуговуванні багатьох вузлів і з'єднань машин. Вони найбільш затребувані в процесі ремонту автомобіля. Основними перевагами торцевих голівок перед іншими видами ручного інструмента є можливості роботи у важкодоступних місцях і прикладання максимального зусилля на кріплення.

Висновки. Ґрунтуючись на аналізі існуючих методів виготовлення профільних поверхонь для дрібносерійного виробництва розглянуто два працездатних способи ротаційного формоутворення зовнішніх профільних поверхонь, які характеризуються максимальним спрощенням оснащення, у якості основного вузла в яких є обертовий центр. У якості матриці для зовнішнього виготовлення профільних поверхонь доцільно використовувати накидні торцеві голівки ключів, профіль яких співпадає з необхідним профілем для виготовлення. Дослідження проводились з накидними голівками загального призначення. Використання ударних голівок забезпечує кращий результат. Аналіз робочих кромek накидних торцевих голівок після процесу виготовлення профільних поверхонь вказав на відсутність вм'ятин та пошкоджень.

Л і т е р а т у р а

1. Axinte D., Boud F., Penny J., Gindy N., Williams D. J. Broaching of Ti-6-4 – Detection of Workpiece Surface Anomalies on Dovetail Slots through Process Monitoring // CIRP Annals – Manufacturing Technology, 2005. Vol. 54. №. 1. P. 87 – 90. doi:10.1016/S0007-8506(07)60056-0
2. Kong X., Li B., Jin W., Geng W. Broaching Performance of Superalloy GH4169 Based on FEM // Journal of Materials Science & Technology, 2011. Vol. 27. №. 12. P. 1178 – 1184. doi:10.1016/S1005-0302(12)60015-2
3. Schroeter R. B., Bastos C. M, Crichigno Filho J. M. Simulation of the main cutting force in Crankshaft turn broaching // International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2007. Vol. 47, № 12-13. P. 1884 – 1892. doi:10.1016/j.ijmachtools.2007.03.008
4. Инструмент и технологическая оснастка для слесарей / Албанский П.П. и др. М.: Машиностроение, 1969. – 200 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Гусаченко А.В. – гр. ОФБ-18дм, магістр, mpm.snu.edu@gmail.com

Дерезюк Р.В. – гр. ОФБ-18дм, магістр, grusniylarry@gmail.com

Браславська О.В. – старший викладач, bras.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є дослідження закономірностей протікання дифузійних процесів в каналах вентиляційних систем машинобудівних підприємств.

Дифузійні процеси мають величезне значення у всіляких галузях науки і техніки [1–5]. У біології вони є визначальними в явищах проникності тканин, клітинних оболонок, дифузія визначає механізм і кінетику таких процесів, як окиснення, сорбція, конденсація, кристалізація. У техніці дифузія має численні застосування, визначаючи в значній мірі швидкість ряду виробничих процесів. Питання дифузії мають першорядне значення в завданнях техногенного забруднення навколишнього середовища, контролю викидів вентиляційними системами машинобудівних підприємств шкідливих речовин.

Для аналізу дифузійних процесів у каналах вентиляційних систем запропонована узагальнена математична модель масопереносу в турбулентному потоці [6–10], побудована на базі моделі турбулентної течії при використанні k - ε гіпотези турбулентності та рівняння дифузії, перетвореного відповідно гіпотезі Фіка–Бусінеска.

Виконана оцінка впливу коефіцієнта молекулярної дифузії на загальний процес при турбулентній течії основного потоку, що показало можливість зневаги його величиною при числах Рейнольдса $Re > 10^4$, діапазон яких є робочим для промислових вентиляційних систем. Встановлена наявність автотурбулентної зони, коли довжина шляху вирівнювання концентрації не залежить від параметрів газового потоку.

Отримані аналітичні рішення процесів дифузії крапкового та кругового джерел домішки в круглому циліндричному каналі при допущенні рівномірного профілю швидкості, що дозволило встановити закономірності розподілу концентрації домішки по перетину каналу на різних відстанях від джерела. Форма представлення рівнянь дозволяє розглядати в якості вхідних параметрів безрозмірні перемінні та критерії, зокрема, дифузійне число Пекле.

Встановлені закономірності початкових етапів дифузії аерозолів в турбулентному потоці. Час індукційного періоду залежить від густини аерозольних часток, динамічної в'язкості основного потоку та діаметра часток. Час перехідного періоду однозначно не визначається властивостями аерозолів та основного потоку, а в ряді випадків може встановлюватися виходячи зі ступеня турбулентності потоку і величини дифузійного числа Пекле. Отримано вираз для коефіцієнта дифузії аерозолів, який є перемінним під час перехідного періоду.

Висновок. В результаті виконаних досліджень встановлені закономірності протікання дифузійних процесів в каналах вентиляційних систем машинобудівних підприємств.

Література

1. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
2. Sokolov V. Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems // Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2019. – Vol. 63. – Springer, Cham. – P. 278–283.
3. Харламов Ю.А., Соколов В.И., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлоорежущих станков. – Северодонецьк: ВНУ ім. В. Даля. – 2017. – 320 с.
4. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – 388с.
5. Андрийчук Н.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М. Пути совершенствования систем теплоснабжения. – Луганск: ВНУ ім. В. Даля, 2003. – 244с.
6. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск:ВНУ, 2001. – 64с.
7. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.3. Основы динамики сплошной среды. – Луганск:ВНУ, 2001.–40с.
8. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Луганск: ВНУ, 2002. – 64 с.
9. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
10. Коваленко А.А., Соколов В.И., Дымнич А.Х., Уваров П.Е. Основы технической механики жидкостей и газов. – Луганск: Издательство ВУГУ, 1998. – 272с.

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Кузовов О.Ю. – гр. ПМЕ–18дм, магістр, kutuzav2@ukr.net

Кроль О.С. – к.т.н, проф., krolos.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є дослідження динамічної якості шпиндельного вузла фрезерного верстата з ЧПК за допомогою метода початкових параметрів

У зв'язку зі збільшенням продуктивності та ефективності процесів механічної обробки все більшої важливості набуває питання про динамічну стійкість металорізальних верстатів. Аналіз балансу податливості і форм коливань основних вузлів фрезерних верстатів показав, що найбільш

інтенсивними коливаннями характеризуються основні формотворчі вузли: шпindel – оправлення – інструмент (Ш–О–І) і стіл – заготівля (С–З). У роботах з дослідження й проектування фрезерних верстатів пружні зв'язку шпindel – оправлення і оправлення – інструмент часто не враховувалися при побудові моделей динаміки. Разом з тим ці з'єднання формують значну частку похибок, притаманну верстатам цієї групи.

Пружну систему Ш–О–І (рис. 1) розглянемо як балку на пружних опорах з в'язким демпфуванням [1, 2].

Система Ш–О–І розбивається на чотири ділянки (рис. 1), розмежованих стрибкоподібним зміною моментів інерції перерізів, зосередженої масою зубчастого колеса (m_4, I_{4x}) і оправлення (m_0, I_{0x}). На передній кінець системи діє збуджуючий вплив з боку процесу різання – сила $P_0(\tau)$. При розрахунку динамічних характеристик Ш–О–І знайшов застосування метод початкових параметрів в матричному формулюванні [3, 4], що дозволяє зв'язати параметри переднього кінця через перехідні матриці його перетинів і ділянок з параметрами заднього кінця. Диференціальне рівняння коливань системи виражається через амплітуди: переміщень (y_k), кута повороту $\varphi_k L$ згинального моменту і поперечної сили. Транспоновані вектори параметрів на вільних кінцях Ш–О–І (на рис. 1 – в нульовому і четвертому перетинах) без урахування зовнішнього навантаження мають вигляд: $Y_0 = [y_0 \varphi_0 L 0 0]^T$; $Y_4 = [y_4 \varphi_4 L 0 0]^T$.

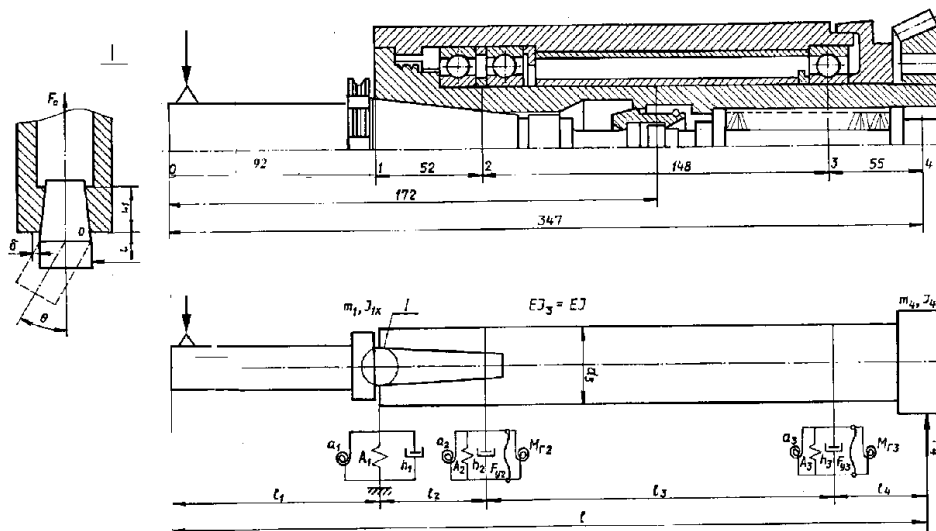


Рис.1 – Шпindelний вузол: конструктивна та розрахункова схеми

Матричне рівняння без урахування зовнішнього навантаження набуває вигляду:

$$Y_4 = \Pi Y_0 = M_4 G_3 R_3 R_2 T_1 G_0 Y_0, \quad (1)$$

де M_4 – матриця зосередженої маси, яка враховує дію зосередженої сили P_4 і момент інерційних сил зубчастого колеса:

G_3, G_0 – перехідні матриці жорсткості стрижнів довжиною L_3 і L_0 ;

R_3, R_2 – матриці верхньої і нижньої опор, пружних щодо поперечних і кутових переміщень;

T_1 – матриця пружно–фрикційного шарніра, що моделює кінцеве з'єднання шпинделя і хвостовика оправлення (рис. 1), пружне щодо поперечних і кутових переміщень.

Для пружної системи Ш–О–І досить визначити кілька перших, а найчастіше одну першу власну частоту, щоб знати резонансну частоту обертання шпинделя і частоту, на якій відбуваються автоколебання. Для складання частотного рівняння необхідно утримати в перехідній матриці Π системи (1) елементи, які стоять на перетині тих рядків, номери яких збігаються з номерами нульових рядків матриці Y_4 і тих стовпців, номери яких збігаються з номерами, що не дорівнює нулю рядків матриці Y_0 . В результаті отримаємо матрицю Π^*

$$\Pi^* = \begin{bmatrix} * & * & * & * \\ * & * & * & * \\ g_{31} & g_{32} & * & * \\ g_{41} & g_{42} & * & * \end{bmatrix}.$$

Розкриваючи визначник з утриманих в матриці Π^* елементів і прирівнюючи його нулю знаходимо частоту власних коливань:

$$g_{31}g_{42} - g_{41}g_{32} = 1,86 \cdot 10^{-43} w^{12} - 1,7 \cdot 10^{-31} w^{10} - 2,72 \cdot 10^{-22} w^8 - 0,6 \cdot 10^{-13} w^6 + \\ + 1,7 \cdot 10^{-5} w^4 - 3250 w^2 - 0,245 \cdot 10^{11} + j \cdot (2,3 \cdot 10^{-36} w^{11} - 2,4 \cdot 10^{-26} w^9 - 1,4 \cdot 10^{-17} w^7 - \\ - 6 \cdot 10^{-9} w^5 - 0,21 w^3 - 5,9 \cdot 10^6 w) = 0.$$

З частотного рівняння визначимо дійсні значення кругової частоти: $w_1 = 2800, \text{ c}^{-1}$; $w_2 = 104930, \text{ c}^{-1}$; $w_3 = 956860, \text{ c}^{-1}$, що відповідає власним частотам $f_1 = 445,86 \text{ Гц}$; $f_2 = 16709 \text{ Гц}$; $f_3 = 152366 \text{ Гц}$.

Висновок. На основі проведених досліджень дана оцінка динамічної якості вузла (динамічної системи) Ш–О–І фрезерного верстата. Для цього за допомогою методу початкових параметрів розроблена упругодеформаційна модель системи, що зв'язує поперечні переміщення в вузлових перетинах з доданим навантаженням, а також побудовані епюри амплітуд початкових параметрів.

Л і т е р а т у р а

1. Krol O.S., Juravlev V.V. Modeling of spindle for turret of the specialized tool type SF16MF3 / TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, is.4, Lublin, Poland. – P. 141–147.
2. Krol O., Sokolov V. (2019) Parametric Modeling of Gear Cutting Tools. In: Gapiński B., Szostak M., Ivanov V. (eds) Advances in Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16943-5_1
3. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018
4. Krol O.S., Sokolov V.I. Parametric Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. <https://doi.org/10.7546/PMMTD.2018>

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМИСЛОВИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

Скурідін Д.В. – гр. ОФБ–19дм, магістр, sdmitry411@gmail.com

Львовчкін М.В. – гр. ОФБ–19дм, магістр, levochkin.nik@ukr.net

Бондаренко Р.В. – гр. ОФБ–19дм, магістр, mpm.snu.edu@gmail.com

Чернікова І.Д. – старший викладач, chernikova_i_d@ukr.net

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є розробка методу розрахунку характеристик газоповітряних потоків промислових вентиляційних систем.

Складеною частиною будь-якого промислового підприємства є такі інженерно-технічні спорудження, як вентиляційні системи, що забезпечують необхідні санітарно-технічні норми у виробничих приміщеннях, безпеку праці та дотримання технологічних процесів [1–5].

На основі аналізу типових схем, конструктивних та технологічних особливостей промислових вентиляційних систем побудована методика декомпозиції систем вентиляції на типові розрахункові елементи, структури і зв'язки. Це дозволило запропонувати методи розрахунку характеристик газоповітряних потоків вентиляційних систем, що дозволяють удосконалювати промислові системи вентиляції та прогнозувати їх викиди на основі математичного моделювання [6–10].

Якщо виділити в довільній вентиляційній системі відповідно вищевикладеній методиці типові розрахункові елементи, конструктивні вузли і замкнуті контури, то в загальному випадку будемо мати KU вузлів і KK замкнутих контурів. Тоді, для всієї системи можна скласти узагальнену математичну модель, в котру ввійдуть KU рівнянь нерозривності (балансу витрат) у вузлових точках, KK рівнянь втрат тиску в замкнутих контурах системи, $KU-1$ рівнянь зв'язку повних тисків у вузлових точках.

Використання запропонованої узагальненої математичної моделі для розрахунку параметрів стаціонарного режиму довільної системи передбачає завдання наступних вхідних даних: схема розташування елементів у системі; геометричні характеристики ділянок повітроводів і коефіцієнти встановлених місцевих опорів; аеродинамічні характеристики запірно-регулюючих пристроїв; характеристики джерел напору; висотні відмітки і значення температури у вузлових точках; фізичні властивості робочого середовища; граничні умови (величини тисків і температури в місцях забору і викиду робочого середовища).

Для багатолінійних вентиляційних систем з єдиним вихідним каналом побудована типова розрахункова схема та деталізована узагальнена математична модель, на основі чого запропонований метод розрахунку параметрів подібних систем і розроблений алгоритм чисельної процедури.

Висновок. В результаті виконаних досліджень розроблено метод розрахунку характеристик газоповітряних потоків промислових вентиляційних систем, що дозволяє удосконалювати промислові системи вентиляції та прогнозувати їх викиди на основі математичного моделювання.

Л і т е р а т у р а

1. Sokolov V. Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems // Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2019. – Vol. 63. – Springer, Cham. – P. 278–283.

2. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.

3. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – 388с.

4. Харламов Ю.А., Соколов В.И., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлорежущих станков. – Северодонецк: ВНУ им. В. Даля. – 2017. – 320 с.

5. Андрийчук Н.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М. Пути совершенствования систем теплоснабжения. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2003. – 244с.

6. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск: ВНУ, 2001. – 64 с.

7. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.3. Основы динамики сплошной среды. – Луганск: ВНУ, 2001. – 40 с.

8. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Луганск: ВНУ, 2002. – 64 с.

9. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.

10. Коваленко А.А., Соколов В.И., Дымнич А.Х., Уваров П.Е. Основы технической механики жидкостей и газов. – Луганск: Издательство ВУГУ, 1998. – 272с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ

Степанова О.Г. – аспірант, ogstepanova@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень показників та характеристик процесів регулювання швидкості обертального руху вихідної ланки об'ємного гідроприводу технологічного обладнання, оцінка ефективності способів регулювання швидкості вихідної ланки.

Аналітичні методи оцінки показників та характеристик процесів регулювання гідроприводів не набули широкого поширення в силу їх складності [1–5]. Результати розрахунків є наближеними та мають значну похибку, крім того, отримані аналітично математичні залежності потребують перевірки адекватності, яка може бути виконана тільки на основі експериментальних досліджень [6–10]. Так як експериментальні методи відносно прості та дозволяють порівняно швидко отримати характеристики об'єкту, що досліджується, вони отримали широке розповсюдження при оцінці показників ефективності автоматичних електрогидравлічних приводів.

Представлений стенд для проведення експериментальних досліджень ефективності способів регулювання швидкості обертального руху вихідної ланки об'ємного гідравлічного приводу технологічного обладнання. Розглянута методика експериментальних досліджень та обробки дослідних даних.

Експериментальний стенд складається з наступних вузлів: насосна установка, що включає насос, приводний електродвигун, датчик частоти обертання, запобіжний клапан та динамометр; установка гідромотора та гідрогальма з датчиком частоти обертання та динамометром; пульт управління, на якому встановлені дроселі, регулятор потоку, фільтр, манометри, панелі датчиків частот обертання та імпульсів електромережі; допоміжна насосна станція типу Г48–32; система трубопроводів; система електроживлення та управління. Стенд має два гідравлічні контури: контур гідроприводу, що випробується, із замкнутою циркуляцією рідини та контур гідрогальма з розімкнутою циркуляцією рідини.

На основі аналізу експериментальних залежностей коефіцієнта корисної від глибини регулювання показано перевагу регулювання швидкості вихідної ланки зміною робочого об'єму насоса у порівнянні з дросельним способом регулювання.

Висновок. Таким чином, в роботі проведені експериментальні дослідження показників та характеристик процесів регулювання швидкості обертального руху вихідної ланки об'ємного гідроприводу технологічного обладнання, виконана оцінка ефективності способів регулювання швидкості вихідної ланки.

Л і т е р а т у р а

1. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Nonlinear simulation of electrohydraulic drive for technological equipment. *Journal of Physics: Conference Series* 1278, 012003 (2019).
2. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Automatic Control System for Electrohydraulic Drive of Production Equipment. 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2018).
3. Sokolov V., Krol O., Stepanova O. Mathematical model of the automatic electrohydraulic drive with volume regulation // ТЕКА. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Vol. 17. – N 1. – 2017. – Lublin–Rzeszow, Poland. – pp. 27–32.
4. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – 388с.
5. Харламов Ю.А., Соколов В.И., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлорежущих станков. – Северодонецк: ВНУ им. В. Даля. – 2017. – 320 с.
6. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
7. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.

8. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск: ВНУ, 2001. – 64 с.
9. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.3. Основы динамики сплошной среды. – Луганск: ВНУ, 2001. – 40 с.
10. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Луганск: ВНУ, 2002. – 64 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА БАГАТОЦІЛЬОВОГО ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА В СЕРЕДОВИЩІ «MAPLE»

Суржиков С.М. – гр. МВС–18дм, магістр, surzhikov-1983@ukr.net

Кроль О.С. – к.т.н, проф., krolos.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є дослідження працездатності формотворчих вузлів металорізальних верстатів за допомогою метода початкових параметрів в математичному середовищі MAPLE.

У зв'язку зі збільшенням продуктивності та ефективності процесів механічної обробки все більшої важливості набуває питання про моделювання формотворчих вузлів металорізальних верстатів в сучасних системах математичного моделювання. Аналіз балансу податливості і форм коливань основних вузлів токарних верстатів показав, що основні формотворчі вузли: шпиндель – заготовка і супортні група – інструмент зумовлюють якість функціонування верстата в цілому. Характеристики жорсткості і вібростійкості шпинделя на пружних опорах залежать від величини консольної частини як самого шпинделя, так і довжини оброблюваної деталі. Фіксація схеми обробки з консолю і побудова на цій основі розрахункових схем [1, 2] не дають можливість ефективного управління жорсткістю і вібростійкою в межах робочого простору верстата.

Перспективним є підхід до побудови статичних формулярів s_f шпинделя, представлений в роботі [3]. Такий підхід ефективний при використанні уніфікованих шпиндельних вузлів, оснащених широкою гамою модульної оснастки. Разом з тим, автори розглянули один варіант навантаження одиничної

консольної силою, не взявши до уваги сили в зубчастому зачепленні «вихідний вал коробки швидкостей – шпindel».

Розглянемо варіант комбінованого навантаження двухопорного шпindelного вузла (рис. 1) багатоцільового токарного верстата моделі МС-03, змонтованого на радіально-упорних підшипниках 4-46209 і 4-46112, встановлених за схемою «тандем-О» з попереднім натягом пружинного типу (задня опора) і натягом за допомогою двох проміжних втулок для здвоєної передньої опори.

Розглянутий верстат оснащений комплектом модульної оснастки:

- трьохкулачковий патрон, який закріплюється на шпindelі за допомогою проміжного фланця;
- обертальний центр, що монтується в конусному отворі пиноли і призначений для обробки довгомірних деталей;

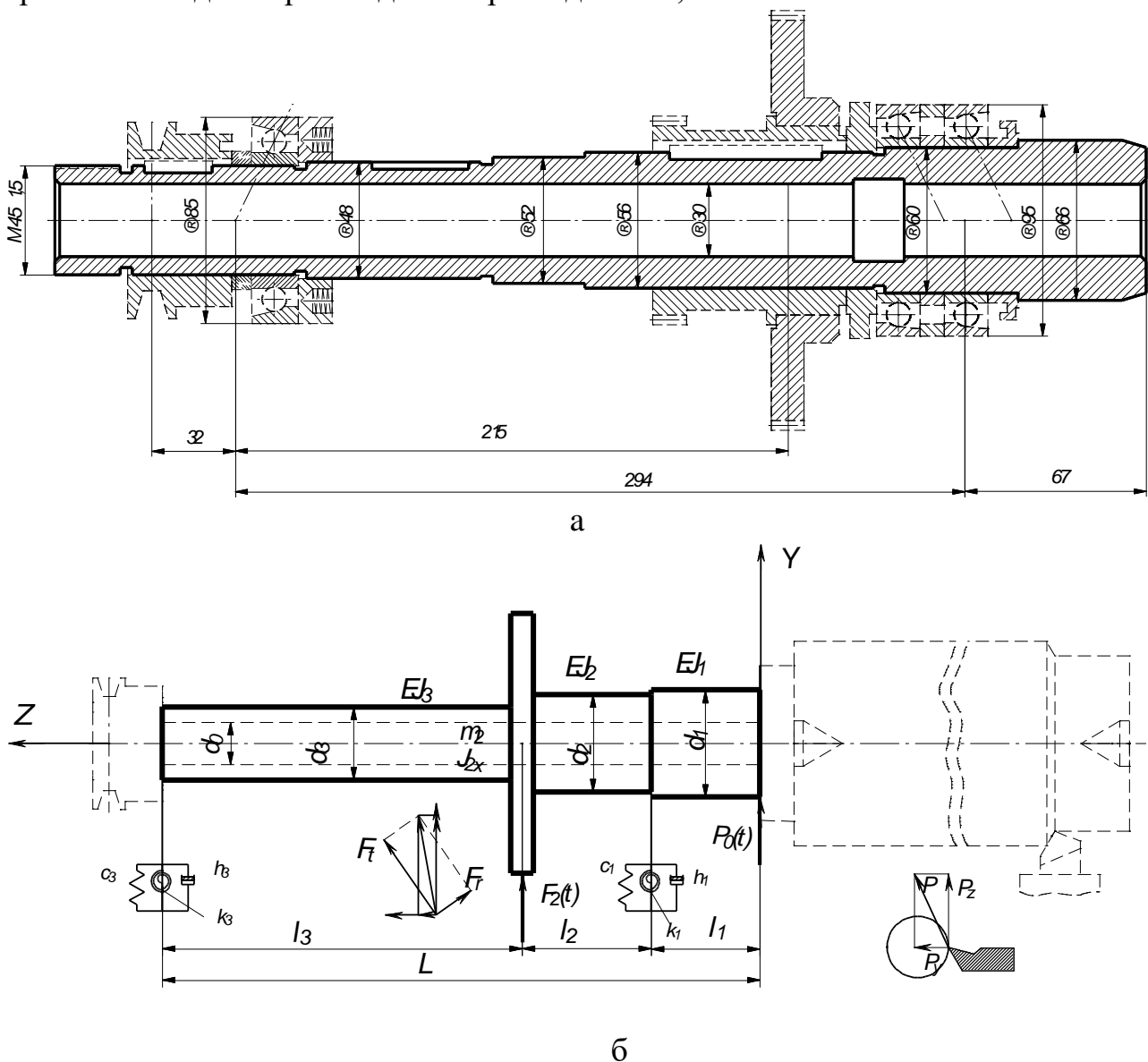


Рис.1 – Конструктивна (а) та розрахункова (б) схеми шпindelного вузла

- шліфувальне оправлення, вмонтоване в конусному отворі шпинделя;
- патрон з набором втулок з попередньо встановленим на столі супорта кутовим столом;
- розточне оправлення, що вмонтовується на різьбової частини шпинделя, та забезпечує розточувальні операції для виготовлення деталей, встановлених на додатковий кутовий стіл з кареткою;
- фрезерна оправлення з кінцевою фрезою з необхідним набором конусних втулок, що встановлюється в конусний отвір шпинделя (верстат оснащується при цьому кутовим столом і лещатами).

Для оцінки характеристик податливості шпиндельного вузла з урахуванням розміру робочої зони верстата розроблена програма в математичній середовищі «Maple» і за допомогою ядра символічної математики отримано статичний формуляр $s_f = f(l_k)$ для різних довжин консолі l_k шпиндельного вузла багатоцільового верстата MC03:

$$s_f = 0,29 \cdot 10^{-4} + 0,332 \cdot 10^{-6} \cdot l_k + 0,507 \cdot 10^{-8} \cdot l_k^2.$$

Висновок. Отриманий аналітичний формуляр є ефективним інструментом визначення і моделювання характеристик жорсткості в межах робочого простору верстата. З'являється можливість швидкого статистичного розрахунку того чи іншого налагодження за допомогою номограм « $s_f - l_k$ », що складається з двох частин: статистичного формуляра s_f і графіка податливості консолі.

Л і т е р а т у р а

1. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018
2. Krol O.S., Sokolov V.I. Parametric Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. <https://doi.org/10.7546/PMMTD.2018>
3. Krol O.S. Modeling of spindle for turret of the specialized tool type SF16MF3/ O.S. Krol V.V. Juravlev//ТЕКА Comission of Motorization and Energetic in Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, is.4, Lublin, Poland. – P. 141–147.

РОЗРОБКА СТЕНДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ КОНІЧНОЇ ОПОРИ КОВЗАННЯ

Тобольченко Є.О. – гр. 601мМП, магістр, kaf054@i.ua

Попов С.В. – к.т.н., доц., stanislavpolntu@gmail.com

Васильєв А.В. – к.т.н., доц., 523097@ukr.net

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Метою роботи є підвищення експлуатаційних характеристик конічної опори ковзання [1–4], що застосовується у складі мобільної розчино-змішувальної установки [5–10].

Для визначення зношування конічної радіально–осьової опори ковзання вала шнекового змішувача при взаємодії із будівельною розчиною сумішшю запропонована конструкція дослідного стенда, зображеного на рисунку 1.

Принцип його роботи полягає в наступному. Стенд розташовують на нерухомій металевій основі 1. Підключають до мережі трифазного струму через перетворювач частоти 2 (для можливості регулювання частоти обертання двигуна). Від електродвигуна 3 через пасову передачу 4 обертання передається на шпиндель 5, на якому закріплено патрон 6. До патрона, за допомогою хомута 7 приєднано дві лопатки 8, що здійснюють обертовий рух.

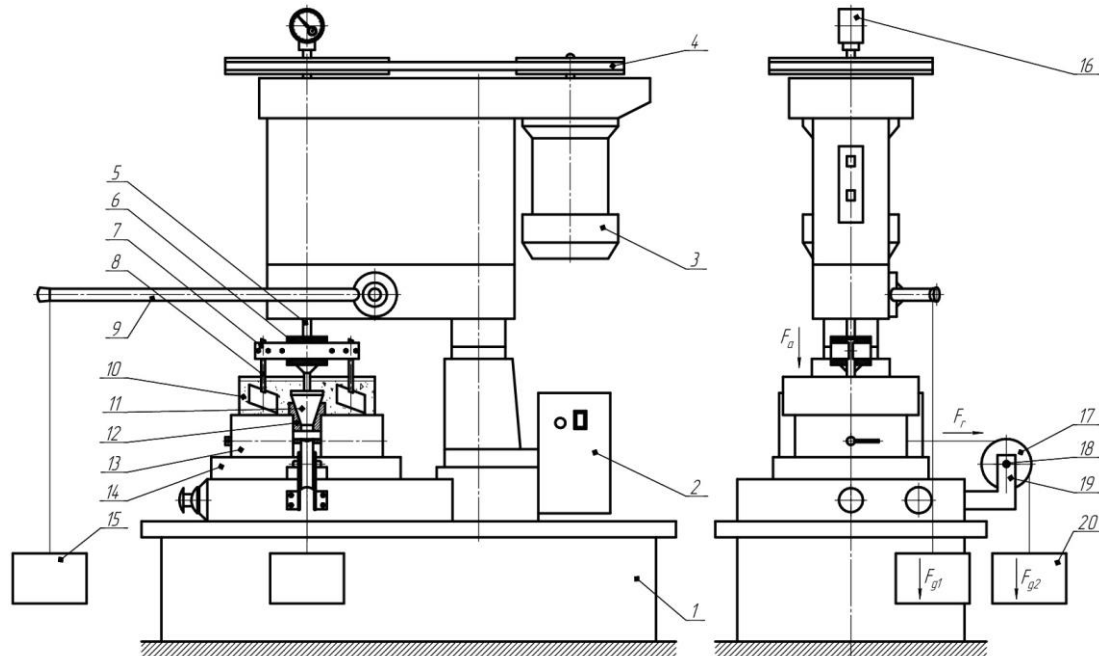


Рис. 1 – Дослідний стенд для визначення величини зносу конічної опори ковзання

Досліджувана пара тертя складається із вставки 12 та цапфи 11. Вставка розташовується в отворі в днищі ванни 10 і затискається в лещатах 13. Лещата встановлені на столі 14 із Т-подібним пазом. Цапфа закріплюється у патроні 6. Ванна 10 заповнюється будівельним розчином, вмикається електродвигун 3, до

важеля 9 підвішується вантаж 15 (моделювання осьового навантаження), а до вставки – вантаж 20 (моделювання радіального навантаження) за допомогою ролика 17, осі 18, стійки 19. Цапфа, обертаючись, підводиться до вставки. Лопатки 8 змішують будівельний розчин у ванні 10, забезпечуючи тим самим однорідність розчинної суміші, а також її підведення до зони контакту цапфи 11 зі вставкою 12. Тахометром 16 контролювалась частота обертання конічної цапфи 11. Величина зношування цапфи та вставки, що є складовими опори буде визначатися за зміною маси до і після випробувань на безважільних електронних вагах.

Висновок. В результаті проведеного аналізу робочих процесів, що відбуваються у розчинозмішувальному обладнанні, нами запропонована конструкція експериментального стенду. Він дозволить визначити величину спрацювання опор ковзання залежно від марки матеріалу поверхонь тертя (цапфи та вставки), складу та рухомості будівельної розчинної суміші.

Література

1. Онищенко О.Г., Попов С.В. Регульовані конічні підшипники ковзання мобільної розчинозмішувальної установки УРЗ–3,8. Восточно–європейський журнал передових технологій. 2005. №6/1 (18). С. 45–47.
2. Конічний підшипник ковзання: пат.: 15436 Україна: МПК Е 04 G 21/04 (2006). № а200511691; заявл. 08.12.2005; опубл. 17.07.2006. Бюл. №7/2006.
3. Підшипник: пат.: 24778 Україна: МПК Е 04 G 21/04 (2006). № u200703179; заявл. 26.03.2007; опубл. 10.07.2007. Бюл. №10/2007.
4. Конічний підшипник ковзання: пат.: 89381 Україна: МПК Е 04 G 21/04 (2009). № а 200703178; заявл. 26.03.2007; опубл. 25.01.2010. Бюл. №2/2010.
5. Попов С.В., Васильєв Є.А., Тобольченко Є.О. Удосконалення конструкції мобільної розчинозмішувальної установки УРЗ–3,8. Науковий вісник будівництва (Збірник наукових праць). Харків: ХНУБА, 2017. №1(87). С.202–206.
6. Установка розчинозмішувальна: пат.: 115726 Україна: МПК Е 04 G 21/00 (2016). № u201611267; заявл. 07.11.2016; опубл. 25.04.2017. Бюл. №8/2017.
7. Popov S., Shpylka A., Gnitko S. The research of mortar components mixing process. International Journal of Engineering & Technology. 2018. №7(3.2). P. 27–31.
8. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний центр, 2019. 204 с.
9. Попов С. В., Бучинський М. Я., Гнітько С. М., Чернявський А. М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2019. 268 с.
10. Попов С.В., Васильєв А.В. Підвищення ефективності токарної обробки гільз циліндрів розчинонасосів. Scientific Journal ScienceRise. 2019. №8(61). С.35–41.

УДК. 67.02

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЯВИЩ В ОБРОБЛЮВАНОМУ РОЗПЛАВІ

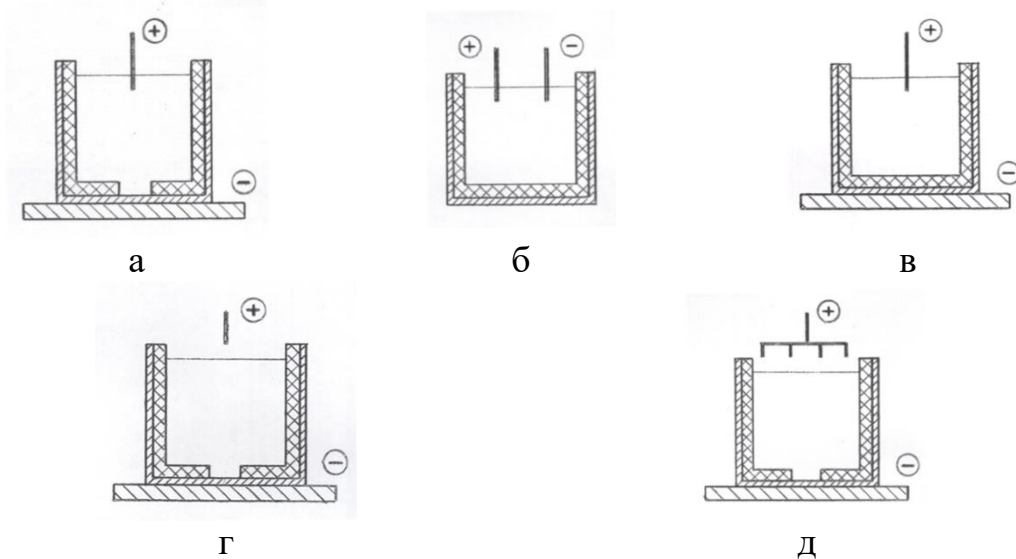
Василик В.Г. – гр. Ен 3/2, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є моделювання електромагнітних процесів в рідкому металі при макроскопічному підході. Дослідження електромагнітного явища, що виникають в розплаві при прикладенні електричного потенціалу і проходженні розрядного струму.

Тривалість експериментальних досліджень процесів, що вивчаються нами, не дозволяє їх проаналізувати в усьому різноманітті варійованих параметрів. Ефективнішим в цьому плані є чисельний експеримент. Отримані таким чином дані дозволяють підійти до розуміння механізмів електроімпульсної обробки рідкого розплаву, які безпосередньо пов'язані з електромагнітними явищами, що виникають в розплаві при прикладенні електричного потенціалу і проходженні розрядного струму[1,2]. Розглянемо різні варіанти електродних систем, застосування яких найімовірніше на практиці:

- 1) вістря – площина;
- 2) вістря – вістря;
- 3) вістря – стінки ковша.



*Рис. 1 – Електродні системи для експериментальних досліджень:
а, б, в – для обробки розплаву, що кристалізується; г, д – для обробки
рідкого металу*

Моделювання електромагнітних процесів в рідкому металі при макроскопічному підході виконується шляхом рішення рівнянь Максвелла з певними граничними умовами. Доцільно використовувати систему рівнянь Максвелла, записаних в диференціальній формі, оскільки це дозволяє нам використовувати для вирішення чисельні кінцево-різницевої методи [3–5].

У загальному випадку для квазістаціонарних полів ця система рівнянь записується таким чином:

$$\nabla \times H = J = \sigma(E + v \times B) + J^e, \quad (1)$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot B = 0, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot D = 0, \quad (4)$$

$$\nabla \cdot J = 0, \quad (5)$$

де ∇ – оператор набла; H – напруженість магнітного поля в розплаві, А/м; J – густина струму, А/м²; σ – питома електрична провідність, См/м; E – напруженість електричного поля, А/м; v – швидкість об'єкту, м/с, $v = 0$; B – індукція магнітного поля в розплаві, Тл; J^e – густина наведених (сторонніх) струмів, А/м²; D – електрична індукція, Кл/м.

Інвертуємо тензор провідності. Тоді рівняння (1) можна записати у вигляді

$$E = \sigma^{-1}(\nabla \times H - J^e) + v \times B. \quad (6)$$

Замінімо E згідно із законом Фарадея, підставивши найзагальніше рівняння для магнітної індукції:

$$B = \mu_0 \mu_r H + B_r, \quad (7)$$

де B_r – індукція стороннього магнітного поля, Тл; μ_0 – магнітна постійна, $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; μ_r – відносна магнітна проникність, $\mu_r = 1$.

Отримаємо загальне рівняння для квазістаціонарного електромагнітного поля:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\mu_0 \mu_r H + B_r) + \nabla \times (\sigma^{-1}(\nabla \times H - J^e) - v \times (\mu_0 \mu_r H + B_r)) = 0. \quad (8)$$

Для того, щоб врахувати проблеми, що виникають в областях з нульовою провідністю, μ_r та B_r представимо функціями від напруженості магнітного поля, узявши часткові похідні за часом. Отримаємо:

$$(\mu_0 H \frac{\partial \mu_r}{\partial H} + \mu_0 \mu_r + \frac{\partial B_r}{\partial H}) \frac{\partial H}{\partial t} + \nabla \times (\sigma^{-1}(\nabla \times H - J^e) - v \times (\mu_0 \mu_r H + B_r)) = 0. \quad (9)$$

Для вирішення цього рівняння скористаємося програмним середовищем (системою) *Femlab*, зокрема, її модулем *Quasi-static fields/ Meridional Currents/ Transient analysis*, який дозволяє аналізувати процеси, що змінюються в часі, шляхом рішення диференціальних рівнянь методом кінцевих різниць.

Оскільки ємність з алюмінієвим розплавом має циліндричну форму, то рішення зручно шукати в циліндричній системі координат (Z, r, φ) . Розміри провідника (розплаву) – радіус $R_0 = 45 \cdot 10^{-3}$ м; висота $H_k = 90 \cdot 10^{-3}$ м.

Розрахунки проведемо, використовуючи для прикладу наступні параметри розрядного контура (які застосовувалися для обробки) – $U_0 = 31$ кВ; $L = 1,787$ мкГн; $C = 1$ мкФ.

Висновок.

1. Виконано моделювання електромагнітних процесів в рідкому металі при макроскопічному підході.

2. Виконано чисельний експеримент для розуміння механізмів електроімпульсної обробки рідкого розплаву.

3. Моделювання виконувалося за допомогою рішення рівнянь Максвелла для електромагнітних процесів в рідкому металі при макроскопічному підході з певними граничними умовами.

4. Для вирішення рівнянь застосовувалось допоміжне середовище (система) *Femlab*.

Л і т е р а т у р а

1. Шкляр, В.С. Влияние электрического тока на кристаллизацию металла / В.С.Шкляр // Процессы литья. – 1995. – № 1. – С.15–19.

2. Миненко, Г.Н. Механические свойства литой стали при обработке расплава электрическим током/ Г.Н.Миненко, А.П.Подъячев // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1981. – № 7. – С.156–157.

3. Миненко, Г.Н. Механизм обработки электротокотом *Fe-C* – расплавов/ Г.Н.Миненко // Литейное производство. – 2002. – № 9. – С. 7 – 8. – ISSN 0024 – 449X.

4. Килин, А.Б. Электротокотвая обработка металлических расплавов/ А.Б.Килин, А.В.Дорофеев, Т.С.Покровская // Сб. научн. трудов ученых Орловской обл. – 1999. – Вып.5. – В 2-х т. Т.1. – С. 357.

5. Зарембо, В.И. Влияние импульсов тока на процессы плавления и кристаллизации металлов/ В.И.Зарембо [и др.] // Металлургия машиностроения. – 2003. – № 1. – С. 11–15.

6. Миненко, Г.Н. Механизм обработки металлического расплава электрическим током в процессе модифицирования/ Г.Н.Миненко // Электронная обработка материалов. – 1990. – № 6. – С. 42–44.

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ШИНОПРОВОДІВ ПІДСТАНЦІ В РЕЖИМАХ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Григор'єв М.І. – гр.Ен 4/1, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Мета роботи. Для надійної роботи шинні конструкції повинні володіти електродинамічною стійкістю, тобто здатністю витримувати без пошкоджень механічні дії, що створюються струмами, що протікають через них. Розрахунок ізоляторів і шин на електродинамічну стійкість проводиться в два етапи. На першому етапі визначаються електродинамічні навантаження, що виникають при к.з. між струмопровідними шинами. На другому етапі проводиться розрахунок шинної конструкції на механічну міцність при дії електродинамічних навантажень.

Постанова проблеми. Струмопровідні частини розподільних пристроїв (РП) огортають механічні навантаження, обумовлені взаємодією струмів і тому названі електродинамічними навантаженнями. У нормальних режимах струми відносно невеликі, тому навантажив незначні. Проте при коротких замиканнях (к.з.) вони досягають дуже великих значень, що приводить до зниження напруги, порушує нормальну роботу споживачів і електроприймачів електричної енергії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Метою даної роботи було знайти:

- взаємодія паралельних провідників
- взаємодія паралельних шин прямокутного перерізу
- електродинамічні навантаження в шинній лінії при двофазному короткому замиканні
- електродинамічні навантаження на шини, розташовані в одній площині, при трифазному короткому замиканні
- критерій розрахунку ізоляторів і шин
- розрахунок шинних конструкцій на жорстких опорах
- максимальні навантаження на ізолятори і напруга в матеріалі шин
- розрахунок ізоляторів і шин в ру напругою до 35 кв

Визначимо силу взаємодії двох паралельних провідників необмеженої довжини і нескінченно малого перетину (рис. 1.1). Згідно закону Ампера елемент провідника dl_1 із струмом i_1 (рис. 1.2) в магнітному полі випробовує механічну силу рівну[1,2]:

$$d\vec{F} = i_1 [d\vec{l}_1 \cdot \vec{B}_{21}] = i_1 dl_1 B_{21} \sin\beta, \quad (1)$$

де B_{21} , – магнітна індукція, що створюється струмом i_2 в точці dl_1 провідника 1; β – кут між векторами $d\vec{l}_1$ і \vec{B}_{21} .

У системі одиниць «СІ» індукція вимірюється в теслах ($Tл=Н/А\cdot м=В\cdot с/м^2$). На підставі закону Біо–Савара елементарна магнітна індукція від елемента струму $i_2 d\vec{l}_2$ (рис. 1.1) дорівнює

$$dB_{21} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} i_2 \frac{[d\vec{l}_2 \times \vec{1}_S]}{S^2} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} i_2 \frac{dl_2 \sin \gamma}{S^2}, \quad (2)$$

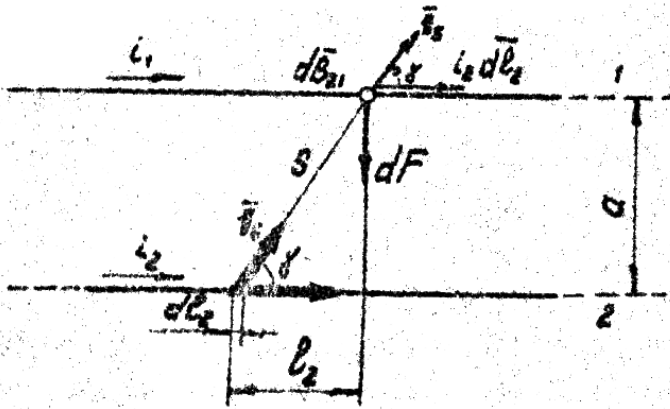


Рис. 1.1

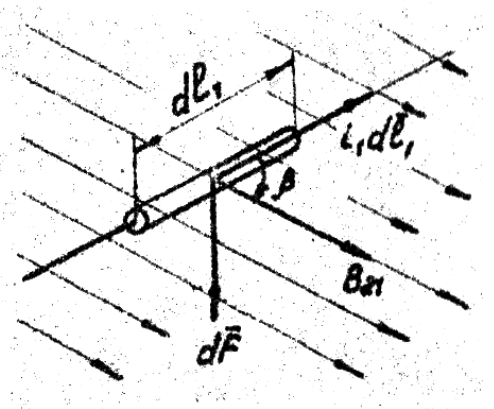


Рис. 1.2

де S – відстань від dl_2 до точки, в якій визначається магнітна індукція; $\vec{1}_S$ – одиничний вектор, направлений уздовж цієї відстані; γ – кут між векторами $d\vec{l}_2$ і $\vec{1}_S$; $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ генрі на метр ($Г/м=В\cdot с/А\cdot м$) – магнітна постійна, або магнітна проникність вакууму; μ – відносна магнітна проникність – безрозмірний коефіцієнт, що показує в скільки разів магнітна проникність даного матеріалу більше магнітної постійної μ_0 . Для повітря і більшості інших неферомагнітних матеріалів $\mu=1$.

Представимо S , l_2 , dl_2 через відстань між провідниками a і кут γ , утворений перпендикуляром до осей провідників і вектором S (рис. 1.2) [3]:

$$l_2 = atg\gamma; \quad dl_2 = -ad\gamma/\sin^2 \gamma; \quad S = a/\sin \gamma. \quad (3)$$

Підставляючи (1.3) в (1.2), отримаємо

$$dB_{21} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i_2 dl_2 \sin \gamma}{S^2} = -\frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i_2}{a} \sin \gamma d\gamma. \quad (4)$$

Проінтегрувавши вираз (1.4) по γ в межах від $(-\pi/2)$ до $(+\pi/2)$, отримаємо

$$B_{21} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi a} i_2 = \frac{\alpha i_2}{a}. \quad (5)$$

Якщо відносна магнітна проникність μ прийнята рівною 1, $\alpha = \mu\mu_0/2\pi = 2 \cdot 10^{-7}$ Н/А² (Н/А²=Г/м). У рівнянні (5) B_{21} – індукція, Тл; i_2 – струм, А; a – відстань, м.

Вектор магнітної індукції згідно правила буравчика направлений перпендикулярно площині провідників 1 і 2 (рис. 1.1), тому $\sin\beta=1$. Тоді відповідно до рівняння (1) сила, що діє на елемент dl_1 , дорівнює

$$dF = i_1 dl_1 B_{21} = \alpha \frac{i_1 i_2}{a} dl_1.$$

Розподілене за довжиною провідника електродинамічне навантаження, Н/м, визначається як

$$q = \frac{dF}{dl_1} = \alpha \frac{i_1 i_2}{a}. \quad (6)$$

З формули (6) виходить, що електродинамічні навантаження на паралельні нескінченно довгі провідники розподілені однаково уздовж їх довжини.

Висновки. Для надійної роботи шинні конструкції повинні володіти електродинамічною стійкістю, тобто здатністю витримувати без пошкоджень механічні дії, що створюються струмами, що протікають через них. Було визначено взаємодію паралельних провідників, паралельних шин прямокутного перерізу, розраховано електродинамічні навантаження в шинній лінії при двофазному короткому замиканні та електродинамічні навантаження на шини, розташовані в одній площині, при трифазному короткому замиканні.

Л і т е р а т у р а

1. Кириченко О.С. Електротепловий аналіз елементів навчально–дослідного стенду електротехнічної лабораторії / О.С. Кириченко, І.М. Сидорика, Д.Д. Марченко // Вісник аграрної науки Причорномор'я : науково–теоретичний фаховий журнал. – Миколаїв : МНАУ, 2017. – Вип. 4 (96).

2. Кириченко О.С. Розрахунок ізоляторного пристрою системи електропостачання з використанням САПР / О.С. Кириченко // Матеріали Причорноморської регіональної науково–практичної конференції професорсько–викладацького складу «Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні». – Миколаїв : МНАУ, 2017. – С. 73–78.

3. Пат. 39640 А. Система електропостачання власних потреб енергоблоку електростанції / Г.М. Лисяк, А.А. Маліновський, Л.О. Никонець. – 2001. – Бюл. № 5.

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОЗОНУ ГЕНЕРОВАНОГО В КОРОННОМУ РОЗРЯДІ

Данько О.В. – гр. Ен 4/1, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є проаналізувати основні підходи у визначенні концентрації озону генерованого в коронному розряді. Скласти систему кінетичних рівнянь, що описує процес утворення озону в плазмі O_2 під дією коронних розрядів.

Визначення кількості утвореного озону коронним розрядом в повітрі є досить пріоритетним напрямком в розробці генераторів озону. Особливо гостро дане питання постає коли озон генерується коронними розрядами безпосередньо в продукції, що підлягає обробці [1], так як вимірювання його концентрації вимагає транспортування озон-повітряної суміші з оброблюваного середовища до пристрою реєстрації, що в свою чергу значно зменшує точність вимірювання.

Враховуючи вищесказане, для оцінки концентрації озону слід використати числений розв'язок системи кінетичних рівнянь, що описують процеси в плазмі коронного розряду. Для спрощення розрахунків та попередньої оцінки результатів запропоновано використання механізму, детально описаного в [2], який враховує 14 реакцій в плазмі O_2 . Для даних реакцій складено систему з 11 кінетичних рівнянь виду:

$$\frac{dC_i}{dt} = \pm k_1 \cdot C_1 \cdot C_i \pm k_2 \cdot C_2 \cdot C_i \pm \dots \pm k_n \cdot C_n \cdot C_i$$

де k_i – константа швидкості відповідної елементарної реакції, C – концентрація молекул i -ї компоненти

Дана система враховує константи швидкості елементарних реакцій та початкові концентрації всіх елементів, вплив параметрів коронного розряду в дані системі описується через початкову концентрацію електронів.

Для розв'язку подібних систем доцільним є використання методу Рунге-Кутти четвертого порядку. Розв'язок даної системи диференціальних рівнянь виконано за допомогою програмного забезпечення Mathcad та спеціалізованої програми Kinet.

Висновок. В результаті виконаної роботи, проаналізовано методику визначення концентрації озону в плазмі коронного розряду, та проведено апробацію даної методики шляхом розрахунку процесів в плазмі O_2 .

Література

1. Дубовенко К.В. Захаров Д.О. Знезараження зернової продукції імпульсним коронним розрядом / Дубовенко К.В., Захаров Д.О. // Вісник національного технічного університету «ХПІ» №61 (967). – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 139–149.
2. Pekárek S. Non-Thermal Plasma Ozone Generation / S. Pekárek // Acta Polytechnica Vol. 43 No. 6/2003 p. 47–51.

ПИТАННЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Ірговцй А.М. – гр. ЕСЕОЗА–1818, qwertyzxc112263@gmail.com

Голубєва С.М. – ст. викладач, glbvnu@gmail.com

Губаревич О.В. – к.т.н., доц., oleg.gbr@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є аналіз актуального питання якості енергії, впливу, наслідків та заходів покращення для забезпечення нормального функціонування сучасного електрообладнання.

Розвиток суспільства супроводжується зростаючим споживанням електричної енергії. В даний час, поняття якість (енергопостачання без спотворень) електроенергії і ефективність використання електроенергії (отримання максимального корисного ефекту від її використання) повинні розглядатися як одне ціле. З цієї причини слід оптимізувати як споживання енергії, так і її передачу і використання, що є гарантом правильного функціонування електрообладнання.

Якість електричної енергії – це сукупність властивостей електричної енергії відповідно до встановлених стандартів, які визначають ступінь її придатності для використання за призначення.

До основних показників якості відносяться:

- усталене відхилення напруги dU_v ;
- розмах зміни напруги dU_t ;
- доза флікеру P_f ;
- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги K_U ;
- коефіцієнт n -ої гармонічної складової напруги $K_U(n)$;
- коефіцієнт несиметрії напруги по зворотній послідовності K_{2U} ;
- коефіцієнт несиметрії напруги по нульовій послідовності K_{0U} ;
- відхилення частоти D_f ;

- термін провалу напруги $D_{\text{п}}$;
- імпульсна напруга $U_{\text{им}}$;
- коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{\text{ПЕР } U}$.

Основними типами спотворень в електричних мережах є:

- вищі гармоніки, частота яких кратна основній частоті;
- інтергармоніки – гармоніки, частота яких некрата основній частоті;
- коливання напруги;
- короточасні провали напруги, амплітуда яких перевищує 10 % і може досягати 100 % (перерва живлення);
- несиметрія напруги (у трьохфазних системах);
- сигнали систем управління, які передаються по дротам ліній електропередач;
- зміни частоти; – компоненти постійного струму (різні перетворювачі).

Зниження якості електроенергії може призвести до таких негативних наслідків:

1. Відхилення напруги, зумовлені повільними процесами зміни навантажень у системі, справляють різний вплив на режим роботи окремих споживачів. Скажімо, тривале підвищення напруги на затискачах електричних двигунів – наймасовіших споживачів енергосистем – призводить до збільшення обертового моменту їх , зменшення ковзання й зростання втрат у сталі двигунів, бо такі втрати пропорційні квадрату підведеної напруги, збільшенню струму холостого ходу і, значить, зменшенню коефіцієнта потужності електродвигунів. Зниження напруги на затискачах електродвигунів призводить до зниження обертового моменту, збільшенню ковзання, зростанню струму статора й зменшенню терміну служби ізоляції електродвигунів.

У разі тривалої роботи електродвигунів при зниженій напрузі, зокрема на рівні 90 % номінального значення, строк служби ізоляції двигуна зменшується на 18–20 %, що істотно знижує продуктивність технологічних механізмів, що їх приводить у дію цей електродвигун. Підвищення напруги на затискачах звичайного асинхронного двигуна на 1 % спричиняється до збільшення струму холостого ходу й споживаної двигуном реактивної потужності приблизно на 3 %. Але при цьому має місце перехід на нелінійну частину кривої намагнічення що є джерелом генерації вищих гармонік напруги. Підвищення напруги веде до підвищення запасу статичної стійкості вузла навантаження

Згідно з умовами роботи ізоляції мережі допускається підвищення напруги вище номінального значення для мережі

- до 35 кВ не більш 20 %;
- 35–220 кВ не більш 15 %;

- 330 кВ не більш 10 %;
- вище 330 кВ не більш 5 %.

2. Відхилення частоти. Баланс активних потужностей у мережі визначає рівень частоти. За допомогою систем управління забезпечується баланс активних потужностей при частоті 50 Гц. Якщо баланс потужностей порушується, то змінюється і частота у мережі. Причиною порушення балансу може бути аварійне відключення генераторів, будь якого елементу електричної системи, включення і відключення споживачів. Розподіл потужностей при зміні частоти відрізняється від оптимального, що викликає зростання втрат потужностей та зменшення терміну роботи обладнання із-за перегрівів ізоляції.

Розглянемо вплив на споживачів. Пасивні навантаження нечутливі до зміни частоти. На роботу двигунів що роблять з різними механізмами відхилення частоти впливає. Споживаємо двигунами потужність залежить як від моменту опору механізму так і від швидкості обертання ротора АД.

3. Вплив гармонік на електричну енергію.

- Збільшення транспортованої потужності і зниження коефіцієнта потужності мережі;
- Несанкціоноване спрацювання автоматичних вимикачів;
- Перевантаження провідників;
- Вібрації і перевантаження різних механізмів;
- Виникнення нестабільності в енергосистемах;
- Помилкове спрацювання пристроїв релейного захисту;
- Зниження реактивного опору конденсаторів ($X_C = 1/\omega C$), що може викликати аварійну ситуацію в автоматично регульованих конденсаторних батареях, встановлених для підвищення коефіцієнта потужності, при появі явища резонансу (тобто при рівності індуктивного і ємнісного реактивного опорів $X_L = X_C$);
- Помилкові показники вимірювальної апаратури;
- Перешкоди в пристроях управління.

Джерела гармонік.

- Електромагнітні і електронні баласты систем освітлення
- Електрозварювальне обладнання
- Однофазне електрообладнання
- Електромагнітні дроселі для газорозрядних ламп
- Пристрої плавного пуску
- Регульовані електроприводи.

Гармоніки виникають у мережах як наслідок роботи нелінійних навантажень. Вищі гармоніки виникають при роботі тиристорних перетворювачів; обладнання, яке використовує електричну дугу. Вищі

гармоніки викликають не тільки втрати потужностей і енергії, а викликають порушення у роботі релейного захисту, протиаварійної автоматики, пристроїв керування, що приводить до порушень технологічних процесів.

Заходи для покращення якості електроенергії:

- організаційні, до яких ставляться заходи щодо удосконалюванню експлуатаційного обслуговування електричних мереж і оптимізації їхніх схем і режимів. Ці заходи є практично беззатратними.
- технічні заходи, спрямовані на реконструкцію, модернізацію і будівництво мереж.
- оптимізацію законів регулювання напруги в центрах живлення розімкнених мереж 36–150 кВ;
- оптимізацію сталих режимів замкнених мереж по реактивній потужності і коефіцієнтам трансформації;
- рівень напруги джерел живлення в мережі;
- перевід генераторів у режим роботи СК при дефіциті реактивної потужності
- оптимізацію місць розмикання контурів мереж 110 кВ і вище з декількома номінальними напругами;
- оптимізацію місць розмикання мереж 6–35 кВ з двостороннім живленням;
- оптимальне вмикання трансформаторів на підстанціях у режимі малих навантажень (відключення частини трансформаторів; економічні режими роботи трансформаторів);
- вирівнювання графіка навантаження мережі;
- вирівнювання навантажень фаз низьковольтних мереж.

Висновок. Найбільш важливим показником якості та енергетичної ефективності енергосистеми є виробництво і передача максимальної кількості активної енергії, що здійснює корисну роботу. Це компенсує коливання електричного навантаження, а також непродуктивні навантаження, які споживають реактивну потужність і спотворення форми струму і напруги.

Л і т е р а т у р а

1. Гармоніки і якість електроенергії [Електронний ресурс] // Павер контрол – Режим доступу до ресурсу: http://powercontrol.at.ua/publ/jakist_elektroenergiji/1-1-0-29. [Дата звернення: 19. 11. 2019]

2. Компенсація реактивної потужності. Схемні рішення на базі контролера DCRK/DCRJ [Електронний ресурс] // СВ Альтера – Режим доступу до ресурсу: <http://www.svaltera.ua/press-center/articles/4351.php>. [Дата звернення: 19. 11. 2019]

3. Харченко В.Ф. Електропостачання міст і промислових підприємств: Конспект лекцій для студентів 4 – 5 курсів денної і заочної форм навчання напряму

підготовки 0906 „Електротехніка" (6.050701 „Електротехніка та електротехнології") / В.Ф. Харченко; Харк. нац. акад. міськ. госп–ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 168 с.

4. Заболотний І.П. Електричні системи і мережі: Конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання напрямку електротехніка / І.П. Заболотний. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – 123 с.

ВПЛИВ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Кузьменко А.К. – гр. МгЕ–19, магістр, andriy-kuzmenko1996@ukr.net

Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., ishved89@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є дослідження світлодіодного освітлення та впливу його спектру, зокрема негативного впливу синього випромінювання, на організм людини. Як показують дослідження [1–3], головним недоліком використовуваних світлодіодів, що використовуються в освітленні, є висока інтенсивність короткохвильового випромінювання з високою енергією синього і фіолетового спектрів, які шкідливі для зорової системи.

Вплив світла на організм людини великий, оскільки від правильного освітлення залежить більшість біологічних процесів. У сучасному світі близько 40 годин люди змушені більшість свого часу знаходитися при штучному освітленні. Незважаючи на очевидні переваги світлодіодних ламп, багато вчених рекомендують уникати світлодіодного освітлення, особливо в темний час доби перед сном. Дослідження виявили зв'язок між впливом світла в нічний час і виникненням раку (молочної залози, простати), діабету, хвороби серця і ожиріння. Світло пригнічує секрецію мелатоніну – гормону, який впливає на цикл дня і ночі. Але освітлення є «небезпечним» тоді, коли людина піддається його впливу в той час, коли вона повинна перебувати в темряві, і якщо вплив досить інтенсивний і тривалий [2]. У той час як світло будь-якого спектра може придушити секрецію мелатоніну, синє світло робить це в більшій мірі. Тому вчені рекомендують більше покладатися на освітлення ламп розжарювання після настання темряви, особливо в спальні. Простіше кажучи, вплив штучного світла на організм людини руйнівний і негативно позначається на активності та її працездатності. Отже, денний сонячне світло і біологічні ритми всередині організму залежні один від одного – саме цим і пояснюється вплив світла на людину. Але не потрібно забувати про те, що гаджети (смартфон, планшет,

комп'ютер тощо), якими користується людина, також мають дуже негативний вплив на зір. Детальне вивчення питання привело до висновку, що висока насиченість короткохвильового випромінювання дуже небезпечно для зорової системи: синє світіння проявляє згубний вплив на сітківку ока (рис.1); короткочасне попадання в око спрямованого яскравого променя світла може спровокувати травму сітківки; біле і зелене світло відрізняються зниженою фототоксичністю; червоне світло не виявляє негативного впливу на сітківку.

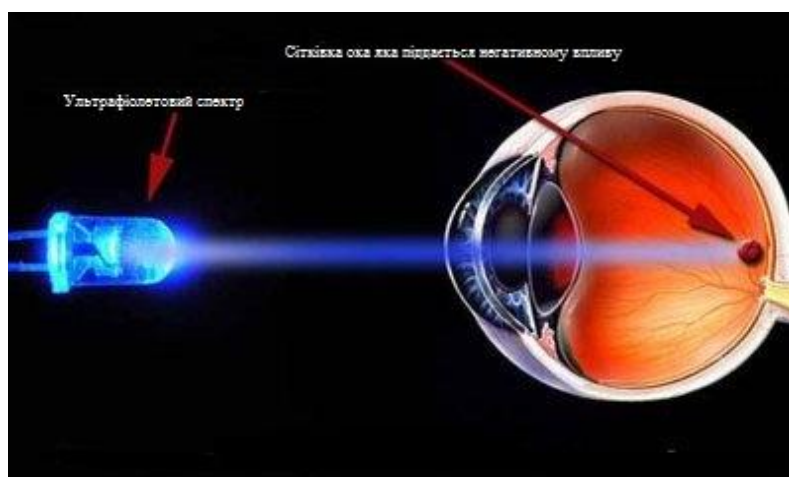


Рис. 1 – Шкідливий вплив світла на сітківку ока

Багато хто стверджує, що діодні лампи сильно сліплять очі. Це не так, адже сучасні лампи оснащені розсіювачем і матрицею. Присутній також і шкідливий вплив пульсацій на здоров'я людини, хоч про нього багато хто навіть і не здогадуються. Неякісні прилади дійсно діють на очі і призводять до таких наслідків: спостерігається сильна стомлюваність очей, розвиваються порушення в сітківці очей, поступово знижується гострота зору.

Хоча люди не помічають пульсацій, але органи зору чітко реагують на них і намагаються перетворити отримане зображення таким чином, щоб воно було рівномірно освітленим і без пульсацій. Вже через нетривалий час людина помічає, що зір стійко знижується, очі починають боліти. Головна небезпека синього світла, на думку фахівців, в тому, що він порушує здорове виробництво гормону мелатоніну, що впливає на якість сну і біоритми організму.

Висновок. Синє випромінювання світлодіодних джерел світла наносить сітківці ока досить небезпечні травми, зокрема такі як: – фотомеханічні – ефект прямої ударної дії; фотометричні – можуть виникати при підвищенні температури навколишнього середовища; фотохімічні – відбуваються в момент зміни структур макромолекул. Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що світлодіодні лампи не такі ідеальні, як здаються на перший погляд, У зв'язку з цим необхідні подальші дослідження для вивчення впливу

випромінювання світлодіодних ламп на здоров'я людини.

Література

1. <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es101052q>. – Режим доступу: Potential Environmental Impacts of Light-Emitting Diodes (LEDs): Metallic Resources, Toxicity, and Hazardous Waste Classification.
2. <http://moyaosvita.com.ua/fizuka/vpliv-svitla-na-organizm-lyudini/>. – Режим доступу: Вплив світла на організм людини.
3. Литвинова А. Вред светодиодных ламп .[Электронный ресурс] // Nature-time – сайт экологической грамотности. – Режим доступу: <https://nature-time.ru/2014/08/vred-svetodiodnyih-lamp/>

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ ЗА ІНТЕГРУВАННЯМ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

Лещенко Є.В. – гр. БМЕ–16, бакалаврат, rage19671999@gmail.com

Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є вивчення можливостей розширення функціональних можливостей комбінованої системи електроживлення (КСЕ) з фотоелектричною батареєю (ФБ) за інтегруванням з інтелектуальною системою управління енергоспоживанням (ІСУЕ) локального об'єкту.

В КСЕ локального об'єкту живлення навантаження здійснюється від перетворювального агрегату (ПА) [1] ФБ та розподільчої мережі (РМ) змінного струму. За наявності двох (і більше) джерел електроенергії використання дорогої акумуляторної батареї (АКБ) на всю потужність навантаження виглядає недоцільним. Для виключення аварійних ситуацій може використовуватися АКБ незначної ємності за використанням ПА як джерела безперебійного живлення. За відсутністю АКБ виникає обмеження щодо реалізації певних функцій ПА, зокрема, щодо реалізації автономного режиму роботи (АРР).

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлено, що інтегрування системи керування перетворювальним агрегатом ФБ з ІСУЕ дозволяє вирішити певні питання, якщо ІСУЕ делегувати додаткові наступні функції:

– оцінка поточного значення потужності $P_{ФБМАХ}$ і керування процесом вимірювання струму короткого замикання I_K ФБ;

- визначення (регулювання) завдання напруги навантаження в АРР залежно від співвідношення $P_{\text{ФБМАХ}}$ і навантаження P_H ;
- прийняття рішення щодо перемикання в АРР у разі відключення РМ або за неприпустимим відхиленням напруги РМ, припинення генерації енергії ФБ (для генеруючих в РМ систем);
- прийняття рішення щодо здійснення регулювання потужності ФБ у разі надлишкової генерації.

Л і т е р а т у р а

1. Zheng Zeng, Huan Yang, Rongxiang Zhao, Chong Cheng. Topologies and control strategies of multi-functional grid-connected inverters for power quality enhancement: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24 (2013), pp.223–270. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.033>.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИЗЕЛІВ ТЕПЛОВОЗІВ

Тітенко М.Ю. – гр.2Л, магістр, mark_titenko@ukr.net

Снівак О.М. – к.т.н., доц., alexspsi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є вирішення проблеми підвищення енергетичної ефективності дизеля тепловоза за рахунок використання гібридних комбінованих енергетичних установок.

Значна частка тепловозів, що використовуються на залізничному транспорті мають рівень енергоефективності гірший ніж у промислово розвинених країнах, що потребує розробки теоретично – організаційних основ підвищення енергетичної ефективності дизелів тепловозів та стратегії впровадження одержаних результатів. Проблема ускладнюється катастрофічною нестачею засобів оновлення тягового рухомого складу, строк експлуатації якого складає 25 – 35 років та значною частиною локомотивного парку на заключному етапі життєвого циклу.

У процесі експлуатації дизелів тепловозів показники енергетичної ефективності використання піддаються зміні. Ці коливання пояснюються старінням локомотивного парку, зміною умов експлуатації і частково зміною сезонна експлуатації. Це призводить до зменшення енергетичної ефективності

експлуатації, збільшення витрат на ремонт та забезпечення безпеки руху, погіршуються екологічні характеристики.

Для комплексного вирішення проблеми підвищення енергетичної ефективності дизеля тепловоза можливо використання [1, 2, 3]:

- гібридних комбінованих енергетичних установок (ГКЕУ);
- систем живлення паливом з електронним управлінням, що забезпечує роздільне управління параметрами впорскування залежно від умов експлуатації, необхідної потужності і частоти обертання дизеля;
- систем використання енергії стислого повітря гальмівної системи тепловоза;
- систем озонування палива, що використовують енергію електродинамічного гальмування;
- систем прогрівання дизелів тепловоза при простої;
- гібридних комбінованих енергетичних установок (ГКЕУ);
- систем покращення хімічно – фізичних властивостей дизельного палива.

Двигун внутрішнього згорання як транспортний силовий агрегат на ряду експлуатаційних режимів (розгін, малі навантаження, холостий хід та ін.) працює у край не економічно і з підвищеним вмістом шкідливих компонентів в газах, що відпрацювали. Застосування ГКЕУ дозволяє на усіх цих несприятливих з точки зору витрати палива і екології режимах роботи двигунів внутрішнього згорання замінити іншим допоміжним двигуном, наприклад, електричним, пневматичним, гідравлічним, інерційним, обертальним і так далі. Це дозволить понизити витрату палива (в цілому, понизити вартість пробігу) і поліпшити екологічні показники.

Варіантом удосконалення маневрових локомотивів є перехід на гібридну силову установку, що поєднує в собі потужний накопичувач енергії на основі сучасних електрохімічних конденсаторів (суперконденсаторів) енергоємністю 50 МДж, і дві дизель–генераторні установки потужністю по 350 кВт кожна, при індивідуальному асинхронному приводі колісних пар.

Перспективні ДКЕУ для локомотивів з гідропередачею включають первинний двигун–генератор (електричний, пневматичний або гідравлічний), накопичувачі енергії і оборотний двигун–генератор.

Первинний двигун–генератор перетворює хімічну енергію палива в енергію носія, в якості якого може бути електричний струм, стиснений газ (повітря), рідина або механічна енергія, передана від поршня до колеса. У наступний час вимогам по коефіцієнту корисної дії і питомим масогабаритним показникам для локомотива задовольняють лише комбіновані вільнопоршневі двигуни (КВПД), що працюють в генераторному режимі. ГКЕУ включає КВПД

з двоступінчастим поршнеvim компресором наддування, розширювальну машину і турбокомпресор.

Висновок. В результаті проведеного аналізу застосування ГКЕУ дозволяє:

- знизити в 3–10 разів рівні викидів шкідливих речовин (CO , CO_2 , NO_x , HC тощо);
- забезпечити економію дизельного палива до 15 %;
- забезпечити запуск ДВЗ, генерацію і рекуперацію енергії з накопичуванням і подальшим її використанням.

Л і т е р а т у р а

1. Жалкін Д.С. Методи підвищення енергетичної ефективності дизелів тепловозів [Текст] / Д.С.Жалкін // Збірник наукових праць ДонІЗТ. –2013. – №34. – С. 71–74.

2. Горбунов, Н.И., Анализ энергетических резервов локомотива и разработка технических решений, направленных на создание энергоэффективного транспортного средства [Текст] / Н.И.Горбунов, Е.С.Ноженко, В.И.Могила, М.Н.Коршко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. – 2012. –№5 (1176). – С.152–156.

3. Щербаков, В.П., Зменшення викидів оксидів азоту дизелем маневрового тепловозу шляхом застосування гібридної енергетичної установки [Текст] / В.П.Щербаков, М.І.Сергієнко, А.О.Каграманян, В.І.Пелепейченко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. – 2012. –№5 (1176). – С.173–179.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ГАРМОНІЙНОГО СКЛАДУ НАПРУГИ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ

Федченко Ю.В. – гр. БМЕ 16, магістрант, yulia06011997@gmail.com

Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є вивчення впливу несинусоїдальності напруги розподільчої мережі (РМ) на якість струму в точці підключення до РМ комбінованої системи електроживлення (КСЕ) локального об'єкту з фотоелектричною батареєю (ФБ).

В якості інструменту дослідження обрано математичне моделювання на ПК з використанням програмного пакету Matlab.

В КСЕ навантаження локального об'єкту і вихід перетворювального агрегату (ПА) ФБ підключаються до РМ. За цього коефіцієнт гармонік (THD_{i1}) струму РМ i_1 згідно стандартам МЕК для об'єктів з джерелами розподіленої генерації [1] повинен не перевищувати 5%. Забезпечити цю вимогу дозволяє використання в ПА багатофункціональних мережевих інверторів (МІ) [2] з функцією силового активного фільтра. З іншого боку щодо якості напруги u_1 для РМ загального призначення діє стандарт [3], що припускає несинусоїдальність напруги ($\text{THD}_{u1} \leq 8\%$) і нормує її гармонійний склад (до 40-ї гармоніки). Цей фактор в [2] і інших роботах, зазвичай, не враховують.

Структура моделі (рис.1) містить однофазний мостовий МІ з системою керування СК, джерело постійного струму ДПС, навантаження з комбінуванням постійного нелінійного навантаження (некерований випрямляч з вихідним ємнісним фільтром і потужністю навантаження 900 Вт) та RL навантаження.

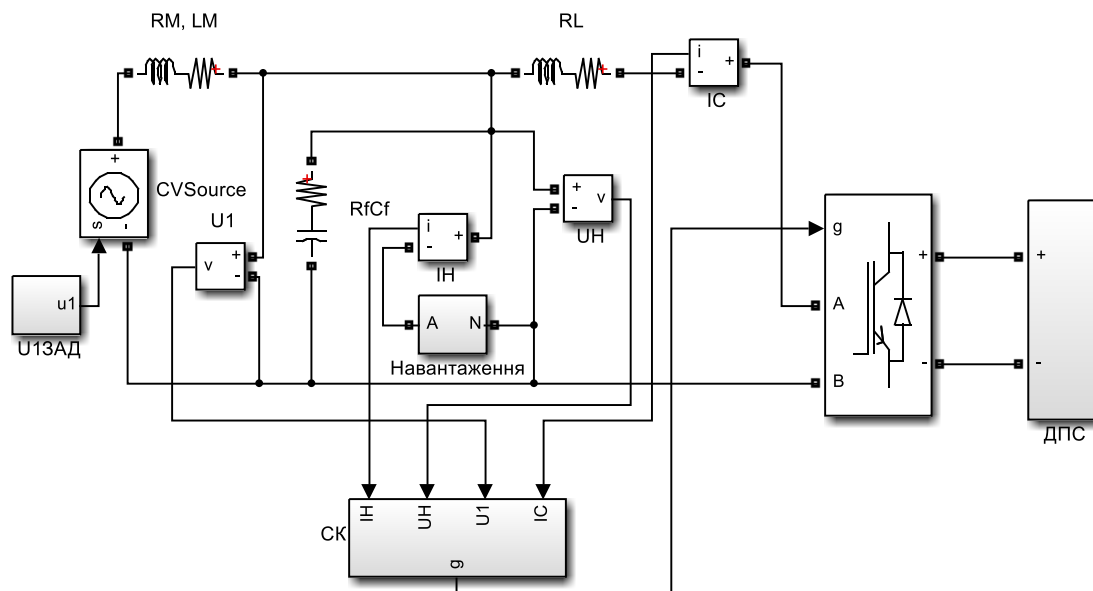


Рис. 1 – Структура моделі системи

Загальна потужність навантаження за $I_{Hm(1)}=19.7$ А, $\varphi_{(1)}=27^\circ$ становить $P_H=2745$ Вт і становить близько 0.5 від максимальної потужності АІН. Модель РМ (220 В, $f=50$ Гц) містить опори $R_M=0.1$ Ом, $X_{LM}=0.06$ Ом. В якості джерела напруги РМ використано кероване за напругою джерело CV Source, до входу завдання напруги підключено блок, що визначає u_1 , як суму гармонік заданої амплітуди. Параметри вихідного фільтра МІ $R_f=5$ Ом, $C_f=10$ мкФ. Струм мережевого АІН $I_{CMAX}=25$ А ($I_{CmMAX}=35.35$ А). Параметри вхідного кола випрямляча обрані за умови обмеження швидкості змінювання вхідного струму значенням $di_{VD}/dt \approx 2\omega I_{CmMAX}$, що відповідає значенню напруги ДПС 400 В. Для

спрощення аналізу роботи здійснювалось безпосереднє завдання амплітуди струму РМ I_{Im}^* (без використання зовнішнього регулятора напруги РН) за постійного заданого значення напруги ДПС.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено необхідність удосконалення МІ для виключення вищих гармонік струму РМ, обумовлених вищими гармоніками напруги РМ. За використання багатofункціональних МІ це пов'язано з усуненням (компенсацією) вищих гармонік, що генеруються в конденсаторі вихідного фільтру.

Л і т е р а т у р а

1. 1547–2018 – IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces. Date of Publication: 6 April 2018. Electronic ISBN: 978–1–5044–4639–6. DOI: [10.1109/IEEESTD.2018.8332112](https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2018.8332112).

2. Шавьолкін О.О. Удосконалення структури контура регулювання струму з використанням ШІМ для мережевого інвертора комбінованої системи електроживлення. Технічна електродинаміка 3, 2019, с.37–45, DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.03.037>

3. IEEE Std EN 50160:2010. Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks.

УДК 67.02

АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ІМПУЛЬСНІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Чурило Р.Є. – гр. Ен 4/2, бакалавр

Миколаївський національний аграрний університет

Мета роботи. Аналіз перехідних процесів в імпульсній електромеханічній системі для розрядно–імпульсної технології формоутворення металевих деталей тиском ударних хвиль та гідропотоку у розрядних камерах.

Вступ. Однією з актуальних проблем розвитку електротехніки та електромеханіки є розробка електротехнічного устаткування для розрядно–імпульсної технології формоутворення металевих деталей тиском ударних хвиль та гідропотоку у розрядних камерах, що заповнені рідиною при підводному електричному розряді.

Для роботи устаткування в імпульсному режимі традиційно застосовують ємнісні накопичувачі, які при енергоємності $10^5 \dots 10^6$ Дж мають незадовільну питому енергоємність ($< 10^4$ Дж/м³) та високу питому вартість (> 20 тис. грн./кДж) [1].

Електромашинні накопичувачі на основі ударних уніполярних генераторів (УУГ) мають просту конструкцію, відносно низьку вартість і найбільшу серед різних типів електричних машин густину енергії, що накопичується в обертових масах якорів ($2 \cdot 10^7$ Дж/м³) [1]. Проте для реалізації високовольтних імпульсів у плазмовому навантаженні в режимі динамічного гальмування УУГ необхідно застосувати схему розрядного контуру з трансформацією параметрів імпульсу (рис. 1).

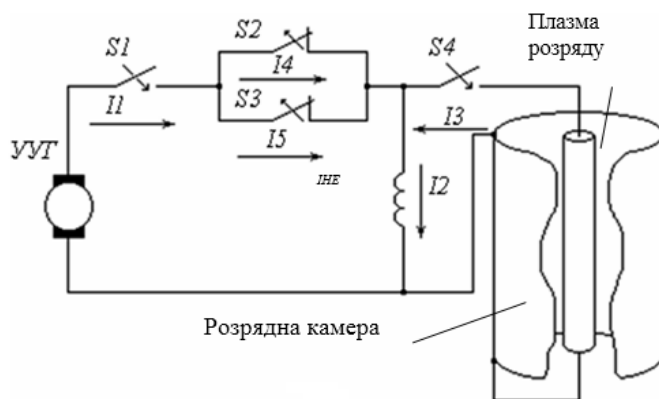


Рис. 1 – Схема розрядного контуру з УУГ

В роботі виконано дослідження перехідних процесів в електромеханічній системі з УУГ дискового типу, накопичена енергія в якорі якого перетворюється в енергію плазми електричного розряду і, в кінцевому рахунку, в енергію ударних хвиль. Розглядається схема розрядного контуру зі стисненням низьковольтного імпульсу розряду УУГ тривалістю 10^{-2} с, енергоємністю $10^5 \dots 10^6$ Дж у високовольтний імпульс у навантаженні напругою до $2 \cdot 10^4$ В тривалістю 10^{-5} с за рахунок застосування двоступеневого розмикача S2, S3 та індуктивного накопичувача енергії (ІНЕ) [2].

Особливістю математичної моделі є те, що для обґрунтування технологічного процесу необхідно отримати просторово-часові характеристики розподілу тиску в розрядній камері, а отже і врахувати взаємний вплив електромеханічних процесів в електричній машині, електричних процесів в розрядному контурі, електро-магнітного, теплового та гідродинамічного полів в розрядній камері [1].

Розв'язок проблеми полягає в чисельному аналізі замкненої математичної моделі магнітної гідродинаміки, в якій рівняння електромеханіки та розрядного контуру є граничними умовами.

Висновок. Досліджено перехідні процеси в розрядному контурі та в розрядній камері свідчать про перспективне застосування електротехнічної системи з УУГ в розрядно–імпульсних технологічних процесах формоутворення великогабаритних металевих деталей. На основі чисельного моделювання отримано вихідні дані для проектування дослідного зразка електротехнічної системи.

Л і т е р а т у р а

1. Хейфец, М. Л. Проектирование процессов комбинированной обработки / М. Л. Хейфец. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.: ил. (Библиотека технолога). – ISBN 5–217–03171–9
2. Ковалевський, С. В. Спеціальні методи оброблення робочих поверхонь деталей машин: монографія / С. В. Ковалевський, В. І. Тулупов. – Краматорск: ДДМА, 2012. – 100 с.
3. Бабей, Ю. И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна / Ю. И. Бабей. – К.: Наук. думка, 1988. – 240 с.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Шановал В.С., Курна В.Р. – гр. МГЕ–18, магістри, shapoval.vitalik@gmail.com

Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., ishved89@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є розроблення лабораторного стенду та обґрунтування вибору вимірювальних приладів для проведення експериментальних досліджень по вивченню впливу забрудненості та кута нахилу на ефективність роботи сонячних панелей.

Для дослідження були використані дві монокристалічні фотоелектричні панелі Altek ALM–10М потужністю 10 Вт кожна, призначені для застосування в системах постійного струму з напругою 12 В. Геометричні розміри сонячної панелі: довжина – 350 мм, ширина – 250 мм, товщина – 18 мм. Сонячна панель Altek ALM–10М працює за принципом перетворення світлової сонячної енергії в електричну. Сонячна панель являє собою фотоелектричний генератор, що перетворює потоки світла в електричну енергію.

Монокристалічна сонячна батарея ALM–10М конструктивно складається з відбиваючої основи і фотоелектричних осередків. Відбиваюча основа виконана з міцного текстурованого загартованого скла і встановлена в рамку з

алюмінієвого профілю з антикорозійним покриттям. На поверхні скляної основи знаходяться фотоелектричні елементи з монокристалічного кремнію, які герметично заламіновані полімерною плівкою. Залежно від галузі використання фотоелектричні модулі мають різне конструктивне рішення і різну вихідну потужність [1].

Фотомодулі під час проведення експериментальних досліджень розміщувались під джерелом штучного освітлення (лампа потужністю 150 Вт). Під час експерименту відстань між прожектором та сонячною фотоелектричною панеллю могла змінюватися для того, щоб отримати різні рівні освітленості. Для вимірювання освітленості використовувався люксметр Ю–116. Він складається з вимірювального пульта (магнітоелектричний гальванометр зі шкалою) і виносного фотоелектричного датчика (селеновий фотоелемент Ф550), який з'єднаний з пультом за допомогою гнучкого шнура з роз'ємом. Для вимірювання струму та напруги використаний мультиметр (DT–832), в якості навантаження – повзунковий реостат з максимальним опором $580 \pm 10\%$ Ом.

Загальний вигляд лабораторної установки показаний на рисунку 1.

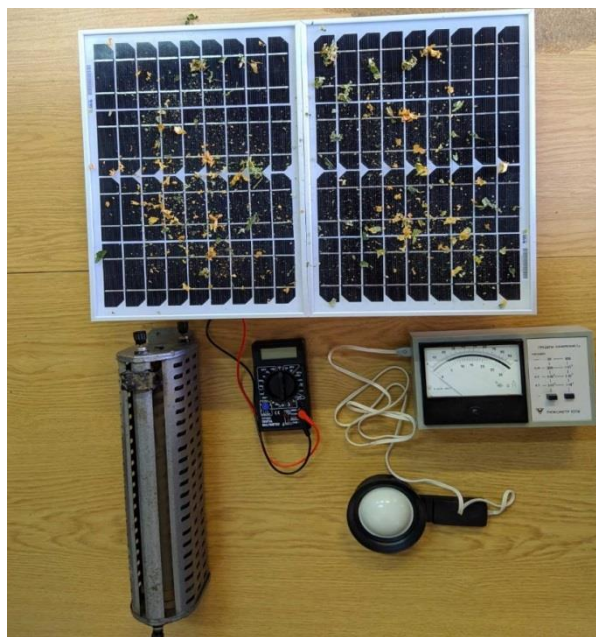


Рис. 1 – Загальний вигляд лабораторної установки при дослідженні впливу забрудненості

У роботі під час дослідження було використано два види штучного забруднення: пісок та подрібнене сухе листя. Штучне забруднення застосовано для уникнення нерівномірного розподілу забруднень на поверхні сонячної панелі, що існує в природних умовах (наприклад, осідання пилу може піддаватися впливу вітру). Нерівномірність розподілу забруднень на поверхні

може ускладнити порівняння результатів дослідження щодо впливу різних видів забруднювачів на ефективність фотомодуля.

В лабораторній установці для визначення впливу куту нахилу сонячних панелей на ефективність їх роботи передбачена можливість зміни просторового положення сонячних панелей за допомогою шарнірного механізму у вертикальному та горизонтальному напрямках. Під час експериментальних досліджень при двох рівнях (123 та 250 Вт/м²) сонячного опромінення для кожного зразка забруднень вимірювались напруга, струм, потужність. Після чого здійснювалось порівняння отриманих параметрів.

Висновок. Проведене поперені дослідження свідчать про наявність численних факторів навколишнього середовища, які безпосередньо впливають на характеристики сонячних модулів. Для дослідження впливу таких факторів, як забрудненість та кут нахилу панелей, на кафедрі енергоменеджменту та прикладної електроніки КНУТД розроблений лабораторний стенд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розен В.П. Аналіз ефективності використання фотоелектричних модулів / В.П. Розен, О.В. Чермалих, А.А. Хотян // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – С. 14–19.

ОЧИЩЕННЯ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Алексєєв А.В. – гр. 1417, магістр, super.tal@ukr.net

Дубинець О.І. – д.т.н., проф., o_dubynets@bk.ru

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є пошук нових більш досконалих, ефективних методів очищення стічних вод, що дозволяють отримати максимально можливий ефект очищення за лімітуючими показниками, затримувати та утилізувати корисні компоненти, запобігати забрудненню водою і зводити до мінімуму споживання свіжої води.

Одним з таких методів є мембранні технології мікро – і ультрафільтрації, які застосовуються у поєднанні з класичною технологією біологічної очистки – мембранні біореактори.

Мембранні біореактори використовують для очищення побутових стічних вод та стічних вод різних галузей промисловості [4, 6].

Застосовуються як аеробні так і анаеробні [3, 6, 7] мембранні біореактори в двох основних модифікаціях – з внутрішнім і зовнішнім розташуванням мембран:

– зануреного типу (з внутрішнім розташуванням мембрани у стічній воді, що очищується, – MBR);

– окремо розташованого типу (з зовнішнім розташуванням мембран та додатковим насосним обладнанням – SMBR).

В якості мембранних модулів використовують ультрафільтраційні та мікрофільтраційні мембрани з розміром пор 0,02 мкм і 0,4 мкм відповідно, які видаляють зі стічних вод колоїдні частинки, зважені частинки, макромолекули, мікроорганізми, бактерії [1, 2, 5].

В практиці очистки природних та стічних вод застосовують п'ять основних конфігурацій мембран: з порожнистими волокнами, спіральні, плоско – рамні, плісировані, трубчаті [7]. Найбільш поширені порожнисто – волоконні та плоскі мембрани [3, 6]. Порожнисто – волоконні модулі мають питому поверхню 300–600 м²/м³, плоскі – 50–150 м²/м³. Питома проникність плоских мембран складає 15–30 л/м³ год., порожнисто–волоконних – 10–30 л/м³ год. В той же час, плоскі мембрани володіють більшою механічною міцністю, їх легко

замінити, порожнисто–волоконні мембрани мають меншу вартість, менше забруднюються, стійкі до зворотних промивок.

Вік мулу мембранного біореактора становить 25–70 діб і більше, що призводить до значного зниження приросту мулу, розвитку в достатній кількості бактерій–нітрифікаторів.

Підвищені дози активного мулу при комбінованому мембранно–біологічному очищенні (8–12 г/л) дозволяють проводити його в режимі низьких навантажень, забезпечуючи стабільну якість очищення і стійкий до зовнішніх чинників біоценозу активного мулу. Розмір пластівців мулу в мембранних біореакторів менше, ніж в аеротенках, тому площа контакту мікроорганізмів зі стічними водами збільшується, ефективність сорбції активним мулом інертних речовин, важких металів, мікрозабруднень підвищується.

Крім того, в процесі роботи мембранних модулів, в порах мембрани та на її поверхні утворюється динамічний шар відкладень, який сприяє фізичному видаленню значної кількості макромолекул, колоїдних речовин, ферментів, позаклітинних полімерних речовин, що підвищує загальну ефективність очистки стічних вод в середньому на 10–20 % [3].

Ступінь очищення стічних вод в мембранному біореакторі становить за показниками БПК – 98,7–99,7%, ХПК – 80–90%, азоту амонійному – 98,5 – 99,8%, фосфору – 90–95 %. Ефективність видалення бактерій – 99,99 %, вірусів – 99 % [3, 6].

Проте, незважаючи на вказані переваги роботи мембранних біореакторів, вони мають ряд недоліків: значні капітальні витрати на мембранні блоки; складну систему управління та контролю роботи; забруднення мембран в процесі роботи та пов'язані з цим експлуатаційні витрати; складність в забезпеченні необхідного рівня аерації в реакторі.

При збільшенні концентрації активного мулу в мембранному біореакторі більше 12 г/л збільшується імовірність заростання мембрани, блокуються пори, погіршується гідродинамічний режим в реакторі, не ефективно розподіляється кисень в системі та ускладнюється його доступ до активного мулу, зростає трансмембранний тиск, спостерігаються процеси самоокислення мулу, що призводить до зниження якості очищеної води [2].

Одним з найскладніших питань експлуатації мембранних біореакторів є своєчасне видалення забруднень з поверхні та пор мембрани. До основних причин забруднення мембран відносяться: адсорбція макромолекул та колоїдних речовин; зростання біоплівки на поверхні мембрани; осідання неорганічної матерії; старіння мембрани [5]. Всі забруднення мембран діляться на три основні типи:

– забруднення, які можуть бути видалені фізичною очисткою;

- забруднення, які можуть бути видалені хімічною очисткою;
- безповоротні забруднення, які не можуть бути видалені.

У зв'язку з цим при експлуатації мембранних біореакторів застосовують продувку повітрям зовнішньої поверхні мембран; зворотну промивку на протязі 30–120 с кожні 10–25 хв. роботи; хімічну очистку гіпохлоритом натрію або гідроксидом натрію для видалення гумінових речовин, білків, вуглеводів та органічну кислотну очистку для видалення неорганічних забруднень. При наявності великої кількості забруднень на поверхні мембрани, її видаляють з реактору та замочують у слабо – концентрованому розчині гіпохлориту натрію протягом 12–30 год. Для зменшення забруднення мембран також використовують періодичну зупинку процесу фільтрування. В цей момент потоки рідини та повітря навколо мембрани уносять з її поверхні частинки забруднень, а дифузійний та конвективний потоки – розчинені та колоїдні домішки [3].

Висновок. Мембранні технології є ефективними методами очищення стічних вод різного складу. Суміщення технологій мікро– і ультрафільтрації з класичною технологією біологічної очистки в штучно створених умовах забезпечують надійність і стабільність роботи станції очистки стічних вод при високих показниках якості очищеної води. Застосування мембранних біореакторів при проектуванні нових та реконструкції існуючих очисних споруд призведе до значного скорочення їх площ, збільшенню глибини очищення стічних вод, знизить обсяг надлишкового активного мулу, прибере проблему спухання мулу. а також зведе до мінімуму скидання стічних вод у водойму у зв'язку з можливістю їх повторного використання.

Слід зазначити, що впровадження занурених мембранних модулів дозволить проводити модернізацію станцій аерації без значних конструктивних змін.

Л і т е р а т у р а

1. Брик М. Т. Енциклопедія мембран: У 2 т. – Київ: ВД «Києво–Могилянська академія», 2005. – Т. 1. – 658 с.
2. Світцов А.А. Введення в мембранну технологію. Навчальний посібник. Москва, РХТУ ім. Д. І. Менделєєва, 2006 р., 170 с.
3. Хараєв Г.І., Ямпілов С.С., Хантургаєв А.Г., Баромембранні процеси. Навчальний посібник. Улан–Уде, Східно – Сибірський Державний технологічний університет, 2005 р., 112 с.
4. Мембрани зворотного осмосу. Технічний посібник. Сеул, Woongjin Chemical Co Ltd, 2010 р., 124 с.
5. Керівництво по експлуатації мембран ультрафільтрації Inge. Німеччина, Inge GmbH, 2014 р., 104 с.

6. Николаева Л. А. Водоподготовка на тепловых электростанциях. Мембранные технологии / Л. А. Николаева. – Челябинск: ЧФ ПЭИпк, 2015. – 128 с.

7. Первов А.Г. Сучасні високоефективні технології очистки питної і технічної води із застосуванням мембран: зворотний осмос, нанофільтрація, ультрафільтрація, М., Видавництво Асоціації будівельних вузів.

УДК 629.5

ОСОБЛИВОСТІ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ SPOS ДЛЯ КОРЕГУВАННЯ МАРШРУТУ СУДНА У МІНЛИВИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ

*Бабийчук А.С. – гр. 1416, arseniy.babichyk@gmail.com
Державний університет інфраструктури та технологій*

Метою роботи є розгляд використання програми SPOS навігаційною командою містка та капітаном, задля економії палива, також перевірка точності даних отриманих завдяки програмі SPOS з реальними витратами.

Планування маршрутів та оптимізація передбачають безпеку, ефективність, навігацію, витрати, ротація портів, ЕТА, діапазони швидкості та додаткові обмеження, такі як обробка та морське обслуговування. Для капітанів суден це складний виклик, який вимагає допомоги інструментів, які допомагають у вирішенні суперечливих питань, щоб дати їм впевненість у своїх рішеннях та підтримці у виконанні. MeteoGroup розробила SPOS (*Ship Performance Optimization System – Систему оптимізації продуктивності суден*) для вирішення цих проблем.

Вплив гідрометеорологічних умов на сталий розвиток економіки судноплавних компаній, особливо за останнє десятиліття, стало настільки істотним, що може викликати зростання диспропорцій в економіці і соціальній сфері, порушуючи нормальний, динамічний розвиток судноплавства. Вплив тільки одного стихійного гідрометеорологічного явища на виробничу інфраструктуру міста або території моря може відкинути їх розвиток на кілька років назад (особливо якщо це острова серед Океанії). Необхідність захисту від такого впливу і зниження соціально-економічних втрат компаній і часу вантажоперевезення призводять до доцільності врахування впливу гідрометеорологічних (погодних і кліматичних) умови на світовому рівні. Ринкові відносини призводять до необхідності більш тісної взаємодії зі

споживачами метеорологічної інформації та більш раціонального використання прогностичної продукції для мінімізації збитку.

Моряки були одні з перших, хто завжди мали широкі знання про погоду. Вони визначали хмарні утворення та зміни швидкості вітру, які вказували на зміну погоди. У морі ці знання можуть означати різницю між життям та смертю. Як раніше було опубліковано у World Maritime News, сьогодні прогноз погоди робиться не зовсім пильно, але з усіма видами доступних технологій, як супутники та датчики погоди. У наш час прогнози рятують не тільки життя в морі, але й багато вантажу, який, частіш за все є шкідливим для флори та фауни нашої планети. Це хороша новина для навколишнього середовища. MeteoGroup – це як «всевидюче око», коли мова йде про погоду. Що є дуже корисним для судноплавства, оскільки капітан може заздалегідь дізнатися, чи варто йти йому в шторм.

Висновок. В результаті проведеного аналізу та дослідження було виявлено, що маршрут, прокладений завдяки програми SPOS, дійсно є економічно вигіднішим ніж звичайний (найкоротший) шлях.

Л і т е р а т у р а

1. Алаєв Э.Б. «Социально–экономическая география». М.: Мысль, 1983. –350 с.
2. Інтернет ресурс веб–сайт «meteogroup.com».
3. Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 419 с.

ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА

Войченко Т.О. – доцент, к.е.н., larino@i.ua
Державного університету інфраструктури та технологій

Метою роботи є розгляд проблем в організації руху флоту, особливо в прибережних районах, прилеглих до морських портів, які призводять до зіткнення суден, через що виникають найсерйозніші наслідки для екології.

Сучасний етап характеризується безперервним зростанням інтенсивності морського судноплавства, що супроводжується збільшенням кількості аварійних ситуацій. Найбільш ефективним засобом забезпечення безпеки плавання поблизу суші вважається система управління рухом суден (СУРС). Але оскільки реалізація її основних функцій виконується операторами Центру, які безпосередньо здійснюють управління, то має місце вплив «людського

фактора» на процес прийняття рішень і, як наслідок, на безпеку судноплавства. До головних недоліків подібних систем доцільно віднести також обмеженість зони дії (в межах акваторії морського порту), стаціонарність розміщення («прив'язка» до берега і розташованим на ньому службам), громіздкість, складність застосовуваних процедур, що вимагають дорогого спеціалізованого обладнання та розгалуженої інфраструктури енергопостачання. А з урахуванням того, що пріоритетні заходи, покликані підвищити безпеку судноплавства в прибережних зонах, мають на увазі вдосконалення технічної оснащеності СУРС вартість і розміри обладнання системи будуть тільки збільшуватися. Тим часом, явно недостатньо уваги приділяється вдосконаленню в морських портах інформаційно–технологічної бази транспортної системи як гідної альтернативи її технічної модернізації [1].

В даний час найбільші ризики при плаванні в районі морських портів пов'язані з рухом маломірного флоту, питання адміністрування якого поки залишаються неврегульованими. Зокрема перевезення пасажирів маломірним флотом на регулярних лініях в порту регламентують Міжнародні правила МПЗЗС–72, обов'язкові постанови начальників морських торговельних портів, а також інші норми, що забезпечують безаварійність плавання, безпеку знаходження людей на воді та охорону навколишнього середовища. Однак ніяким документом неможливо описати всі ситуації, що складаються на ділянках з інтенсивним судноплавством. Рух маломірного флоту, що відрізняється специфікою, не контролюється СУРС і, отже, розглядається як фактор, що створює перешкоди для основного судноплавства біля морського порту. Адже рівень безпеки судноплавства багато в чому залежить від досвіду, індивідуальних особливостей і психофізіологічного стану плавскладу. Належна організація руху маломірного флоту дозволить усунути діючі обмеження по плаванню і тим самим підвищити безпеку судноплавства в акваторії порту. З цією метою доцільно застосовувати спеціальні інформаційно–технологічні засоби реалізації мобільних СУРС [2].

Інформаційне забезпечення транспортних процесів на море має на увазі ефективне управління (планове і оперативне) з використанням передових інформаційних технологій (ІТ) і засобів їх підтримки. Головний елемент адміністрування – інформаційна інфраструктура, що базується на методах логістики та досягнення прогресу в області обміну даними. В останні роки було запропоновано кілька великомасштабних проєктів, які передбачають застосування сучасних ІТ з метою розвитку мультимодальних перевезень, включаючи морські, проте в цілому рівень інформатизації, як і раніше досить низький. Отже, головну мету дослідження, покликаного надати імпульс розвитку транспортних процесів, можна сформулювати так: пошук нових

підходів до усунення проблем інформаційного супроводу і створення ефективних принципів адміністрування, що відповідають вимогам безпеки.

З точки зору теорії управління і прийняття рішень поширені методи забезпечення безпеки судноплавства діляться на дві групи:

1) судноводійські, що допомагають виконувати належні операції на борту конкретної одиниці флоту з метою її передислокації з порту відправлення в пункт призначення в найкоротші терміни і без заподіяння шкоди людям, вантажу і судну;

2) експертні (до них відносять СУРС), призначені для застосування на макрорівні, коли необхідно задіяти спеціально створену берегову інфраструктуру, нормативно–організаційні ресурси, застосувати особливе структурування морських районів.

Експертні методи дозволяють комплексно підвищити безпеку судноплавства, виступаючи як засіб додаткової допомоги фахівцям. До їх недоліків слід віднести:

–неможливість враховувати всі тонкощі роботи судноводія;

–низький ступінь інформатизації та формалізації процедур прийняття рішень;

–проблеми з програмним забезпеченням бази даних, що виникають із–за труднощів формалізації евристичних знань експертів;

–опис тільки послідовності кроків, зроблених в ході пошуку рішень, і нездатність їх обґрунтовувати;

–необхідність постійного залучення інженерів для налагодження, тестування і підтримки системи в актуальному стані.

Таким чином, перспективний шлях підвищення безпеки судноплавства – пошук нових підходів до організації ефективних інформаційних систем надання допомоги у судноводінні. В даний час проводиться значна кількість досліджень в області штучного інтелекту, основна мета яких – реалізація автоматизованих, а в перспективі – повністю автоматичних технологій транспортних перевезень. Система управління, заснована на знаннях, на відміну від експертної, призначена не для вироблення пропозицій (консультацій), а для контролю та адміністрування об'єктів. Функціонуючи в безперервному режимі, вона взаємодіє безпосередньо з динамічним об'єктом (в даному випадку – транспортним засобом), яким керує, а не з людиною–оператором.

В даному контексті ряд авторів пропонують застосовувати модель інтелектуальної інформаційної СУРС, що використовує кодові методи представлення шляхових відомостей. Подібні спеціальні територіально локалізовані системи називають мобільними (МСУРС) [3]. У них інформаційно–технологічний супровід транспортних процесів базується на

глибокій формалізації процедур управління, що при адмініструванні дозволяє більшою мірою реалізовувати потенціал ІТ, передової обчислювальної, навігаційної і телекомунікаційної техніки, включаючи малогабаритні пристрої. Особливості МСУРС – локальність площі підконтрольної акваторії, яка залежить тільки від можливостей сучасних технічних засобів; оперативність, швидкість розгортання і припинення дії; простота оперування і мобільність (легке переміщення апаратури при водному і береговому базуванні). Крім того, в системі зведено до мінімуму вплив «людського фактора» на прийняття рішень, адже оператор Центру (розташованого на одному з суден, наприклад флагманському, або в приміщенні берегової диспетчерської служби) виключений з основного контуру управління, він здійснює загальний контроль і оперативне (динамічне) адміністрування в разі нештатної ситуації. МСУРС не вимагає значних технічних та енергетичних ресурсів. Вона може бути виконана на базі стандартних технічних засобів і систем (ТБ, РЛС, ЗАРП, АІС, ГМСЗБ, ПЕОМ, GSM); не критична до району дислокації; здатна забезпечити безпеку на будь-яких ділянках (включаючи прибережні, а також віддалені морські акваторії) з інтенсивним судноплавством, на які не поширюється дія стаціонарних СУРС. Комбіноване застосування стаціонарних і мобільних СУРС, перспективних телекомунікаційних і навігаційних технологій не тільки розширить функціональні можливості традиційних систем (в тому числі спектр послуг з безпечної проводки флоту), а й усуне територіальні обмеження їх використання, підвищивши маневреність. СУРС і МСУРС при взаємодії доцільно розглядати як складові частини єдиної мультимодальної асоціативної транспортної системи (МАТС) морського порту.

Висновок. Використання програмного комплексу МСУРС полегшує управління флотом на контрольованій акваторії в складних умовах, здатна істотно знизити ризик зближення суден при обмеженій видимості і/ або при наявності в уже згадуваному районі погано розрізняючихся об'єктів, і може знайти практичне застосування на морському і річковому флоті при вирішенні завдань забезпечення безпеки на ділянках з інтенсивним судноплавством.

Л і т е р а т у р а

1. Абчук В.А. Теория риска в морской практике / В.А. Абчук. – Л., 1983. – 80 с.
2. Маринов М.Л., Клименко В.Д. Учет человеческого фактора в аварийных ситуациях на море / М.Л. Маринов, В.Д. Клименко // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 2. – С. 25–29.

3. Борисова Л.Ф. Мобильная система управления движением судов для повышения безопасности эксплуатации водного транспорта / Речной транспорт (XXI) век. –2014. – № 6. – С.54–56.

THE ANALYTICAL SYNCHRONIZATION OF THE MONITORING DATA OF THE WORKING PROCESS IN TRANSPORT DIESEL ENGINES OPERATING

Zalozh V. –graduate student, zalozh@ukr.net

Danube Institute of the National University “OMA”

Varbanets R. – doctor of engineering sciences, full professor, roman.varbanets@gmail.com

Odessa National Maritime University

Solving the problem of the analytical synchronization in view of monitoring the working process of transport diesel engines in operation is a great importance, because the operation of the main engine and its diagnosis is based on results of monitoring. The problem is formulated as the translation of data from time functions into functions by the angle of rotation of the crankshaft, where the accuracy of determining the TDC of the piston has the greatest influence $f(t) \xrightarrow{TDC} f(\varphi)$.

There are two methods of solving this problem: hardware – using sensors on the engine flywheel (AVL OT–sensor 428, Kistler TDC sensor Type 2629B, etc.) and analytical – by analyzing the curve $p(t)$ of the gas pressure in the working cylinder.

Hardware synchronization method is obvious and has been traditionally used to transport diesel from the beginning of using on them the first systems of monitoring the working process. The following system synchronized the data of monitoring using sensors on the wheels: one of the first widespread in the 1990s. on the fleet of marine diesel monitoring systems NK–5 and subsequent NK–100, NK–200 Norwegian company Autronica A/S; European systems Kyma, Premet, Malin, Doctor and many other systems developed before the early 2000s. Then, when expensive portable stationary systems were replaced by portable periodic monitoring systems, analytical methods of synchronization began to develop.

It became apparent that the TDC hardware sensors, which are inconvenient when working with portable systems, also introduce a number of significant errors in the calculation of the average indicator pressure and indicator power. Installation and calibration of TDC sensors is carried out in statics. Then, when the engine is running under load, the TDC position recorded by the sensors is shifted due to torsional vibrations of the shaft and the selection of micro–backlash in the bearings of the

crank mechanism. An additional, significant error is introduced by the pressure measuring channel – the indicator crane channel, which is installed on all low– and medium–speed diesel engines. All portable monitoring systems record the pressure in the working cylinder by attaching a sensor to the indicator valve, which has a standard thread on all transport diesels since receiving a patent by Rudolf Diesel in 1892. During pressure measurement, the channel introduces errors such as signal delay and throttling, and the first can be very significant – up to several degrees of crankshaft rotation (DCR) – and increases with increasing speed.

The error of the hardware sensors is so large and unstable depending on the load that it became obvious that within this error and even more accurately, the position of the TDC can be calculated by analyzing the curves $p(t)$. On the other hand, the influence of the TDC error on the accuracy of calculating the average indicator pressure is very large: 6–9% per 1° TDC error (M. Tazerout, S. Polanowski, Per Tunestal, Y. Nilsson and L. Eriksson, E. Pipitone). Thus, in order to obtain an acceptable calculation of the average indicator pressure and indicator power, it is necessary to determine the TDC with a maximum absolute error of not more than 0.1 – 0.3° degrees of crankshaft rotation.

The method proposed by the authors for solving the equation $P'=0$, followed by the thermodynamic displacement of the TDC (M. Tazerout, E. Pipitone), provides the required accuracy for calculating the TDC of 0,1–0,25° degrees of crankshaft rotation. The curve $P'=0$ is simulated from the closing of the intake valves to the start of ignition in the cylinder. Appropriate boundaries are determined by analyzing the extrema of the curves $\frac{dP}{dt}$, $\frac{d^2P}{dt^2}$, which is possible after filtering the initial pressure curve. The authors apply digital filter Butterworth LowPass filter that has a smooth characteristic across the frequency range and does not offset the phase of the original signal. This ensures the required accuracy of the final calculation of the average indicator pressure with the subsequent calculation of the indicator and effective engine power with a maximum relative error of no more than 2,5%.

Calculation of the effective power on marine diesel engines is necessary not only for assessing specific fuel consumption and diagnosing the technical condition, but also for the currently relevant calculation of the energy efficiency coefficient of ships introduced by the IMO international maritime organization. IMO Resolution MEPC.282 (70) provides guidance on the development of a shipboard energy efficiency management plan (SEEMP – Ship Energy Efficiency Management Plan), which proposes approaches to managing environmental friendliness and efficiency, as well as possible ways to improve the overall performance of the vessel. The main factors influencing to the energy efficiency, set out in a Resolution applicable for inland vessels in varying degrees of "weight". Fundamentally, all possible methods of

monitoring energy efficiency in accordance with Annex VI of the MARPOL Convention, applied to ships in service, with certain assumptions fair for inland navigation vessels.

IMO activity and the actual volumes of CO₂ emission reduction recognized by MEPC as a result of the implementation of measures to improve energy efficiency indicators are also relevant for inland vessels. This task is gradually reflected in shipping development projects on the conventional (Rhine, Danube, Sava, Moselle) inland waterways of Europe, primarily in environmental projects. Currently, over 550 million tons of cargo are transported annually on the inland waterways of the countries of the European Union.

Thus, the problem of analytical synchronization required for the correct assessment of power and technical diagnostics that improve the economic and environmental performance of transport diesel engines, is relevant.

References

1. Heywood, John B. 1988. Internal combustion engine fundamentals. New York: McGraw–Hill.
2. Neumann S. High temperature pressure sensor based on thin film strain gauges on stainless steel for continuous cylinder pressure control. CIMAC Congress 2001, Hamburg. Digest; p. 1 – 12.
3. Neumann S, Varbanets R, Kyrylash O, Yeryganov OV, Maulevych VO. Marine diesels working cycle monitoring on the base of IMES GmbH pressure sensors data. Diagnostyka. 2019;20(2):19–26. <https://doi.org/10.29354/diag/104516>.
4. Varbanets, R. A. Diagnostic control of the working process of marine diesel engines in operation. Dissertation of the Doctor of Technical Sciences. Odessa, 2010. 314 p.
5. Varbanets R. Analyse of marine diesel engine performance / R. Varbanets, A. Karianskiy // Journal of Polish CIMAC. Energetic Aspects. – Gdansk: Faculty of Ocean Engineering and Ship Technology Gdansk University of Technology, 2012. – Vol. 7, No. 1. – C. 269–275. <https://doi.org/10.33082/td.2018.2–3.09>.
6. Varbanets, R., Karianskiy, S., Rudenko, S., Gritsuk, I. et al., "Improvement of Diagnosing Methods of the Diesel Engine Functioning under Operating Conditions," SAE Technical Paper 2017–01–2218, 2017.
7. Resolution MEPC.282(70). 2016 Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP) [Internet]. International Maritime Organization (IMO). Available from: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Marine–Environment–Protection–Committee–\(MEPC\)/Documents/MEPC.282\(70\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Marine–Environment–Protection–Committee–(MEPC)/Documents/MEPC.282(70).pdf)
8. IMES cylinder pressure sensors. Available from: <https://www.imes.de>
9. Pressure and TDC sensors from Kistler. Available from: <https://www.kistler.com>
10. AVL OT–sensor 428. Available from: <https://www.avl.com>

11. Ding Y, Stapersma D, Grimmeliu HT. Cylinder process simulation with heat release analysis in diesel engine. Conference: Power and Energy Engineering Conference, 2009. APPEEC 2009. Asia–Pacific. <https://doi.org/10.1109/APPEEC.2009.4918248>

12. Tazerout, M., Le Corre, O., Rousseau, S., TDC Determination in IC Engines Based on the Thermodynamic Analysis of the Temperature–Entropy Diagram, SAE Technical Paper 1999–01–1489, 1999. <https://doi.org/10.4271/1999–01–1489>

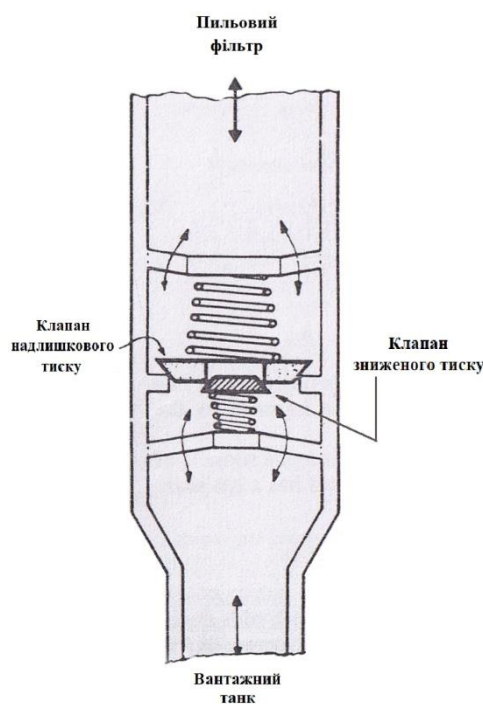
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТАНКЕРІВ – ХІМОВОЗІВ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛАПАНІВ СКИДАННЯ ТИСКУ / ВАКУУМУ

Згібнєв В.В. – гр. 1416, магістр, Vladyslavzhibnyev@gmail.com
Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є проведення аналізу будови та принципу роботи клапанів скидання тиску / вакууму на предмет недоліків, а також визначення сучасних методів їх вдосконалення з метою підвищення безпеки екіпажу при їх експлуатації.

Клапани скидання тиску / вакууму призначені для запобігання утворення в резервуарі надлишкового або зниженого тиску в установлених межах, і забезпечує потік невеликих обсягів парів, повітря або сумішей інертних газів, викликаних температурними коливаннями у вантажному танку. Вакуумний клапан відкривається, якщо тиск в резервуарі падає нижче заданого рівня – щоб втягнути повітря в резервуар через пиловий фільтр. У разі надлишкового тиску, два випускних клапана відкриваються, щоб забезпечити вентиляцію на високій швидкості вгору, для уникнення концентрації газу на палубі.

Клапани скидання тиску / вакууму широко використовуються в резервуарах для масових вантажів. Клапани запобігають утворенню надлишкового тиску або вакууму, які можуть розбалансувати систему або пошкодити ємність для зберігання.



Крім забезпечення первинного рівня захисту резервуарів і технологічних систем, клапани тиску / вакууму також мінімізують втрати при випаровуванні, тим самим захищаючи навколишнє середовище і забезпечуючи значну фінансову економію.

Рівні захисту від тиску і вакууму контролюються зваженими піддонами або пружинами і можуть комбінуватися для забезпечення необхідних граничних параметрів тиску / вакууму. Зазвичай системи піддонів і пружин об'єднуються в один пристрій, тобто для налаштування верхньої границі потрібна пружинна секція, в той час як для налаштування нижньої границі використовується метод піддонів.

Запобіжний вакуумний клапан може бути налаштований як з ваговими, так і з пружинними піддонами. Потік через клапан контролюється вагою піддону або силою пружини, що діє на піддон, щоб тримати пристрій закритим, коли тиск нижче встановленої межі. Як тільки тиск або вакуум в резервуарі досягне сили закриття піддону, піддон почне підніматися з сідла і пропускати потік через клапан. Для запобігання потрапляння сторонніх речовин в клапан, встановлений сітчастий екран.

Основним недоліком, який впливає на безпеку експлуатації таких клапанів – є відсутність захисного екрану, що відловлює часточки рідини які вилітають під тиском з резервуарів. Через це, при перевезенні небезпечних речовин, в момент скидання тиску, часточки рідини можуть потрапити на шкіру, в очі чи до дихальних шляхів членів екіпажу, що знаходяться поряд з клапаном, в результаті чого вони можуть бути травмовані. Ми можемо спостерігати таку ситуацію на практиці, особливо в період високої температури навколишнього середовища, коли клапани відкриваються досить часто.

Головним методом вирішення даного питання – є розробка та встановлення екрану який буде відловлювати часточки рідини та не даватиме їм розлітатися. Він повинен бути сконструйований таким чином, щоб не змінювати напрямок та швидкість виходу газу з танку.

Висновок. В результаті проведеного аналізу, було знайдено досить серйозний недолік клапанів скидання тиску/вакууму та запропоновано варіант вирішення даної проблеми.

Л і т е р а т у р а

1. [https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/pressure-vacuum-valve-\(p-v-valve\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/pressure-vacuum-valve-(p-v-valve))
2. <https://marineengineeringonline.com/tag/pressure-setting-for-pv-valve/>
3. <https://www.ifaistus.gr/products-services/pv/>

ВДОСКОНАЛЕННЯ БУДОВИ ВАНТАЖНИХ ТА БАЛАСТНИХ ТАНКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКІПАЖУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЇХ РЕГУЛЯРНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Згібнєв В.В. – гр. 1416, магістр, Vladyslavzhibnyev@gmail.com
Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є дослідження основних небезпечних факторів при проведенні регулярного обслуговування вантажних та баластних танків, а також методів їх ліквідації, з метою підвищення безпеки членів екіпажу.

На сьогоднішній день питання безпеки членів екіпажу, носить характер одного з найважливіших напрямків розвитку морської галузі, поряд з такою проблемою як забруднення навколишнього середовища.

Безліч міжнародних організацій проводять дослідження різноманітних факторів, що можуть впливати на безпеку екіпажу, та шляхів мінімізації ризиків для життя людей. Нормативні документи, які спрямовані на вирішення даного питання, направлені на введення певних норм щодо будови суден та їх обладнання, умов праці екіпажу, розробку певних алгоритмів виконання робіт та введення обов'язкового набору спорядження.

Одним з небезпечних видів робіт є регулярне обслуговування вантажних та баластних танків. Основними небезпечними факторами їх виконання є: недостатня вентиляція приміщень, погане освітлення та робота на висоті. Будь-які дії, що проводяться на висоті офіційно визнані як ті що мають високі ризики для життя людини.

При роботах в вантажних та баластних танках необхідно спускатися і підійматися на досить значну висоту. Для ліквідації цього фактору. Необхідно використовувати ремені безпеки. Вони врятовують життя людини у випадку зриву з драбини чи раптового погіршення самопочуття.

Питання недостатнього освітлення має не менш важливе значення. В темному приміщенні людина може не помітити виступ, чи якусь перепону на шляху, вдаритись і травмуватись. Основним варіантом вирішення цієї проблеми є використання спеціальних налобних ліхтарів, це дасть необхідне освітлення у напрямку куди дивиться людина, та звільнить руки для виконання маневрів. Також в доповнення можуть бути використані ручні ліхтарі для додаткового освітлення складних ділянок.

Недостатня вентиляція є одним з найнебезпечніших факторів, який забрав не мало життів. Основними загрозами є недостатня кількість кисню, чи наявність небезпечних газів в танках. Для ліквідації цієї загрози необхідно перед виконанням робіт гарно вентилювати приміщення. У зв'язку зі складною

будовою танків, особливо баластних, подача повітря зверху вниз за допомогою вентиляторів має не досить високу ефективність. Це може призвести до погіршення самопочуття та втрати свідомості працівниками під час роботи.

Одним із шляхів вирішення даного питання є вдосконалення будови вантажних та баластних танків, через встановлення стаціонарної системи вентиляції, яка буде наганяти свіже повітря безпосередньо у нижню частину приміщення. Це дозволить підвищити рівень кисню в замкнутому просторі та допоможе більш ефективно видалити з нього небезпечні гази, порівняно з традиційним методом. Відповідно підвищиться рівень безпеки праці екіпажу при виконання заданих робіт, особливо якщо використовуються лакофарбові матеріали або завдання супроводжується виникненням великої кількості пилу.

Така система може мати вигляд 2 – 4 невеликих за діаметром трубок, розташованих в найвіддаленіших кутках приміщення, в його нижній частині . Такий підхід дозволить більш рівномірно розподілити свіже повітря по всьому танку. На вільних кінцях повинні бути встановлені неповоротні клапани, що не дадуть рідині з танків потрапити у систему. Відповідно на інших кінцях труб має бути встановлений нагнітач повітря з осушувачем, що дозволить вентилувати вантажні танки які мають сухий стан, для проведення інспекції.

Такий підхід дозволить підвищити ефективність вентиляції, мінімізувати ризики для екіпажу та підвищити їх безпеку.

Висновок. В результаті проведеного дослідження, було знайдено основний небезпечний фактор при проведенні регулярного обслуговування вантажних і баластних танків, та запропоновано метод його ліквідації, що значно підвищить безпеку членів екіпажу, під час виконання робіт.

Л і т е р а т у р а

1. http://ohranatruda.org.ua/?Obrazcy%0Ainstrukcii_po_ohrane_truda_po_vidam_rabot:V_zakrytyh_prostranstvah
2. https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/146187/

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ СУДЕН

Кульпека М.С. – гр. ЕСЕУ–1, магістр, kulpekanikolay@gmail.com

Кукалець Л.М. – ст. викладач, kukalec@meta.ua

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є огляд нормативів ІМО щодо обмеження рівня окислів сірки в паливі з 2020 року, а також аналіз можливих варіантів скорочення викидів в атмосферу з суден (у довгостроковому та короткостроковому періодах).

Комітет Міжнародної морської організації (ІМО) з захисту морського середовища (КЗМС) прийняв рішення про обмеження рівня максимального вмісту сірки в судновому паливі поза зонами особливого контролю за викидами сірки з суден (SECA) в 0,5%, а також рівня викидів окислів азоту з суден з 2021 року. Дослідження показують, що на частку суден доводиться від 2 до 3 відсотків загального обсягу викидів парникових газів в світі. Якщо світова спільнота не застосує заходи з боротьби зі шкідливими забруднювачами повітря і скороченням викидів парникових газів, шкода від забруднення зростатиме разом з глобальною торгівлею в найближчі десятиліття.

Ще в 2008 році було прийнято рішення, що таке обмеження може бути введено з 2020 року, проте передбачалося, що в 2018 році буде проведено аналіз достатності на ринку низько сірчаних видів суднового палива, за підсумками якого введення обмеження могло бути відкладено до 2025 року. Але, проведений в 2016 році аналіз, показав, що дефіциту відповідних видів палива не очікується. В даний час поза зонами SECA максимальний рівень сірки в судновому паливі становить 3,5%, що дозволяє використовувати традиційний мазут. У зонах SECA, а також в акваторіях ЄС він обмежений 0,1%. Балтійське і Північне моря відносяться до зон SECA.

Важке паливо є побічним продуктом сирової нафти, містить концентрації сірки в 1800 разів вище, ніж дизельне паливо, що спалюється на автомагістралях. Атмосферні процеси перетворюють вихлопні гази суден в токсичні частки, які поширюються на значні відстані від маршрутів судноплавства. Ці забруднювачі, що виникають на маршрутах судноплавства, ставлять під загрозу здоров'я людей, забруднюють водоймища та ґрунт на сотні миль всередині країн.

Зниження рівня вмісту сірки до 0,5% унеможливить застосування звичайного мазуту в якості суднового палива. Отже, судновласникам доведеться використовувати скрубери та дизельне паливо, або вдаватися до альтернативних видів палива. Однією з найбільш популярних альтернатив є

зріджений природний газ (ЗПГ). Тим часом, хоча ЗПГ і є чистим видом палива в плані вмісту сірки, його використання призведе до зростання викидів парникових газів в атмосферу. Так, за словами екс-глави Міжнародної асоціації бункерувальників Яна Адамса, метан як парниковий газ вважається в 25 разів небезпечнішим, ніж CO₂ [1].

Зрозуміло, що ключовим моментом виконання вимог ІМО в даному секторі є перехід на інші види палива (довгострокова перспектива), але попередній аналіз показує, що значного скорочення викидів в цьому секторі буде надзвичайно складно досягти, якщо не будуть реалізовані зміни в короткостроковій перспективі.

На сьогодні є багато технічних заходів і експлуатаційних поліпшень, які вже досліджуються в промисловості і наукових колах. Основні варіанти скорочення викидів для найближчого майбутнього, які не обов'язково є взаємовиключними, проте зможуть допомогти галузі скоротити викиди:

1. Експлуатаційні заходи, включаючи оптимізацію маршруту та зменшення швидкості ходу (судна працюють на повільних швидкостях, значно знижуючи споживання палива).

2. Додаткові заходи, які можуть привести до обмежених зрушень в секторі, але здатні знизити викиди на одне судно на цілих 5%. До них відносяться поліпшення конструкції корпусу, оптимізація гребного гвинта і утилізація відпрацьованого тепла.

3. Відновлювана енергія – зокрема, використання енергії вітру для приведення в рух судна. Прикладами можуть служити проекти компаній Cargill і Wessels, які виконали випробувальні системи повітряних зміїв, а також досвід Enercon і Norsepower, які встановили різні конструкції роторів на суднах.

4. Накопичення енергії за рахунок використання акумуляторів і берегового зарядження (процес постачання берегом електроенергії біля причалу, коли основний і допоміжний двигуни судна вимкнені). Це дозволило б «декарбонізувати» сектор, дозволивши йому використовувати електроенергію, вироблену через низьковуглецеву мережу.

Так, за словами партнера нафтотрейдингової компанії Sutherland (Лондон) Дженні Лейзеровіч, зниження швидкості судна може допомогти знизити рівень вмісту сірки в судових викидах до 20%. За її словами, деякі країни (Данія) використовують дистанційні системи з відстеження викидів з суден на предмет їх відповідності «сірчаній» директиві. У будь-якому випадку кількість суден на ЗПГ-паливі зростатиме. Так, за даними директора департаменту аналітики BRS Brokers (входить в групу BRS, що спеціалізується на послугах у сфері Шиппінг) Ендрю Вілсона, портфель замовлень тільки на морські танкери з перевезення зрідженого природного газу становить 130 од. до 2020 року

(існуючий флот – 441 судно). Очевидно, що ці судна будуть використовувати ЗПГ і в якості палива. За прогнозом кількість суден, що використовують зріджений природний газ як паливо, в регіоні Балтики (де вже діє обмеження в 0,1% по сірці) до 2019 року зросте більш ніж в 3 рази – до 250 од.

Також КЗМС ІМО схвалив введення нового правила, відповідно до якого з 2019 року зі суден валовою місткістю 5000 рт і більше будуть збиратися дані про споживання ними суднового палива. В кінці кожного календарного року (протягом трьох місяців після закінчення року) судновласник узагальнює дані по кожному судну, зібрані в цьому календарному році (або за частину періоду), в залежності від обставин. Дані передаються в Адміністрацію прапора або визнану організацію за допомогою електронних повідомлень використовуючи стандарт, розроблений ІМО.

Отримані відомості передбачається використовувати для створення статистичної бази, на підставі якої будуть прийматися рішення про заходи щодо зниження викидів парникових газів з суден.

Висновки. Ключове значення матиме модернізація існуючих суден із застосуванням технологій з нульовим викидом вуглецю і пошук альтернативних джерел палива, але вже сьогодні є варіанти рішень для скорочення викидів на найближчий час, а саме: уповільнення швидкості руху суден, використання відновлюваної енергії, застосування акумуляторів, що заряджаються на березі тощо.

Л і т е р а т у р а

1. Ship-technology. – [Електронний ресурс] – <https://www.ship-technology.com>
2. The Conversation. – [Електронний ресурс] – <https://theconversation.com/the-urgency-of-curbing-pollution-from-ships-explained-94797>
3. Газета «Дунаєць», грудень 2017. – [Електронний ресурс] – <http://udp-one.blogspot.com/2017/12/imo.html>.

АНАЛІЗ ПІРАТСЬКИХ НАПАДІВ НА СУДНО ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ УНИКНЕННЯ

Бардаков В. В. – гр.1415, магістр, vladbardakov23@gmail.com

Клочков Ю. П. – к.е.н., доц.

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є проведення аналізу піратських нападів на судно, які несуть велику небезпеку для судноплавства, та аналіз можливих методів для уникнення та захисту судна.

Вступ. Проблема боротьби зі злочинами на морі останнім часом набула значної актуальності. Морське піратство давно стало серйозною проблемою для всього світового співтовариства. Морське піратство – злочин, що складається в незаконному захопленні, пограбуванні або потоплення торгових або цивільних, морських або річкових суден. Основи сучасної міжнародної співпраці в боротьбі з піратством були закладені Женевською конвенцією про відкрите море 1958 р. У ній дії піратів визначались як неправомірний акт насильства, затримання або пограбування у відкритому морі, проти судна, його екіпажу або судового майна.

Матеріали та методи. При виконанні цієї роботи використовувались загальнонаукові методи досліджень. Матеріалами слугувала науково-технічна література, що знаходиться в загальному доступі, в тому числі в мережі Інтернет.

Для нападу пірати віддають перевагу нічному часу (01.00–06.00). Для нападу, використовують одне чи декілька маленьких суден (від звичайних байдарок до швидких катерів). Найчастіші частини нападу – бак і корма судна.

Так само використовують гаки-кішки. Знаходячись на борту судна, пірати крадуть щось цінне – вантаж, продовольчі запаси та обладнання (наприклад, мотузки, каністри, фарби, і т.д.), і, якщо вони отримують доступ до житлових приміщень – особисті речі команди і пасажирів. Головна мета піратів це офіс або каюта капітана, де можна знайти сейф судна (і ключ до нього). На практиці ми маємо те, що пірати часто мають доступ до інформації про місцезнаходження цінного вантажу на борту, отриману через офіціальні канали або через погане забезпечення безпеки офісу.

Кількість військовослужбовців в багатьох випадках дуже мала в водах, насичених піратами. Відповідь на повідомлення щодо інциденту може бути не швидкою але, це не повинно бути причиною, щоб не повідомляти про такі інциденти.

Компанії прийняли різні норми, щоб запобігти нападу. Загалом, усі вони мають одні і ті ж самі методи перешкоджання потенційним грабіжникам.

Існує дуже багато відмінностей в розмірах суден, типах, проектах, висоті надводного борту і т.д., щоб давати загальні поради про конструктивні заходи захисту. Але, так чи інакше, існують способи затримати непроханих «гостей», таким чином, щоб у команди був час пробити тривогу і попередити владу.

Сходи між палубами можуть бути на шарнірах зверху і від'ємні біля основи. Їх розворот і кріплення на верхній палуби ефективно закриває перехід між палубами.

Сталеві поперечини застосовуються для перекриття відкритих сторін нижніх палуб. Ілюмінатори нижніх палуб необхідно тримати закритими на сталеві завіси.

Двері і ілюмінатори в деяких випадках можуть бути укріплені для захисту від лому і навіть вогнестрільної зброї.

Незалежно від форми та розмірів судна, необхідно обмежити можливість доступу до надбудови і машинного відділення, так щоб перешкоджати зловмисникам.

В деяких випадках невеликі та легко здійснені зміни в конструкції, можуть знижувати можливості доступу або щонайменше затримати зловмисників.

В деяких випадках застосовуються брандспойти або пожежні рукави. Ідея полягає в тому, щоб запобігти нападу, коли зловмисники будуть виявлені. Розпилення води біля судна, має позитивний ефект. Борти судна будуть більш слизькі, ускладнюючи напад. Хоча пожежні рукави не здаються серйозною зброєю, зловмисники, побачивши, що команда готує їх, можуть підозрювати більш сильний опір.

Також потрібно виконувати порядок для сповіщення команди, інших суден в районі і берегову владу. Ці приготування можуть включати готове повідомлення для передачі по VHF. Повідомлення повинно бути простим і ясным, надавати положення, позицію судна і т.д. Потрібно зберігати графу адресата заповненою, бо під час нападу буде занадто пізно.

Усі двері та ілюмінатори повинні бути замкненими зсередини, відкритими залишаються тільки двері навігаційного містка.

Це повинно надати команді безпечну зону, якщо судно буде захоплено. Додатковий час, який ви отримаєте завдяки цим порадам, може бути достатнім для приведення в готовність команди, і посилює підготовлені повідомлень.

Висновки. У багатьох країнах почали усвідомлювати, що боротьба з піратством, зважаючи на її специфічність і складність, не може бути прерогативою окремого державного органу або держави, головну координуючу роль у цьому процесі відіграє ІМО й особливо її Комітет з безпеки на морі –

КБМ. Але незважаючи на боротьбу з піратством, в деяких районах Світового океану продовжуються напади на судна. Тому, потрібно поліпшувати захисні міри усіма способами, в тому числі екіпаж повинен захищати судно доступними засобами.

Л і т е р а т у р а

1. <https://flot.com/nowadays/tasks/piracy/globalpiracy.htm>
2. Міжнародная конвенція 1988 р. по боротьбі з незаконними актами, проти безпеки морського судноплавства (SUA-88) . – СПб.: «ЦНИИМФ», 1999. 56 с.

СУДНОВА СИСТЕМА ОХОРОННОГО СПОВІЩЕННЯ В ОХОРОНІ СУДНА

Бардаков В. В. – гр.1415, магістр, vladbardakov23@gmail.com

Клочков Ю. П. – к.е.н., доц.

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є аналіз судової системи охоронного сповіщення(ССОС), її структура та дія при нападі на судно.

Вступ. В наш час однією з найбільш актуальних проблем морського судноплавства є розробка рекомендацій щодо забезпечення безпеки та охорони морських суден. Сьогодні проблема морського піратства є однією зі складових боротьби з міжнародним тероризмом. Вона забирає людські життя і негативно впливає на розвиток торговельних зв'язків. Багато країн світу об'єднується задля боротьби з піратством. В ММО розроблюють нові методи протидії піратським нападам.

Матеріали та методи. При виконанні цієї роботи використовувались загальнонаукові методи досліджень. Матеріалами слугувала науково-технічна література, що знаходиться в загальному доступі, в тому числі в мережі Інтернет.

Суднова система охоронного сповіщення (ССОС). У грудні 2002 р проходила конференція ММО, де було прийнято рішення про обов'язкове оснащення всіх суден системами охоронного сповіщення. Ці системи повинні мати повну відповідність вимогам SOLAS XI-2/6 і ISPS частинам А і В. Всі судна, зайняті міжнародними перевезеннями повинні до середини 2004 р бути оснащенні системами охоронного сповіщення на випадок терористичного, піратського або іншого нападу на судно.

Вимоги SOLAS XI-2/6 до системи охоронного сповіщення:

1) Усі судна повинні бути обладнані системою охоронного сповіщення:

- судна, побудовані після 1 липня 2004 р;
- пасажирські судна, включаючи високоскоростні, побудовані до 1 липня 2004 р

2) Нафтові танкери, хімічні танкери, газозови і бистрохідні сухогрузи місткістю до 500 рег. т і побудовані до 1 липня 2004 р

3) Інші транспортні судна місткістю 500 рег. т, а також самохідні бурові платформи, побудовані до 1 липня 2004 р

Суднові системи сповіщення після активізації повинні:

- передати з судна на берег сигнал тривоги в адміністрацію;
- не посилати сигнал про небезпеку іншим судам;
- не підіймати тривогу на судні;
- передавати сигнал о нападі до деактивації або сбросу системи;
- система охоронного сповіщення повинна мати можливість активізації як з мосту, так і з іншого місця;

– точки активізації сигналів тривоги повинні бути організованими таким чином, щоб не допускати активізації посилок повідомлень у разі відсутності реальної загрози судну;

– загальні вимоги щодо встановлення систем охоронного сповіщення відповідає вимогам щодо встановлення іншого радіо обладнання на судах;

– коли адміністрація отримує повідомлення о нападі на судно, вона повинна негайно повідомити про це країну (країни) в зоні яких судно знаходиться в даний момент часу;

Суднова система охоронного сповіщення встановлюється на судах для скритої передачі компетентним службам на березі повідомлень о порушеннях безпеки судна. Система побудована на базі терміналів Inmarsat-C, Inmarsat-D+. Такий варіант вимагає лише встановлення на судні антени, трансивера і точок активації (скритих кнопок) зі схемою сполучення з терміналом. Чотири супутника Inmarsat забезпечують глобальну зону покриття, яка працює на чотири регіони Світового Океану.

Користувач системи моніторинга, підключений до Інтернету, має можливість спостерігати місцезнаходження судна, яке відправило сигнал тривоги, на електронних картах, при цьому назва судна забарвлюється в червоний колір. Також відображається додаткова інформація про характер тривоги і параметрах судна.

Висновок. За даними Міжнародної морської організації (ІМО) за останні роки істотно зросла кількість постраждалих і загиблих моряків від нападів піратів. Суднова система охоронного сповіщення посилює контроль і

загальний рівень безпеки судна, що особливо важливо на фоні сучасного сплеску піратської активності і загостреній обстановці в деяких частинах Світового Океану. Створення сучасних систем безпеки не може базуватися на принципі «розумної достатності», а вимагає комплексного наукового підходу.

Л і т е р а т у р а

1. <https://flot.com/nowadays/tasks/piracy/globalpiracy.htm>
2. Міжнародна конвенція 1988 г. по боротьбі з незаконними актами проти безпеки морського судноплавства (SUA–88) . – СПб.: «ЦНИИМФ», 1999. 56 с.

МЕТОДИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ У РІЗНОМАНІТНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Коломієць О.М. – аспірант, bog260341@gmail.com

Шевченко А.П. – аспірант, shevchenko2017@ukr.net

Бойко С.О. – аспірант, mazur.o.m.2018@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є підвищення ефективності контролю технічного стану транспортної техніки, встановлення закономірностей змінювання параметрів технічного стану у процесі експлуатації, впровадження методів і засобів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту, що забезпечують високу ефективність їх використання та надійність роботи.

В сучасних умовах активно виконується державне завдання інтенсивного економічного та соціального розвитку країни та її участі в міжнародній інтеграції. Особа роль в цьому відводиться транспортній галузі, а саме морським та річним перевезенням. Тому перехід на інвестиційно–інноваційний етап розвитку є логічним шляхом підвищення ефективності виконання будь–яких завдань.

На даному етапі водний транспорт України у цілому задовольняє лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях. Водний транспортний комплекс є складною структурою, яка, як відоме, охоплює низку завдань та функцій. Варте підкреслити, що рівень безпеки, показники ефективності перевезень пасажирів та вантажів, інші важливі властивості не відповідають сучасним вимогам. На думку фахівців особливу увагу потрібно приділити саме проблемам безпеки судноплавства, надійності технічних засобів та завданню

автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації. Дослідження в напрямку автоматизації актуальні у зв'язку зі складністю як самої техніки, так і процесу її експлуатації. Відоме, що більш 70% аварійних ситуації по причині так званого «людського фактору».

Порівняльний аналіз аварійності засобів водного транспорту свідчить про зменшення подібних ситуацій, але це не знижує актуальність наукових досліджень в галузі підвищення ефективності та надійності за рахунок автоматизації. Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду впровадження систем автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту свідчить про можливість значного підвищення їх ефективності та якості функціонування.

Таким чином, незважаючи на розвиток транспортної галузі України, водного транспорту зокрема, актуальним є наукове завдання удосконалення існуючих та розробки нових моделей та методів автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації, вирішенню цього завдання і присвячені подальші дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- удосконалено модель автоматизованого контролю технічного стану засобів водного транспорту, яка на відміну від існуючих базується на марковських процесах, методі Рунге–Кутта чисельного рішення системи диференціальних рівнянь Колмогорова та апріорної інформації про інтенсивності переходів зі стану в стан. Використання програмної реалізації моделі значно покращує показники оперативності за рахунок ергономічності інтерфейсу та зменшення кількості операцій;

- вперше розроблено евристична модель оперативного визначення технічного стану засобів водного транспорту в умовах відсутності достовірної статистичної інформації, відмінною особливістю якої є використання в опису процесу зміни стану ланцюжків причинно–наслідкових зв'язків та продукційної моделі оператора переходу; це дозволяє значно скоротити обчислювальні витрати та час на визначення стану; модель визначення ефективності виконання завдання навігації та управління рухом судном без аварійних подій, яка відрізняється від подібних моделей представленням ефективності як функції показників ефективності комплектуючих підсистем. Застосування моделі дозволяє вирішити завдання аналізу та синтезу структури системи навігації та управління рухом судном в сучасних умовах;

- удосконалено модель автоматизованого контролю технічного стану засобів водного транспорту, яка на відміну від існуючих базується на марковських процесах, методі Рунге–Кутта чисельного рішення системи

диференціальних рівнянь Колмогорова та апріорної інформації про інтенсивності переходів зі стану в стан. Використання програмної реалізації моделі значно покращує показники оперативності за рахунок ергономічності інтерфейсу та зменшення кількості операцій;

– удосконалено метод автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту на основі інтелектуальної моделі вирівнювання динамічних рядів, який на відміну від існуючих використовує математично формалізовані принципи гештальттеорії та ідею мінімізація суми квадратів відхилень утворених точок першого та другого порядку. Застосування методу дозволяє забезпечити компенсацію похибок вимірювань із допустимим індексом розбіжності 0,9–5%.

Висновок. Практична реалізація одержаних в роботі результатів доцільна в математичному та програмному забезпеченні, як складової технології автоматизації процесу контролю технічного стану судна в інтегрованої мостикові системі (Integrated Bridge System). Застосування запропонованих моделей і методів дозволяє підвишити якість контролю технічного стану до 12 %. При цьому, за результатами математичного моделювання, можливе підвищення ймовірності виконання безвідмовного судноводіння до 8–10 % за рахунок впровадження на практиці.

Л і т е р а т у р а

1. Богом'я В.І., Горбань А.В., Павленко М.А., Тимочко О.І., Тимошук О.М.. За заг. ред. О. М. Тимошук. Особливості системного підходу до вирішення наукових завдань експлуатації суднового обладнання: підручник. Київ, 2018. 305 с.
2. Кравченко Ю.В., Богом'я В.І., Тимошук О.М., Горбань А.В., Белоброва Т.А. За заг. ред. О. М. Тимошук. Моделювання та оптимізація інформаційних систем в судноводінні (підручник). Київ. ДУІТ. 2019. 314 с.
3. Богом'я В.І., Єлєзаров О.П., Павленко М. А., Тимочко О. І., Тимошук О.М. за заг. ред О.М. Тимошук. Основи технічної експлуатації автоматизованої системи управління судном: підручник. Київ, 2018. 305 с.

ПРО РУХ СТЕРЖНЯ ПІД ДІЄЮ СЛІДКУЮЧОЇ ПОПЕРЕЧНОЇ СИЛИ

Лупіна Т.О. – ст.викл., lypina@i.ua

Горалік Є.Т. – к.т.н., доц., et_gor@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є розв’язання задачі про плоскопаралельний рух прямого стержня під дією прикладеної до його кінця перпендикулярно до осі сталої за величиною сили на основі розв’язку диференціальних рівнянь обертального руху відносно центру мас та поступального руху центру мас в проекціях на осі прямокутної декартової системи координат.

У студентів спеціальності «Річковий та морський транспорт» при вивченні курсу теоретичної механіки значну зацікавленість викликають різноманітні задачі динаміки транспортних засобів, у тому числі, задачі, пов’язані з їхнім рухом та маневруванням, які демонструють можливості застосування диференціальних рівнянь для отримання важливих практичних результатів.

В даній роботі досліджується плоский рух транспортного засобу, який моделюється стержнем під дією слідкуючої сили без врахування сил опору середовища. При цьому слідкуюча сила, стала за величиною, прикладається до кінця стержня перпендикулярно до його осі.

Рух стержня масою m і довжиною L розглядається в прямокутній системі координат xOy з центром, що співпадає з центром мас стержня в його початковому положенні (рисунок 1). Перенісши (згідно з лемою Пуансо) прикладену до кінця стержня силу \vec{F} паралельно самій собі в центр мас стержня (точку C , розташовану посередині його довжини L) та приклавши обертальний момент $M = F \frac{L}{2}$, отримаємо еквівалентну систему сил (Павловський М.А., 2002).

Стержень масою m здійснює плоскопаралельний рух, який можна представити як суму поступального руху разом з центром мас C під дією сили F та обертального руху навколо центру C під дією обертального моменту

$$M = F \frac{L}{2}.$$

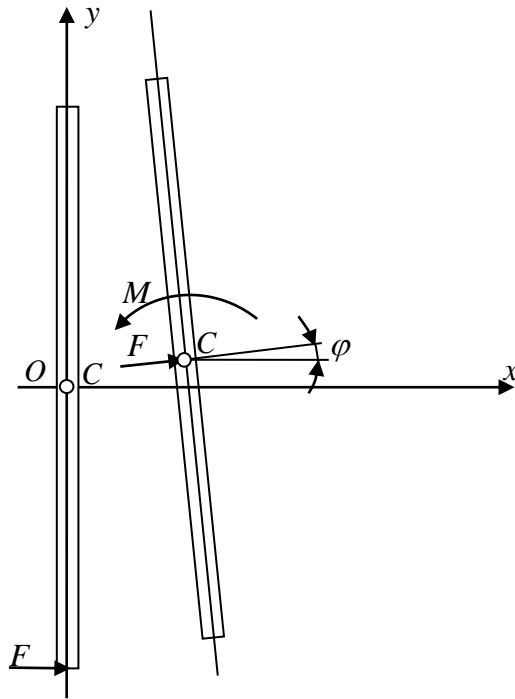


Рис. 1 – Розрахункова схема задачі про рух стержня

Обертальний рух стержня описується наступним диференціальним рівнянням:

$$\ddot{\varphi} = \frac{M}{I_z} \quad (1)$$

де $\ddot{\varphi}$ – кутове прискорення повороту стержня, t – час руху, M – обертальний момент, $I_z = \frac{mL^2}{12}$ – момент інерції стержня відносно осі z .

Після підстановки в (1) виразів для M та I_z отримаємо:

$$\ddot{\varphi} = \frac{6F}{ml} \quad (2)$$

Замінивши в рівнянні (2) $\ddot{\varphi}$ на $\frac{d\dot{\varphi}}{dt}$ і розділивши змінні, одержуємо:

$$d\dot{\varphi} = \frac{6F}{ml} dt$$

Звідси після інтегрування знаходимо:

$$\dot{\varphi} = \frac{6F}{ml} t + C_1$$

З урахуванням початкових умов (при $t = 0$, $\dot{\varphi} = 0$) $C_1 = 0$.

Остаточно, кутова швидкість повороту стержня:

$$\dot{\varphi} = \frac{6F}{ml} t \quad (3)$$

Замінивши в рівнянні (3) $\dot{\varphi}$ на $\frac{d\varphi}{dt}$ і розділивши змінні, отримаємо:

$$d\varphi = \frac{6Ft}{ml} dt$$

Після інтегрування знаходимо:

$$\varphi = \frac{3Ft^2}{ml} + C_2$$

З урахуванням початкових умов (при $t = 0$, $\varphi = 0$) $C_2 = 0$.

Отже, кут повороту стержня визначається з виразу (4):

$$\varphi = \frac{3Ft^2}{ml} \quad (4)$$

Час за який стержень повернеться на кут φ знаходиться з виразу (5):

$$t = \sqrt{\frac{\varphi ml}{3F}} \quad (5)$$

Рух центру мас стержня в проекціях на осі x і y описується рівняннями (6, 7):

$$\ddot{x} = \frac{F}{m} \cos \varphi \quad (6)$$

$$\ddot{y} = \frac{F}{m} \sin \varphi \quad (7)$$

або з врахуванням (4) рівняннями (8, 9):

$$\ddot{x} = \frac{F}{m} \cos\left(\frac{3Ft^2}{ml}\right) \quad (8)$$

$$\ddot{y} = \frac{F}{m} \sin\left(\frac{3Ft^2}{ml}\right) \quad (9)$$

Замінивши в рівняннях (8, 9) \ddot{x} на $\frac{d\dot{x}}{dt}$ та \ddot{y} на $\frac{d\dot{y}}{dt}$ і, розділивши змінні, знаходимо:

$$d\dot{x} = \frac{F}{m} \cos\left(\frac{3Ft^2}{ml}\right) dt \quad (10)$$

$$d\dot{y} = \frac{F}{m} \sin\left(\frac{3Ft^2}{ml}\right) dt \quad (11)$$

Оскільки останні рівняння не інтегруються в елементарних функціях, застосуємо відомі представлення тригонометричних функцій через степеневі ряди

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \frac{x^8}{8!} - \frac{x^{10}}{10!} + \dots + \frac{(-1)^n \cdot x^{2n}}{(2n)!} + \dots$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} - \frac{x^{11}}{11!} + \dots + \frac{(-1)^n \cdot x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$$

Як відомо (Смирнов, В.И., 1974), ці ряди дуже зручні для обчислення значень функцій $\sin x$ і $\cos x$ при малих значеннях кута x ($x \leq \frac{\pi}{2}$). При великих значеннях x ці ряди теж сходяться, але повільно, і для обчислення незручні.

Поклавши $x = \frac{3Ft^2}{ml}$ і обмежившись першими п'ятьма членами розкладу,

отримаємо:

$$d\dot{x} = \frac{F}{m} \left(1 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^4}{2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^8}{4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{12}}{6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{16}}{8!} \right) dt \quad (12)$$

$$d\dot{y} = \frac{F}{m} \left(\frac{3F}{ml} t^2 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^6}{3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{10}}{5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{14}}{7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{18}}{9!} \right) dt \quad (13)$$

Після інтегрування знаходимо:

$$\dot{x} = \frac{F}{m} \left(1 \cdot t - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^5}{5 \cdot 2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^9}{9 \cdot 4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{13}}{13 \cdot 6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{17}}{17 \cdot 8!} \right) + A_1;$$

$$\dot{y} = \frac{F}{m} \left(\frac{F}{ml} t^3 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^7}{7 \cdot 3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{11}}{11 \cdot 5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{15}}{15 \cdot 7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{19}}{19 \cdot 9!} \right) + B_1$$

Замінивши в рівняннях (12, 13) \dot{x} на $\frac{dx}{dt}$ та \dot{y} на $\frac{dy}{dt}$ і розділивши змінні,

знаходимо:

$$dx = \left(\frac{F}{m} \left(1 \cdot t - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^5}{5 \cdot 2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^9}{9 \cdot 4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{13}}{13 \cdot 6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{17}}{17 \cdot 8!} \right) + A_1 \right) dt;$$

$$dy = \left(\frac{F}{m} \left(\frac{F}{ml} t^3 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^7}{7 \cdot 3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{11}}{11 \cdot 5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{15}}{15 \cdot 7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{19}}{19 \cdot 9!} \right) + B_1 \right) dt$$

Після інтегрування отримаємо:

$$x = \frac{F}{m} \left(\frac{t^2}{2} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^6}{6 \cdot 5 \cdot 2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^{10}}{10 \cdot 9 \cdot 4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{14}}{14 \cdot 13 \cdot 6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{18}}{18 \cdot 17 \cdot 8!} \right) + A_1 t + A_2$$

$$y = \frac{F}{m} \left(\frac{F}{4 \cdot ml} t^4 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^8}{8 \cdot 7 \cdot 3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{12}}{12 \cdot 11 \cdot 5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{16}}{16 \cdot 15 \cdot 7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{20}}{20 \cdot 19 \cdot 9!} \right) + B_1 t + B_2$$

З урахуванням початкових умов (при $t = 0$, $\dot{x} = 0$, $\dot{y} = 0$, $x = 0$, $y = 0$) $A_1 = 0$,

$B_1 = 0$, $A_2 = 0$, $B_2 = 0$ остаточно отримаємо:

$$\dot{x} = \frac{F}{m} \left(1 \cdot t - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^5}{5 \cdot 2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^9}{9 \cdot 4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{13}}{13 \cdot 6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{17}}{17 \cdot 8!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^{10} \frac{t^{21}}{21 \cdot 10!} \right)$$

$$\dot{y} = \frac{F}{m} \left(\frac{F}{ml} t^3 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^7}{7 \cdot 3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{11}}{11 \cdot 5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{15}}{15 \cdot 7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{19}}{19 \cdot 9!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^{11} \frac{t^{23}}{23 \cdot 11!} \right)$$

$$x = \frac{F}{m} \left(\frac{t^2}{2} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^2 \frac{t^6}{6 \cdot 5 \cdot 2!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^4 \frac{t^{10}}{10 \cdot 9 \cdot 4!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^6 \frac{t^{14}}{14 \cdot 13 \cdot 6!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^8 \frac{t^{18}}{18 \cdot 17 \cdot 8!} \right)$$

$$y = \frac{F}{m} \left(\frac{F}{4 \cdot ml} t^4 - \left(\frac{3F}{ml}\right)^3 \frac{t^8}{8 \cdot 7 \cdot 3!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^5 \frac{t^{12}}{12 \cdot 11 \cdot 5!} - \left(\frac{3F}{ml}\right)^7 \frac{t^{16}}{16 \cdot 15 \cdot 7!} + \left(\frac{3F}{ml}\right)^9 \frac{t^{20}}{20 \cdot 19 \cdot 9!} \right)$$

Висновок. Результати виконаних за останніми формулами числових розрахунків часу повороту, швидкості та координат центру ваги стержня масою $m = 2700$ кг, довжиною $l = 12$ м при значенні поперечної сили $F = 100$ Н для кутів

повороту $\varphi = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$ представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Числові розрахунки

φ	$t, \text{с}$	$V_x, \text{м/с}$	$V_y, \text{м/с}$	$x, \text{м}$	$y, \text{м}$
0	0	0	0	0	0
$\frac{\pi}{6}$	7,5199	0,2710	0,0476	1,0377	0,0905
$\frac{\pi}{4}$	9,2099	0,3207	0,0854	1,5390	0,2011
$\frac{\pi}{3}$	10,6347	0,3528	0,1271	2,0202	0,3515
$\frac{\pi}{2}$	13,0248	0,3762	0,2114	2,9009	0,7537

Траекторію руху центру мас стержня, побудовану за отриманими даними, показано на рисунку 2.

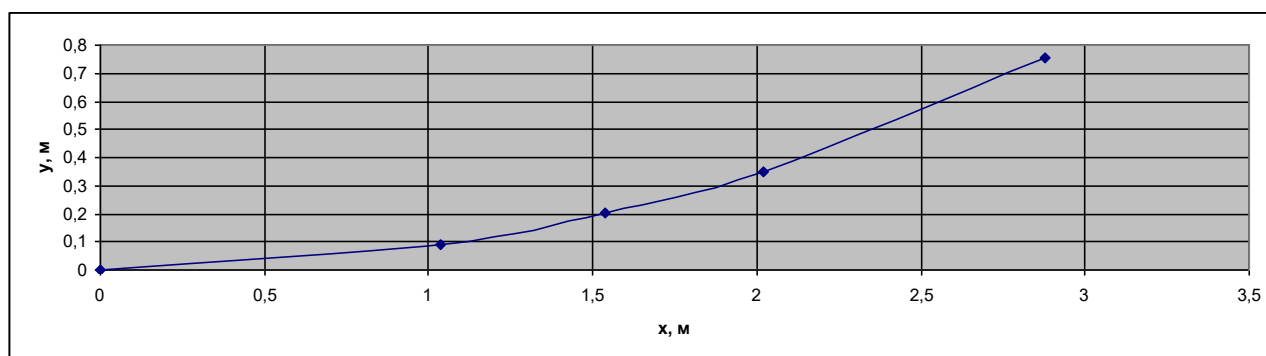


Рис. 2 – Траєкторія руху центру мас стержня при повороті стержня на 90°

Л і т е р а т у р а

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Смирнов В.И. Курс высшей математики, Т.1.: Изд-во "Наука". 1974. – 479 с.

УДК 654.94

МЕТОДИ БЕЗПРОВІДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТА ЖИВЛЕННЯ ЧЕРЕЗ МЕТАЛЕВІ ПЕРЕГОРОДКИ ДЛЯ ІЗОЛЬОВАНИХ ДАТЧИКІВ

Маяков М.О. – гр. ЕСЕОЗА–1718, fibercarcass@airmail.cc

Прістуна С.В. – старший викладач, s.svp2052@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

Постановка проблеми. В суднових системах сигналізації та моніторингу й ДАУ головного двигуна існує проблема зв'язку та живлення датчиків, що

розташовані в герметичних металевих відсіках (вантажних трюмах, баластних, паливних та інших танках), балонах під тиском (контейнери для LNG та LPG) або що знаходяться в місці, ізолюваному від оператора металевими стінками (камери ДВС, трубопроводи та вихлопні колектори). Врізки через такі перепони потребують додаткових коштів і вимагають зміцнення корпусу для протидії структурному навантаженню, що істотно збільшує витрати на утримання конструкції протягом усього строку служби.

Одним із шляхів рішення проблеми живлення датчиків є організація автономного живлення з допомогою батарей. Але при цьому накладається обмеження по часу роботи, несприятливим умовам всередині контролюємого середовища чи незадовільним масогабаритним характеристикам. Крім того, заміна батарей в таких герметичних металевих корпусах стає проблематичною через складність роботи та вартість чи є взагалі неможливою.

Основні матеріали дослідження. До систем, що демонструють здатність до передачі електроенергії через металеву стінку та/або передачу даних з вбудованими в герметичні контейнери датчиками, включають:

1. Передача електроенергії та/або передача даних на основі індуктивного зв'язку.

Індуктивна передача енергії через металеві стіни (Рис.1.а) має аналогічний принцип з трансформатором: магнітне поле виробляється струмом, що протікає в первинній котушці, що створює індукований струм у вторинній котушці за принципом електромагнітної індукції. Експерименти та моделювання продемонстрували, що наднизькі частоти (30 Гц – 600 Гц) підходять для подачі електроенергії, тоді як для комунікація з датчиком краще на більш високих частотах в низькочастотному діапазоні (30 кГц – 300 кГц). Наявні такі експериментальні результати [1], що через нержавіючу сталь товщиною 20 мм з відносною магнітною проникністю $\mu = 1,1$ при робочій частоті 500 Гц ефективність енергопередачі можна досягти більше 5%, а для 60 кГц–180 кГц можна досягти швидкості передачі даних більш ніж 100 біт/с. Однак якщо магнітна проникність металевого матеріалу збільшується до $\mu = 10$, ефективність становить лише 0,2%, що робить даний метод непрактичним.

2. Передача електроенергії та/або передача даних на основі магнітного резонансу.

Передача електроенергії магнітним резонансом (Рис.1, б) полягає в принципі роботи резонансного трансформатора.

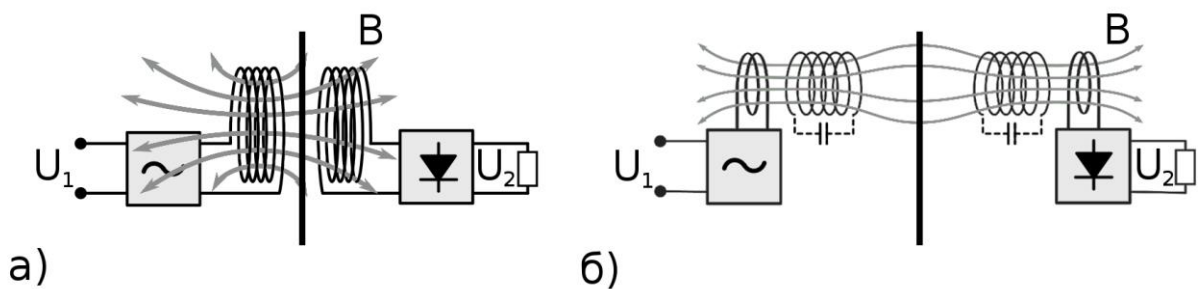


Рис.1 – Індуктивний (а) та магнітно-резонансний (б) зв'язки

Схема складається з двох обмоток, кожна з яких включена в коливальний контур з близькими або рівними резонансними частотами. При збігу частоти коливань коливального контуру первинної обмотки з частотою коливань вторинної обмотки внаслідок явища резонансу у вторинній обмотці виникне стояча електромагнітна хвиля і між кінцями котушки з'явиться висока змінна напруга.

3. Ультразвукова передача живлення та/або передача даних.

Акустичні хвилі, особливо ультразвукові, широко використовуються в таких сферах, як підводний акустичний зв'язок, промисловий моніторинг, а бездротова ультразвукова передача енергії — для живлення біомедичних імплантів в людських тканинах, тому це є слушним рішенням для доставки енергії та передачі даних через металеві стінки.

3.1. Ультразвукова передача живлення та/або передача даних п'єзоелектричним передавачем.

Схема складена з двох співвісно вирівняних п'єзоелектричних передавачів, прикріплених до поверхні стінки з протилежних сторін, генератора сигналів та допоміжних елементів, які виконують аналого-цифрове перетворення, модуляцію передаваних даних з датчика, збір потужності зсередини та демодуляція оцифрованих даних зовні. Ультразвукові хвилі, що створюються зовнішнім передавачем, поширюються через стінку і викликають ультразвукові коливання всередині приймаючого перетворювача і в кінці вібрації перетворюються назад в електричні сигнали. Таким чином, електричний сигнал від одного передавача, перетворений в акустичну енергію, поширюється через металевий бар'єр, а потім перетворюється назад в електричний сигнал за допомогою другого приймача.

3.2. Ультразвукова передача живлення та/або передача даних електромагнітним акустичним передавачем (ЕМАП).

Безконтактна ультразвукова передача долає ключовий недолік п'єзоелектричних перетворювачів, тим самим виділяючи електромагнітні акустичні передавачі як альтернативу, бо акустична хвиля генерується

електромагнітно і ЕМАП вимагає лише перебування в близькості до поверхні, а не в безпосередньому контакті із нею. Конструкція ЕМАП складається з постійного магніту і котушки, збудженої на радіочастоті. Перетворювач генерує акустичні хвилі в провідній поверхні за допомогою комбінації сили Лоренца, сили намагнічування та магнітострикції. Операція з приймачем можлива в зворотньому процесі.

Висновки. У цьому огляді було показано, що індуктивний, магнітно-резонансний, п'єзоелектричний та електро-магнітно-акустичний зв'язки є придатними механізмами передачі даних та/або подачі енергії для сенсорів, що можуть бути розміщені у герметичних відсіках суден та суднових системах.

П'єзоелектрики є привабливим підходом за умови, що вони добре закріплені та розміщені в неагресивних середовищах, наприклад, танках та трубопроводах прісної води, системах стисненого повітря. Безконтактна альтернатива, заснована на індуктивному та магнітно-резонансному методах, може застосовуватися в вібро-, хімічно- та термонавантажених місцях (вантажні трюма, баластні, паливні танки та трубопроводи, вихлопні колектори двигунів) при кріпленні їх напроти вставок із металів низької магнітної проникності, такі як нержавіюча сталь, алюміній, титан тощо чи повністю неферромагнітних емкостях.

Акустичні методи мають перевагу над магнітними методам передачі даних через більшу доступну пропускну здатність, що може знайти застосування у встановленні репітерів у через інші ізольовані суднові простори типу кофердамів для організації зв'язку з іншими безконтактними датчиками.

Загалом, безпроводні сенсори допоможуть значно скоротити кількість проведених кабелів по судну, збільшити міцність та надійність конструкцій, які тепер не доведеться пересікати отворами, підвищити безпеку при роботі з небезпечними хімічними речовинами. Також введення таких нових систем відкриває нові можливості для контролю за системами та параметрами, які до цього здійснити було неможливо, наприклад, моніторинг процесу згорання в камерах ДВС та топках котлів.

Л і т е р а т у р а

1. Ding-Xin Yang, Zheng Hu, Hong Zhao, Hai-Feng Hu, Yun-Zhe Sun, Bao-Jian Hou. Through-Metal-Wall Power Delivery and Data Transmission for Enclosed Sensors: A Review – China: Science and Technology on Integrated Logistics Support Laboratory, National University of Defense Technology. 2015

2. Звіт ITU-R SM.2303-0. Бездротова передача енергії з використанням технологій, які не передбачають передачу за допомогою радіочастотного променя. – Женева : ITU. 2015.

3. David J. Graham. Investigation of Methods for Data Communication and Power Delivery Through Metals – Newcastle: University of Electrical, Electronic and Computer Engineering. 2011. – 174 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДМОВ В ПРОЦЕСІ БУНКЕРУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Мельник О.В. – к.е.н., доц., olga-melnik81@ukr.net

Тимошук О.М. – д.т.н., проф., mnielena7@gmail.com

Державний університет інфраструктури і технологій

Метою роботи дослідження ймовірності відмов в процесі бункерування внаслідок виділених факторів для підвищення безпеки бункерування.

Необхідною умовою успішної роботи водного транспорту має бути якісно організоване комплексне обслуговування флоту, важливою складовою якого є надійне бункерування [1]. Оцінювання системи бункерування необхідно здійснювати, враховуючи сукупність факторів для забезпечення екологічних вимог міжнародного мореплавства та безаварійної роботи флоту [2].

Основні безпекові ризики при бункеруванні – це розливи нафти, які не тільки завдають шкоду довкіллю, але можуть бути причиною пожеж, які супроводжуються не тільки майновими втратами, але і призводять до людських жертв [3].

Недостатньо уваги приділялось аналізу інцидентів при бункеруванні. Для цього необхідно розглянути ймовірність відмови в процесі бункерування внаслідок різних груп факторів.

Розглянемо ймовірність відмов в процесі бункерування внаслідок виділених на основі статистичних даних факторів вказаних в таблиці 1.

Таблиця 1 – Причини аварій при проведенні бункерування

№ з/п	Причини аварій	Долі аварій(p_i)
1	Несправне обладнання :	0,37
1.1	Пошкодження шлангу	0,241
1.2	Поломка насосу	0,105
1.3	Поломка клінкетних замків	0,024
2	Людський фактор (помилки обслуговуючого персоналу)	0,32
3	Дії природних сил.	0,12
4	Неякісне паливо	0,11
5	Аварії суміжних об'єктів	0,08

Розглянемо випадкові події:

A – відбулась відмова при бункеруванні;

B_i – реалізувалась одна з вказаних причин відмов ($i = \overline{1,5}$).

Відповідні умовні ймовірності становлять:

$$P(B_1|A) = 0,37, \quad P(B_2|A) = 0,32, \quad P(B_3|A) = 0,12,$$

$$P(B_4|A) = 0,11, \quad P(B_5|A) = 0,08.$$

Очевидно, що $P(A|B_i) = 1, \quad A_i = 1, 2, \dots, 6$, причому події B_i утворюють повну групу подій. Тоді з формули Байєса маємо:

$$P(B_i) = P(B_i|A) \cdot P(A), \quad i = 1, 2, \dots, 6 \quad (1)$$

Тобто ймовірності реалізації кожної з вказаних причин інцидентів пропорційні умовним ймовірностям $P(B_i|A)$. Обравши довільне фіксоване значення $P(A) = \lambda, \quad \lambda \in (0; 1)$, можемо змоделювати процес виникнення аварійних ситуацій.

Для цього застосуємо імітаційне моделювання випадкових подій з заданою ймовірністю [4]. Моделювання повної групи несумісних подій A_1, A_2, \dots, A_n , ймовірності яких відповідно рівні $P(A_i) = p_i, \quad i = 1, \dots, n$, можна звести до моделювання дискретної випадкової величини ξ , яка має закон розподілу $P(\xi_i) = P(A_i) = p_i$.

Для практичної реалізації даного способу спочатку на одиничному відрізку числової осі відкладаємо інтервали $\Delta_i = p_i$. Генеруємо рівномірно розподілену на інтервалі $(0; 1)$ випадкову величину, реалізацією котрої є випадкове число ξ_i , і перевіряємо умову:

$$\sum_{i=1}^{k-1} p_i \leq \xi_i \leq \sum_{i=1}^k p_i. \quad (2)$$

При виконанні умови (1) вважають, що за цього випробування відбулась подія A_k .

Виконавши серію незалежних реалізацій імітаційної моделі при різних значеннях λ ($n = 1000$), отримаємо наступні результати (табл. 2).

Таблиця 2 – Частоти реалізації основних причин аварій при бункеруванні

λ	Причина аварії				
	Несправне обладнання	Людський фактор	Дії природних сил	Неякісне паливо	Аварії суміжних об'єктів
0,01	2	2	1	2	0
0,05	19	17	3	6	4
0,10	41	31	8	14	7
0,15	47	46	16	11	13
0,20	84	74	25	15	22
0,25	96	69	30	23	22

Обчисливши відповідні відносні частоти, визначимо при якому значенні λ отримані шляхом імітаційного моделювання значення збігатимуться з емпіричними (табл.3, рисунок 1). В таблиці 3 наведено частина результатів обчислювального експерименту для значень параметра λ , які дають найточніший результат.

Таблиця 3 – Відносні частоти реалізації основних причин інцидентів при бункеруванні

λ	Причина інцидентів				
	Несправне обладнання	Людський фактор	Дії природних сил	Неякісне паливо	Аварії суміжних об'єктів
0,07	0,022	0,034	0,007	0,011	0,003
0,08	0,032	0,024	0,007	0,013	0,004
0,09	0,035	0,024	0,015	0,014	0,014
0,10	0,041	0,031	0,008	0,014	0,007
0,11	0,042	0,03	0,021	0,009	0,01

З отриманих результатів обчислень бачимо, що шукане значення ймовірності відмови внаслідок впливу виділених факторів знаходиться в межах $[0,08; 0,10]$. Розглянемо детальніше відповідні частоти аварій при $\lambda \in [0,08; 0,10]$.

Обчисливши середньоквадратичне відхилення між теоретичними (p_i) та емпіричними (\hat{p}_i) значеннями за формулою:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \hat{p}_i)^2}{n}}, \quad (3)$$

отримаємо, що $\min_{\lambda} \sigma_s = 0,0111$, що відповідає $\lambda = 0,084$.

Таблиця 4 – Відносні частоти реалізації основних причин інцидентів при бункеруванні

λ	Причина аварії					Середньо-квадратичне відхилення
	Несправне обладнання	Людський фактор	Дії природних сил	Неякісне паливо	Аварії суміжних об'єктів	
0,080	0,36	0,39	0,11	0,05	0,09	0,0435
0,081	0,25	0,36	0,13	0,15	0,11	0,0610
0,082	0,43	0,33	0,07	0,08	0,10	0,0387
0,083	0,37	0,38	0,12	0,07	0,07	0,0329
0,084	0,39	0,31	0,12	0,11	0,07	0,0111

Висновок. В результаті проведеного дослідження описаним способом можна обчислювати ймовірність відмови внаслідок дії вказаних факторів з будь-якою бажаною точністю.

Л і т е р а т у р а

1. Абрамовіч А. В. Оптимизация оперативного плана бункеровки судов / А. В. Абрамовіч // Вестник морского государственного университета: экономика и управление. – 2006. – № 10. – С. 71-73.

2. Горелов, Ю. Н. К задаче оперативного управления запасами бункеровочного топлива / Ю. Н. Горелов, И. Ю. Горелова, К. Л. Терехов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2004. – №. 11. – С. 33–39.

3. Морские перевозки наливных грузов В. Васильев, А. Г. Казимиров. – Москва : Транспорт, 1991. – 191 с.

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учебник для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. – М. : Изд-во Юрайт, 2019. – 479 с.

ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКОВ РІВНЮ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА СУДНІ

Овчарук М.С. – гр. ЕСЕОЗА –1718, бакалавр, ovcharukmaxim12@yandex.ru

Пастух О.В. – ст. викл. кафедри ЕАВТ, alpastukh@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є дослідження роботи датчиків рівню типу HR–665261 та можливість використання їх для захисту судна в аварійних ситуаціях (затоплення приміщень).

Система попередження затопленням водою трюмів призначена для виявлення присутності води в вантажних трюмах в основному для використання на суховантажі. Основним пристроєм системи є датчик рівня води. Схема датчика показана на рисунку 1.

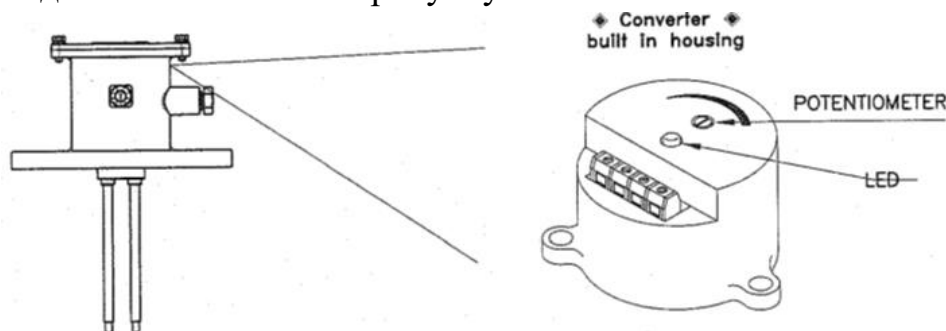


Рис. 1 – Схема датчика рівня

Типовий датчик складається з трьох основних компонентів: корпус (утримувач електрода), електроди і перетворювач. Корпус служить механічної опорою для електродів і електрично ізолює їх від резервуару. Електроди вертикально встановлені на тримачі над рідиною і їх нижні кінці розташовані на регульованому приводі. Перетворювач забезпечує напругу і струм, необхідній для чутливості сприйняття датчика, а також для подачі живлення на контактні виходи.

Датчик рівня електродного типу підходить для визначення меж тільки провідної рідини або сирої сипучої маси. Для цього невеликий за значенням змінний струм пропускають через електрод. Якщо електрод вступає в контакт з провідною рідиною, струм буде проходити через середу і замикати ланцюг. Цей струм може бути підсилений і поданий в компаратор для виконання необхідного перемикавання. В роботі датчика для запобігання будь-якого ефекту електролізу використовують змінний струм.

Провідий резервуар можна використовувати в якості протиелектрода, якщо встановлений один електрод. Перетворювач одержує живлення постійним струмом через ізолюваний бар'єр трансформатора. Електронний перетворювач виявляє зміни поля в його вхідному ланцюзі, викликані зростанням середовища. Ця зміна поля перетворюється в відповідні поточні зміни. Якщо зміни перевищують регульоване межове значення, вихідний струм збільшується стрибкоподібно до 3,46mA, а ізолювані контакти перемикаються.

До основних функцій, здійснюваних системою попередження затоплення водою трюмів відносяться:

1. *Рівень попередньої тривоги.* Означає рівень, на якому буде працювати нижній з двох датчиків в вантажному відсіку, розташований 0,5м над дном трюму.

2. *Основний рівень тривоги.* Означає рівень, на якому буде працювати верхній з двох датчиків в вантажному відсіку, розташований на висоті не менше 15% глибини вантажного відсіку, але не більше 2,0 м над дном трюму.

3. *Сигнал тривоги про несправності.* Означає, що в датчиках виявляється спрацьовування і коротке замикання.

План-схема встановлення датчиків приведена на рисунку 2. Всі датчики, встановлені в трюмах мають кнопку тестування.

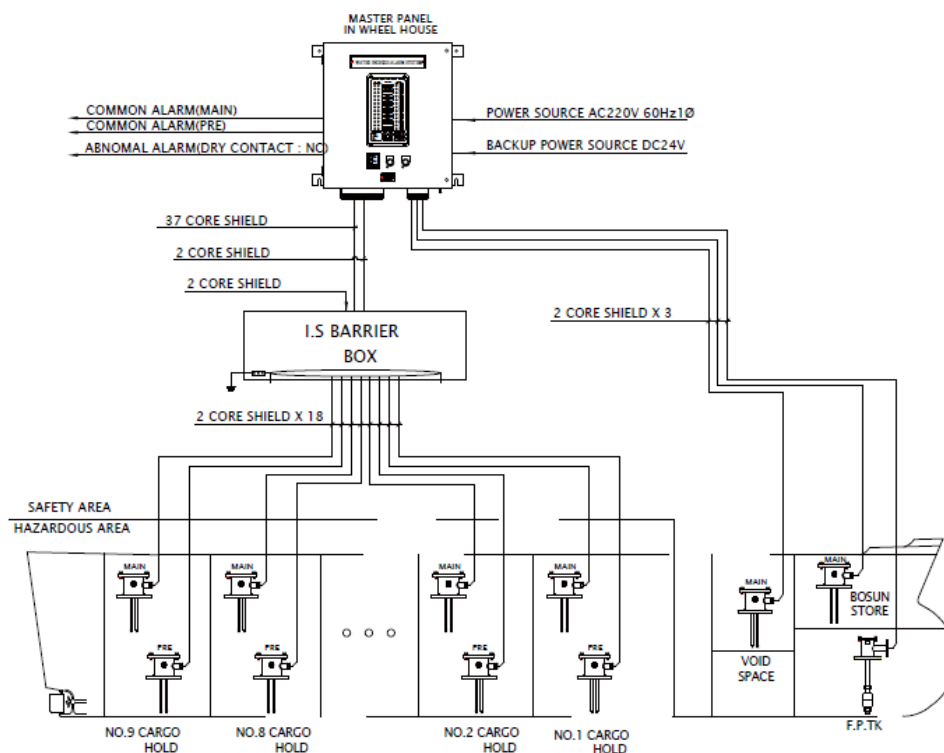


Рис. 2 – Схема встановлення датчиків

Висновок. Проаналізована робота та доцільність використання сучасних датчиків рівню типу HR-665261, що дає можливість захистити від аварійних ситуацій (затоплення) суднові приміщення (вантажні трюми, форпик, підшкіперська).

Література

1. Технічна документація m/v GENEROUS.
2. Жадобин Н.Е. Элементы судовой автоматики / Н. Е. Жадобин, А. П. Крылов – СПб.: ЭЛМОР, 2002. – 125 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ СУДНОВИХ ПАЛУБНИХ БАГАТОШВИДКІСНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Попівніч Б.І. – гр. ЕСЕО3А-1917, dartforce68@gmail.com

Тараненко С.В. – к.т.н., доц., svtarsvmi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Однією з сучасних тенденцій розвитку суднобудування є універсалізація. Так, останнім часом набули широкого застосування універсальні суховантажі, здатні транспортувати морем різні класи вантажів. Для забезпечення вантажно-

розвантажувальних робіт використовуються малогабаритні, високоефективні, недорогі і економічні електроприводи.

Як показує аналіз приводних і енергетичних характеристик існуючих електроприводів, знизити споживання електричної енергії, при збереженні якості роботи, можна за рахунок заміни приводного одношвидкісного електродвигуна на регульований.

У роботах Вануріна В.М., Антоненко А.І., Дартау А.А., Захарова М.К. та ін. вказується, що в тих випадках, коли регулювання можна здійснити поступово, найбільш економічним є регулювання кутової швидкості за допомогою багатшвидкісних асинхронних електродвигунів.

Найбільш істотним недоліком є наявність великого динамічного моменту при переході з швидкохідної обмотки на тихохідну, що ускладнює управління краном і знижує ресурс механічного устаткування. Крім того, в ряді випадків мала швидкість, жорстко обумовлена співвідношенням чисел пар полюсів, недостатня для точної установки вантажу.

Навантаження електричних машини носить випадковий, різко змінний характер навантаження. Для таких машин є актуальною задача збереження динамічної стійкості роботи, при втраті якої виникає аварійний режим короткого замикання електродвигуна (заклинювання ротора), який призводить до виходу електродвигуна з ладу. Часто збереження динамічної стійкості електроприводу здійснюється за рахунок завищення потужності електродвигуна.

В статті аналізується ефективність режимів роботи частотно–регульованого асинхронного електродвигуна та представлена математична модель асинхронного електроприводу з керованим магнітним потоком двигуна. Методика визначення допустимих по нагріванню навантажень дали змогу здійснити оптимізацію функції електромагнітного моменту.

Асинхронний електродвигун з короткозамкнутим ротором (АД) з системою управління живиться від керуючого перетворювача частоти (ПЧ). Завдання оптимізації – виявлення ресурсів підвищення здатності навантаження електроприводу та енергозбереження за рахунок оптимального регулювання магнітного потоку протягом циклу.

Використовуючи математичну комп'ютерну модель електроприводу, яка реалізована в середовищі «Matlab–Simulink», сформовано режими роботи двигуна з керованим магнітним потоком, згідно структурної схеми векторного управління [1] (рис. 1).

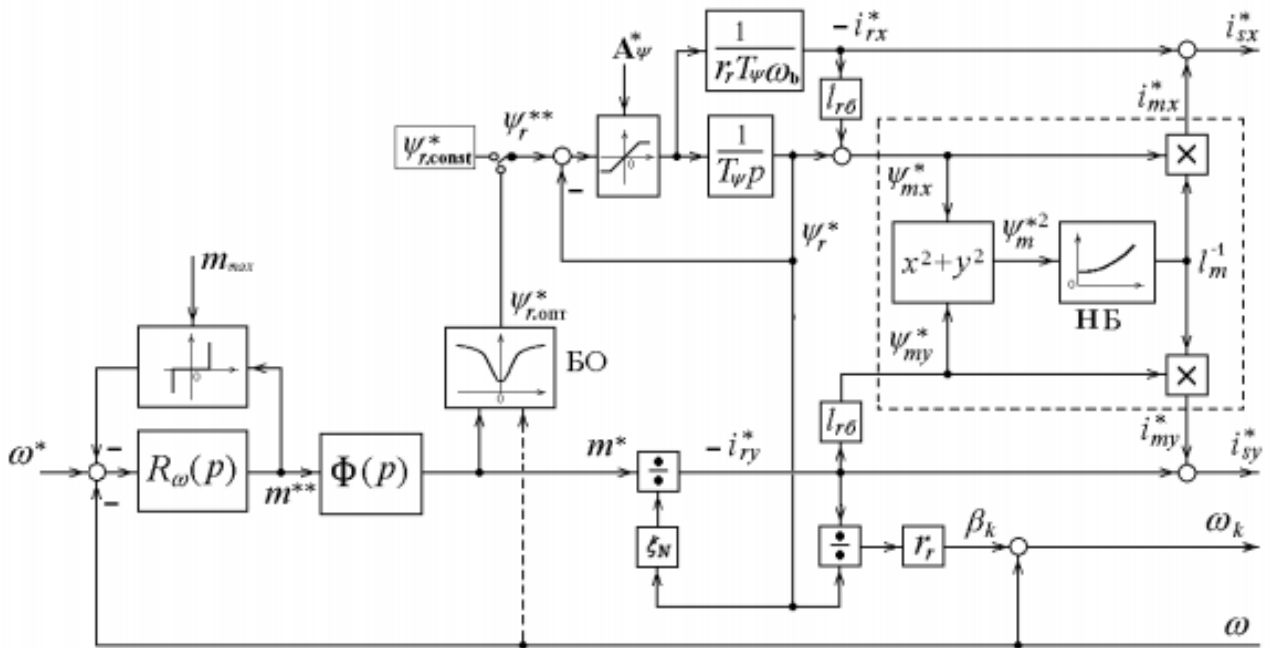


Рис. 1 – Структурна схема регуляторів швидкості, електромагнітного моменту і потокозчеплення ротору двигуна

Оптимальна залежність між потозчепленням ротору і електромагнітним моментом, забезпечуючий мінімум струму статора двигуна, описується параметричною системою рівнянь [1, 4]:

$$l_m = (g_1 + \psi_m^2 (g_2 + \psi_m^2 (g_3 + \psi_m^2 g_4)))^{-1}; \quad (4)$$

$$F = (g_1 + \psi_m^2 (3g_2 + \psi_m^2 (5g_3 + 7g_4 \psi_m^2))) l_m; \quad (5)$$

$$Q_1 = l_m (l_m + l_{r\sigma} (3 - F)); \quad Q_2 = (l_m + l_{r\sigma}) (l_m + l_{r\sigma} F); \quad (6)$$

$$G_r = \sqrt{\frac{\sqrt{Q_1^2 + 4l_{r\sigma}^2 F Q_2} - Q_1}{2l_{r\sigma}^2 Q_2}}; \quad (7)$$

$$\psi_r = \frac{\psi_m}{\sqrt{1 + l_{r\sigma}^2 G_r^2}}; \quad m = G_r \psi_r^2 \zeta_N, \quad (8)$$

де ψ_m – головне потокозчеплення, $l_m = \psi_m / i_m$ – головна індуктивність, залежна від насичення, $G_r = \beta / r_r$ – еквівалентна провідність роторного ланцюга, β – абсолютне ковзання, $l_{r\sigma}$ – індуктивність розсіювання ротора,

r_r – активний опір ротора, Q_1, Q_2, F – допоміжні функції, $\zeta_N = 3U_{sN} I_{sN} / M_N \Omega_{0N}$ – константа.

Оптимальне управління магнітним потоком, а саме його форсування на інтервалі навантаження і ослаблення на інтервалі холостого ходу дає зниження

струму статора і втрат в двигуні на обох інтервалах циклу. Зменшення середніх втрат за цикл створює ресурс для збільшення моменту навантаження без перегріву двигуна. Аналогічний результат досягається і в разі використання пропорційно–інтегрального регулятора швидкості з налаштуванням контуру швидкості на симетричний оптимум.

Перехід до режиму управління з оптимальним регулюванням магнітного потоку дозволяє знизити втрати енергії в двигуні при одних і тих же навантаженнях на валу, допустимих по нагріванню при сталості потоку. Зокрема, при ПН = 0,25 виграш у втратах становить близько 20%. Завдяки зниженню струму статора, споживаного двигуном від перетворювача частоти, втрати в перетворювачі також знижуються. В результаті підвищується коефіцієнт корисної дії електроприводу, як електромеханічного перетворювача енергії.

Висновки. 1. Використання режимів оптимального регулювання магнітного потоку асинхронного двигуна дозволяє підвищити його допустиму по нагріванню навантажувальну здатність, або знизити величину втрат в електроприводі при однакових навантаженнях. Найбільший ефект, близько 20...25%, досягається в області щодо малих значень часу прикладання навантаження.

2. Аналогічний ефект може бути досягнутий і в повторно–короткочасних режимах роботи двигуна, а також в інших режимах з істотно змінним графіком навантаження.

3. Додатковими інструментами оптимізації режимів електроприводу при змінному графіку навантаження служать раціональний вибір швидкодії САР магнітного потоку і рівня його обмеження знизу в залежності від характеру і параметрів конкретної навантажувальної діаграми механізму.

Л і т е р а т у р а

1. Шрейнер Р.Т., Дмитренко Ю.А. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами: монография. Кишинев: Штиинца, 1982. 234 с.

2. Поляков В.Н., Шрейнер Р.Т. Экстремальное управление электрическими двигателями: монография; под общ. ред. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: Изд-во УГТУ–УПИ, 2006. 420 с.

3. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер [и др.]; под ред. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: Рос. гос. проф.–пед. ун–т., 2008. 361 с.

4. Оптимизация тяговых характеристик приводов переменного тока для городского электротранспорта / Р.Т. Шрейнер [и др.] // Техническая электродинамика. Проблемы современной электротехники. Киев 2004. Ч6. С.47–52.

5. Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2008. 279 с.

ЩОДО ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Тихонова І.Ю. – ст. викладач, ilona-tihonova@mail.ru

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»

Метою роботи є проведення огляду основних методик формування іншомовної комунікативної компетентності майбутніх фахівців морської галузі в процесі вивчення іноземної мови.

На нашу думку, психолого–педагогічні основи формування іншомовної комунікативної компетенції майбутніх фахівців тісно пов'язані з початковою підготовкою. Аудиторні заняття у ВНЗ морського напрямлення дають можливість познайомитися з термінами та сталими фразами на професійні теми.

Другий етап формування іншомовної комунікативної компетентності відбувається в процесі проходження плавальної практики. Кадет знайомиться з реаліями своєї професії та починається поступове усвідомлення себе як частину екіпажу. Навички та знання отримані в ВНЗ стимулюються до розвитку повсякденною працею та комунікацією.

Комунікація моряка регламентована вимогами міжнародної організації. Вони передбачають використання стандартних фраз міжнародної морської комунікації моряків з метою мінімізувати вплив людського фактору. Мета такої регламентації — мінімізувати вплив людського фактору у процесі професійної комунікації моряків. З цією метою введені стандартні фрази міжнародної морської комунікації моряків [1], які є обов'язковими для вжитку всіма моряками міжнародного флоту. У міжнародних рейсах моряки мають вміти прогнозувати вплив міжкультурних відмінностей на процес передачі та сприйняття інформації. Спілкування моряка в рейсі носить «глибинний» характер як компенсація короткостроковості. «Глибинний» характер спілкування передбачає володіння специфічними навичками спілкування моряка, а саме: – володіння інформацією про міжкультурні особливості співрозмовника, бажані та небажані теми для «легкої бесіди», знання етикету та особливостей вербальної та невербальної комунікації співрозмовника тощо [2].

Тож, з огляду на можливість негативного впливу людського фактору на спілкування взагалі та іншомовне зокрема, майбутні моряки мають прагнути до його адекватності, особливо в процесі проходження плавальної практики. Таким чином, можливі два шляхи опанування «морською англійською мовою» у процесі навчання англійській мові у ВНЗ морського спрямування.

Перший шлях — традиційний, де згідно з програмою навчають лінгвістичному компоненту професійного спрямування. Після другого року навчання, при успішному проходженні тестування та співбесіди у круїнговій компанії, курсант приступає до плавальної практики в міжнародному екіпажі. Процес проходження плавальної практики виявляє потреби у специфічних навичках та вміннях в межах іншомовної компетентності, де мають враховуватися такі компоненти іншомовної компетентності, як: міжкультурний, психолінгвістичний, стратегічний та інші.

Другий шлях — психологічний, де психологічний супровід інтегрують у аудиторні заняття з «морської англійської мови». Психологічний супровід — це комплекс поняття, що складається з теоретичного обґрунтування особливостей іншомовного спілкування моряка, психотехнічних вправ та ігор для подолання утруднень іншомовного спілкування та покращення психічного стану в процесі проходження плавальної практики в міжнародному екіпажі, та їх імплементація в процес навчання «морської англійської мови» з рекомендаціями до їх використання, лінгвокраїнознавчого матеріалу для самостійного та аудиторного опанування курсантами.

Висновки. Результати теоретичного та емпіричного вивчення процесу формування іншомовної компетентності майбутнього моряка надали можливість сформулювати новий погляд на процес навчання «морській англійській мові» в контексті Міжнародної конвенції про підготовку та дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) [3] з урахуванням психолого–педагогічного аспекту перебігу цього процесу. В процесі навчання іншомовній компетентності майбутнього моряка задіяні три основні учасники: «курсант», «викладач», «судно».

Результати теоретичного вивчення особливостей життєдіяльності екіпажів дає можливість стверджувати, що серед трьох учасників процесу навчання іншомовній компетентності, «судно» є найбільш незалежним та диктує безумовні вимоги до рівня сформованості іншомовної компетентності майбутніх моряків. Ці висновки є результатом вивчення психолого–педагогічних особливостей процесу формування іншомовної компетентності майбутніх моряків. Їх впровадження в процес навчання іноземній мові у ВНЗ морського спрямування сприятимуть оптимізації процесу навчання «морській англійській мові».

Література

1. Козак С.В. Методика діагностики рівней іноязычної комунікативної компетенції курсантов морської академії /Под ред. Л.Н.Голубенко. – Одеса: ОГУ, 1999. – 18 с.
2. Лялюк Г. М. Становлення професійної ідентичності майбутніх педагогів як психологічна проблема / Г. М. Лялюк // Психологічні перспективи. – 2012. – Випуск 20. – С. 145–152.
3. ПДНВ руководство для моряков с учетом Манильских поправок 2010 года Международная федерация транспортник. – Borough Road, London SE1 1DR, UK. – 86 с. – Режим доступу: www.itfseafarers.org, www.itfglobal.org.

ГРАФО–АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ І ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ОСТІЙНОСТІ НА СУДНАХ ПРИ СКЛАДАННІ ВАНТАЖНОГО ПЛАНУ

Філюшин Б.В. – магістр, Bazhen.Filiushyn@gmail.com

Завітаєв В.Л. – д.т.н., Kira0106@bigmir.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Мета роботи. Складання вантажного плану, одна з головних складових частин перевезення. Це складна інженерна робота, що вимагає знання тонкощів технології і специфічних особливостей у процесах доставляння вантажів. Необхідно врахувати всі вимоги, що пред'являються перевізнику, як наприклад: збереження вантажу; безперешкодне та безперебійне вивантаження; забезпечення нормальних техніко–експлуатаційних показників роботи судна; максимальне використання вантажомісткості і вантажопідйомності судна.

Розміщення вантажів на судні повинно забезпечувати виконання таких основних умов.

1. Виключення можливості псування вантажів від їх шкідливого взаємного впливу (дія вологи, пилу, запахів, виникнення різних хімічних процесів та ін.), а також пошкодження нижніх шарів вантажу від тяжкості верхніх.

2. Створення можливості безперешкодного вивантаження і навантаження в проміжних портах заходу.

3. Забезпечення максимальної продуктивності праці при вантажних операціях.

4. Виключення змішування вантажів з різних коносаментних партій.

5. Забезпечення прийому на борт цілого числа коносаментних партій.

6. Збереження властивостей вантажів при спільному їх перевезенні та місцевої міцності корпусу.

7. Забезпечення під час переходу оптимального (або принаймні близького до нього) диференту судна.

8. Гарантія, що на всіх етапах рейсу остійність судна не стане нижче меж, передбачених нормативними вимогами Регістру судноплавства; одночасно має бути виключено і виникнення надмірної остійності.

9. Максимальне використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна (в залежності від того, яка із зазначених величин буде лімітованою).

Встановлена практика звичайної послідовності операцій при розрахунку завантаження судна наступна:

1. Визначення загальної кількості вантажу, що може бути прийнято до перевезення в даному рейсі;

2. Підбір вантажів, виходячи з умов повного використання вантажопідйомності судна або його вантажомісткості або отримання максимального фрахту;

3. Розподіл навантаження по вантажних відсіках, з урахуванням необхідності забезпечення міцності корпусу (під вантажним відсіком розуміється трюм плюс твіндеки над ним);

4. Розміщення у вантажних приміщеннях вантажів у залежності від можливості їх спільного перевезення і забезпечення схоронності, а також послідовності вивантаження в проміжних портах;

5. Визначення, виправлення і перевірка диференту;

6. Визначення, виправлення і перевірка остійності.

Вантажний план складається ще до початку навантаження – так званий «попередній план». У ході навантаження, іноді, від нього роблять відступ через неподання запланованого вантажу, виявлених неточностей у розрахунку, переадресування партій вантажу і т.п. Тому, після закінчення вантажних операцій складають виконавчий вантажний план, що відповідає фактичному завантаженню. По ньому остаточно уточнюють характеристики міцності, остійності і диференту судна.

Вантажний план для суховантажного судна найчастіше виконують у вигляді схематичного вертикального розрізу по діаметральній площині.

Для прискорення процесу складання вантажного плану пропонується застосовувати графо–аналітичний метод визначення кількості вантажу, що може прийняти судно. Для цього потрібно скласти схему вертикального розрізу судна із зазначенням загальної вантажопідйомності і вантажомісткості, окремо по зерновій і кіповій місткості, а також вантажопідйомності порожнього судна і всіх запасів, разом з баластом.

Визначення кількості однорідного насипного вантажу графо–аналітичним способом при завантаженні судна, наприклад, пр.17620 типу «Буг», не складає труднощів і рекомендується виконувати у такій послідовності (див. таблиця 1): будуються осі координат; на вісі абсцис відкладається вантажопідйомність судна; на вісі ординат – зернова вантажомісткість V (до 9761 м^3); будуються промені за рівнянням $V=\omega D$ з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_n$, що відповідають питомим навантажувальним об'ємам вантажів.

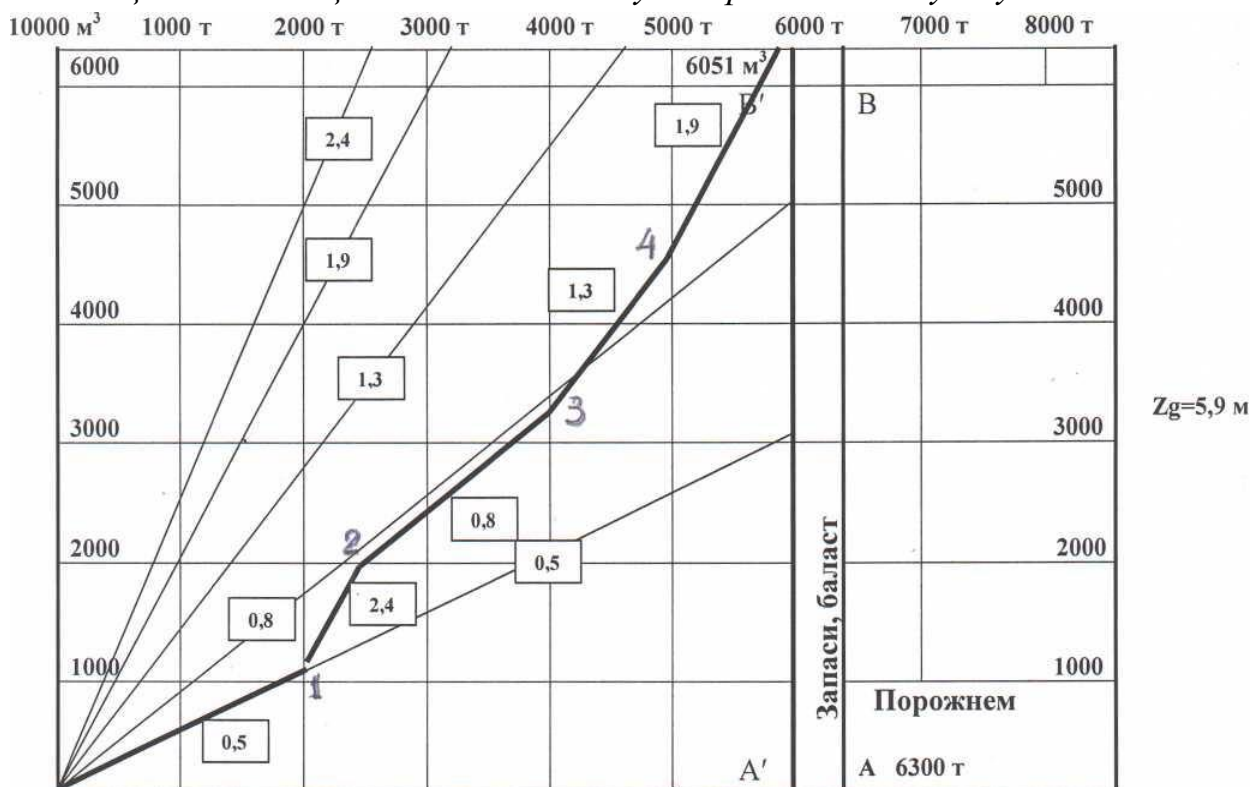
Якщо потрібно завантажити на судно кілька видів насипних вантажів з різними питомими навантажувальними об'ємами рекомендується використовувати нижче описану методику.

Визначення кількості різнорідного генерального вантажу графо–аналітичним способом при завантаженні судна рекомендується виконувати у послідовності наведеної у табл. 1.

Будуються осі координат, на вісі абсцис відкладається вантажопідйомність судна, на вісі ординат – кіпова вантажомісткість; також будуються промені за рівнянням $V=\omega D$ з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_n$, що відповідають питомим навантажувальним об'ємам обов'язкових вантажів.

Будуються промені за рівнянням $V=\omega D_{\phi}$ з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_n$, що відповідають питомим навантажувальним об'ємам вантажів; будуються промені ω вантажів, з використанням $V= D\omega$ або $D= V/\omega$.

Таблиця 1 – Розміщення вантажів в судні пр. 17620 типу «Буг»



У подальшому, паралельно осі ординат від вектора АВ, який відповідає дедвейту судна, в напрямку початку координат відкладається вісь А'В', яка відповідає вантажомісткості запасів і баласту (т).

Надалі будується ламана лінія завантаження судна у наступній послідовності. Наприклад, на промені із мінімальним $\omega_1 = 0,5 \text{ т/м}^3$ в кількості 2000 т відмічається точка 1, з координатами (D_1, V_1) вантажу із ω_1 ; із точки 1, паралельно променю $\omega_n = 2,4 \text{ т/м}^3$ в кількості 500 т будується вектор 1–2 із проєкціями D_n і V_n , що відповідають вантажу із ω_n ; із точки 2, паралельно променю ω_2 будується вектор 2–3 із проєкціями $D_{\phi 2}$ і V_2 , що відповідають вантажу із $\omega_2 = 1,9 \text{ т/м}^3$ в кількості 1500 т; із точки 3, паралельно променю ω_{n-1} будується вектор 3–4 із проєкціями D_{n-1} і V_{n-1} , що відповідають вантажу $\omega_{n-1} = 1,3 \text{ т/м}^3$ в кількості 1000 т.; із точки 4, паралельно променю ω_{n-1} будується вектор 4–5 із проєкціями D_{n-1} і V_{n-1} , що відповідають вантажу із $\omega_{n-1} = 1,3 \text{ т/м}^3$ в кількості рівної (5800 т– 2000 т– 500 т– 1500 т– 1000 т= 800 т).

Кінцева точка побудованої ламаної повинна мати координати D, V завантаження судна.

Для факультативних (необов'язкових) вантажів графік будують у тій же послідовності підбиранням вантажу, який приймається в такій кількості, щоби крива замкнулася у верхній точці і праворуч.

При розподілі вантажу в трюми судна варто враховувати наступне: завантаження кожного трюму має бути пропорційним його вантажомісткості; при розподілі вантажів не допускається розрив коносаментної партії; дотримання сумісності вантажів з різними фізико–хімічними властивостями; за висотою вантажного відсіку необхідно укладати вантажі, у яких більша питомна вантажомісткість для уникнення механічних ушкоджень легких вантажів, а вантажі з менше міцною тарою укладати поверх більше важких.

Повне укладання вантажів потрібно виконувати з дотриманням технології завантаження і урахуванням технології розвантаження та забезпечувати попередження їхнього зсуву під час хвилювання моря.

Після розміщення вантажів необхідно виконувати перевірку вантажопідйомності і вантажомісткості судна аналітичним шляхом, з метою їх не перевищення.

Після розміщення вантажів в цілому за такою ж схемою розподіляють вантаж по трюмах.

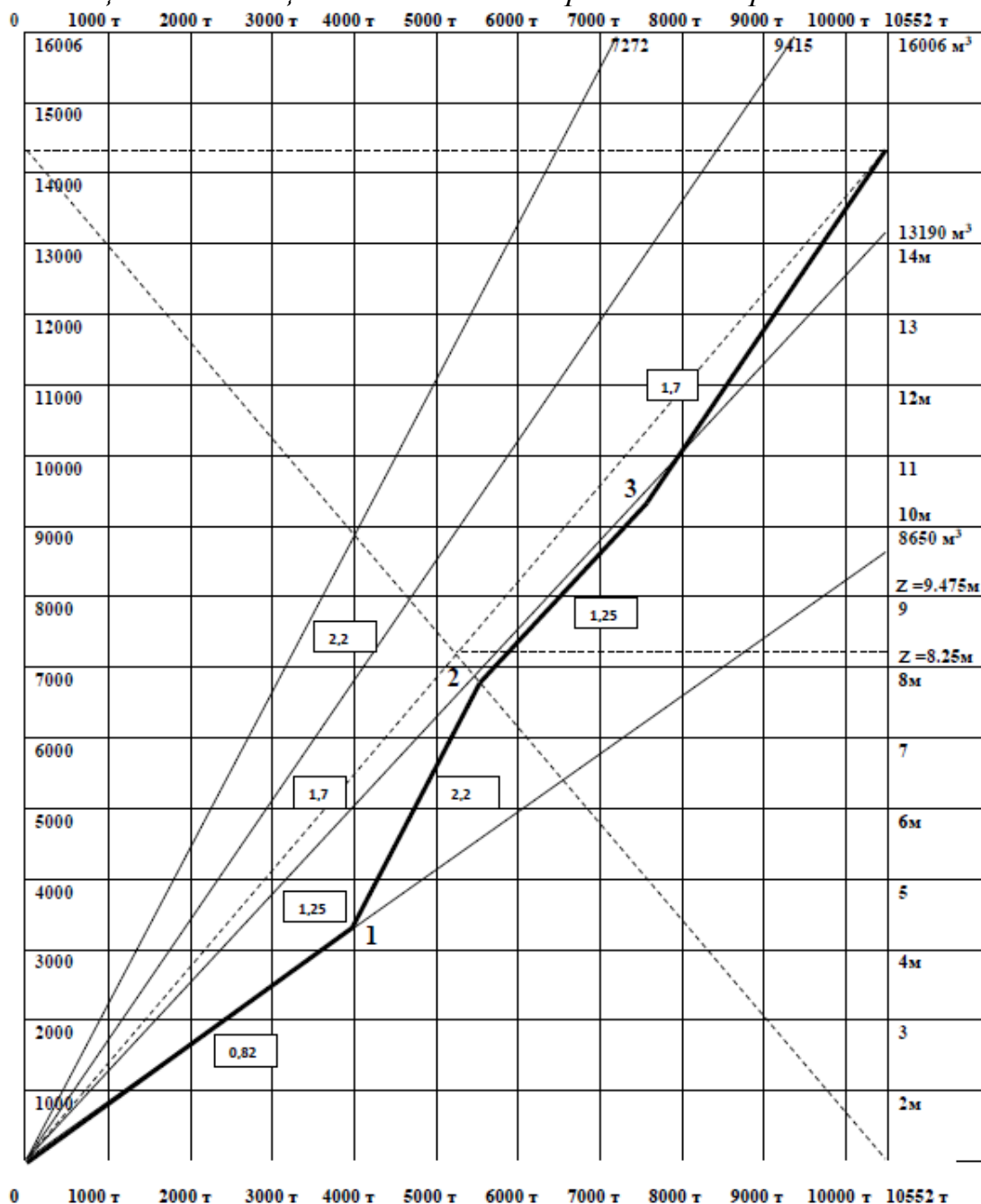
У разі наявності великої кількості дрібних партій вантажу його координати усередині судна можна визначити з креслення судна перетинами по ватерлініях (приблизно через метр), по шпангоутах (по шпаціях), а також по батоксах (приблизно через метр). У цьому випадку кожна партія вантажу може бути точно позначена номером ватерлінії, батокса і шпангоута.

В таблиці 2 наведено приклад будови графіку розміщення вантажів в трюмі 3 балкера, на якому зображені вектори 4-х різних вантажів з питомими навантажувальними об'ємами, відповідно, паркет – $\omega = 0,82 \text{ м}^3/\text{т}$, консерви – $\omega = 1,25 \text{ м}^3/\text{т}$, вино в пляшках – $\omega = 1,7 \text{ м}^3/\text{т}$ і фанера – $\omega = 2,2 \text{ м}^3/\text{т}$.

Для визначення початкової остійності необхідно вантаж розмішувати по трюмах і визначати їх центр тяжіння від основної лінії на пересіченні діагоналей (точка $Z_g=8,25$ у табл.2).

Використовуючи інформацію про остійність судна за осадкою при заданому навантаженні, з урахуванням щільності води, знаходять аплікату метацентру і початкову остійність по формулі: $h_o = Z_m - Z_g$.

Таблиця 2 – Розміщення вантажів в трюмі 3 балкера



Висновок. Розглянута методика дозволить заздалегідь передбачати кількість вантажу, що може прийняти судно на борт для ефективного використання і прискорення складання вантажного плану.

Л і т е р а т у р а

1. Белоусов Л.Н., Корхов Я.Г. Технология морских перевозок: Учебное пособие. – М, 1978. 344 с.
2. Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов (4–М). Том 2, книга 3: ЦНИИМФ. – СПб, 2012. 764 с.

METHODS FOR DETERMINING CRITICAL STABILITY PARAMETERS ON BULK CARRIERS

Filyushin B. – magister, Bazhen.Filiushyn@gmail.com
State University of Infrastructure and Technology

The purpose of this article is to describe a method for determining critical stability parameters on a bulk carrier, by constructing a diagram of static and dynamic stability, removing basic parameters from them and comparing them with international requirements.

A static stability diagram is required. Only it can allow you to draw a final conclusion on your stability.

1) To build the diagrams, we calculate the shoulders of static and dynamic stability (Table 1):

Brief calculation algorithm:

- 1.1) Set by a pitch of roll angles Θ – optimal 10 degrees;
- 1.2) The sines of the angles are calculated, entered into the table;
- 1.3) With pantocarens, shoulders of the form l_f are removed (Fig. 1), entered into the table;
- 1.4) The shoulders of weight $l_B = KGC \sin\Theta$ for their angles are calculated, entered in the table;
- 1.5) The static shoulders are calculated $GZ = l_{st} = l_f - l_v$ for their angles, are entered in the table. Building material for DOSS is ready;
- 1.6) According to the “arch” scheme, the integral sum of the static arms Σl_{st} is calculated, entered into the table;
- 1.7) The shoulders of the dynamics $l_d = 0.0872 \Sigma l_{st}$ (for a step of 10°) are calculated, entered into the table. Everything is ready for DODS.

Table 1 – The calculation of the shoulders of static and dynamic stability

Θ°	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$L\phi$	0,000	0,914	1,818	2,738	3,531	4,093	4,437	4,631	4,669
$\sin\Theta$	0	0,174	0,342	0,5	0,645	0,765	0,866	0,94	0,985
$l_B = KG_C \sin\Theta$ *	0	0,823	1,618	2,365	3,051	3,618	4,096	4,446	4,659
$GZ = l_{CT} = l\phi - l_B$	0	0,091	0,2	0,373	0,48	0,475	0,341	0,185	0,01
$\Sigma\Sigma l_{CT}$	0	0,091	0,382	0,955	1,808	2,763	3,579	4,105	4,3
$l_d = 0,0872 \Sigma\Sigma l_{CT}$	0,000	0,008	0,033	0,083	0,158	0,241	0,312	0,358	0,375

* Note: When calculating the shoulder weight $l_v = KG_C \sin\Theta$, the application of CT. vessel – KG , should be corrected for the influence of free surfaces.

This slightly increases the shoulder weight l_B , and as a result reduces the static arm, tk. $l_{st} = l\phi - l_v$. So, the area under the DLS is the stability margin, it will be less by the agnitude of the influence of these surfaces and this is correct, tk. We consider ourselves closer to danger.

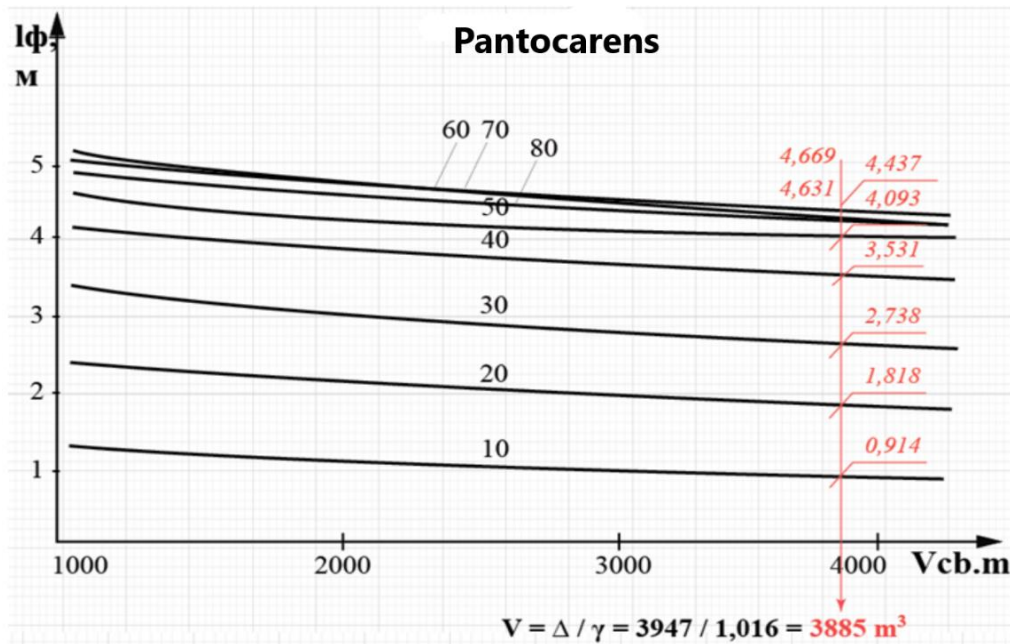


Fig. 1 – Pantocarens – form shoulders

2) On calculated shoulders are built DOSS and DODS:

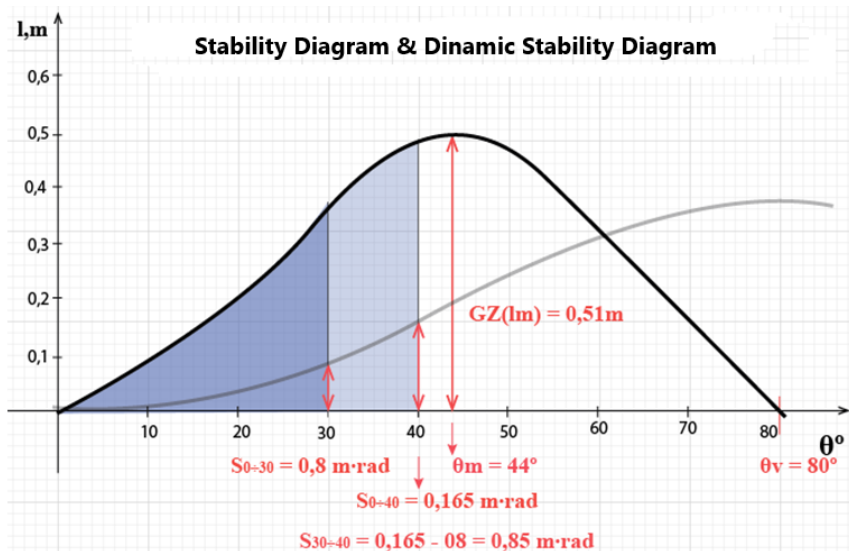


Fig. 2 – Building DOSS and DODS

Using the diagrams to be deleted, six out of seven are required by the Bulk code, stability criteria and inclusion in the final table (Table 2).

Table 2 – Calculation of the weather criterion

Value	Symbols & Formulas	Departure	Arrival
1) Sail area – lateral projection of the vessel and deck cargo above the waterline, m ²	A_v (from Information)	434	438
2) The vertical distance from the center A of the sail of the vessel to the center of the submerged area or approximately to a point equal to half the draft d, m	Z_v (from Information)	4	4,1
3) Leverage of heeling moment from constantly blowing wind, m	$LW1 = 0,504 \times A_v \times Z_v / g\Delta$	0,037	0,039
4) The shoulder of the heeling moment from the barrage, m	$LW2 = 1,5 \times LW1$	0,055	0,059
6) Coefficient k	k	0,950	0,950
7) Coefficient X1	X1	0,980	0,970
8) Coefficient X2	X2	0,970	0,970
9) Coefficient r	$r = 0,73 + 0,6(KG - d)/d$	0,667	0,680
10.1) Coefficient C for calculating the rolling period	$C = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(LWL / 100);$	0,395	0,396
10.2) Rolling period T for sampling coefficient s, sec	$T = 2CB / \sqrt{GM}$	14,165	13,912
10) Coefficient s	S	0,051	0,053
11) Amplitude of rolling Θ_1 , degrees	$\Theta_1 = 109 \times k \times X1 \times X2 \sqrt{rs}$	18	19
12) Angle of heel from constant wind Θ_0 , degrees	Θ_0 (from SD)	4	4
13) Heel angle Θ_2 , area limit “b”, the smallest of Θ_f ; 50°; Θ_c	Θ_2 (from SD)	50	50
15) Area "b", m.rad	b (from SD)	0,21	0,21
16) Area "a", m.rad	a (from SD)	0,047	0,046
17) Weather criterion K	$K = b/a \geq 1$	4,4	4,5

3) Calculation of Weather Criteria (K*):

Using the diagrams, step by step, the weather criterion is calculated:

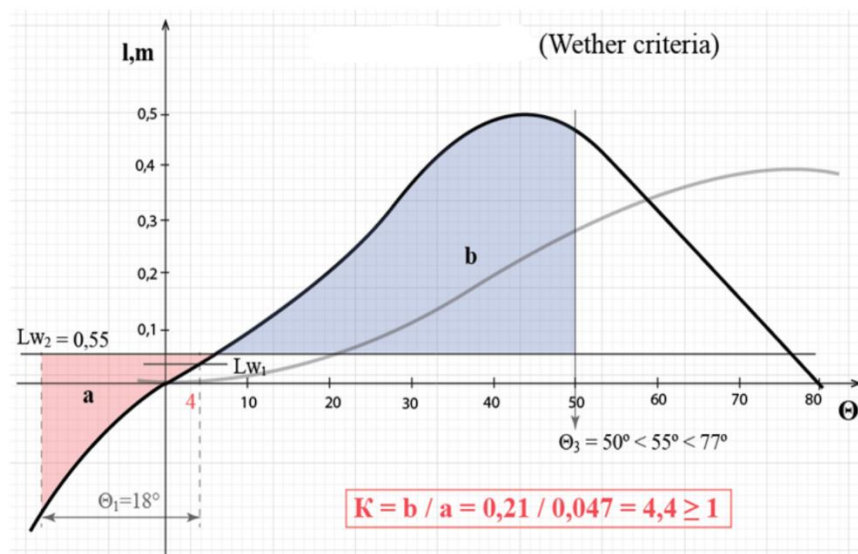
The calculation algorithm K * is shown in Table 2. Briefly described, it consists in the calculation and application of three limiting lines to the DLS:

1st – Shoulder of heeling moment from a flurry of LW2;

2nd — Limit of area “a”, by pitch amplitude Θ_1 ;

3rd – Area “b” limit, the smallest of Θ_f ; 50° ; Θ_c . I draw your attention, here is the smallest angle of heel $\Theta_3 = 50^\circ$, tk. filling angle – $\Theta_f = 55^\circ$.

Further, the resulting figures of areas "a and b" are calculated and compared. Area “c” – restoring the vessel’s capabilities in this load should be greater than area “a” – calculated total work from the effects of bad weather.



With the weather criterion, everything is in order for both departure and arrival, K * is entered in the final table 3.

Table 3 – Final data

ITEMS	Symbols & Formuls	Departur e	Arriva l
1. Weather criteria	$K = b / a \geq 1$	4,4	4,5
2. Metacentric height, m	$GMc(h) \geq 0,15(0,3)$	0,51	0,53
3. Max.righting lever, m	$GZ(lm) \geq 0,25$	0,5	0,51
4. Angle of heel lmax, deg	$\Theta_m \geq 20 (25)$	44	44
5. Area under the righting lever GZ $\theta=30^\circ$, mrad	$S_{0-30} \geq 0,055$	0,8	0,8
6. Area under the righting lever GZ $\theta=40^\circ$, mrad	$S_{0-40} \geq 0,090$	0,165	0,166
7. Area between righting levers 30° and 40° , mrad	$S_{30-40} \geq 0,030$	0,85	0,86

Analysis of calculations and Conclusion

Analyzing the final table. All 7 IMO criteria are normal. I settled on seven criteria of stability. This is enough for us. When we study the transportation of grain, we will additionally consider the angle of heel from the grain displacement, which should be $\leq 12^\circ$ – this is the eighth grain criterion.

Mach the static arm exceeds the minimum permissible in two. We have a ship $< 100\text{m}$, therefore $GZ(lm) \geq 0,25\text{m}$.

A good margin of stability – the area under the DSO allows optimistic about the upcoming flight.

Output. Based on the final standards, I conclude – the vessel, in this load, will be stable throughout the voyage.

R e f e r e n c e s

1. The management of merchant ship stability, trim and strength. Author: Ian C Clark. Publisher: London: Nautical Institute, 2002. Edition/Format: Print book English.

МЕТОДИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Штрибець В.В. – аспірант, schtribecv@ukr.net

Трофименко А.О. – аспірант, mazur.o.m.2018@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є підвищення достовірності діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту та зменшення витрат на експлуатацію таких засобів.

Для досягнення мети дослідження необхідно розв'язати наступні часткові наукові завдання: провести наліз сучасного стану методів вимірювання оцінок спектральної щільності потужності (СЩП) випадкових сигналів. Вибір і обґрунтування напрямків дослідження та постановка задач дослідження; розробити узагальнену математичну модель оцінок СЩП для апаратурних методів спектрального аналізу; розробити кореляційно–фільтровий метод вимірювання оцінки СЩП випадкових сигналів; узагальнити та привести різні методи апаратурного спектрального аналізу, в тому числі й кореляційно–фільтрової, випадкових сигналів до запропонованої узагальненої математичної моделі оцінок СЩП, порівняльний аналіз методів спектрального аналізу та

виявлення серед них оптимальних за критерієм максимуму функції правдоподібності.

Відомо, що несправність двигуна (силової установки) засобу водного транспорту може призвести до збільшення витрат палива, зменшення потужності, або навіть виходу з ладу під час маршруту. Все це є причинами додаткових витрат на перевезення вантажів засобами водного транспорту. Крім того, несправність двигуна засобу водного транспорту може бути причиною екологічного забруднення ділянки водної поверхні.

Таким чином, для забезпечення оптимальних витрат на перевезення вантажів за допомогою засобів водного транспорту та з метою уникнення аварійних інцидентів необхідна ефективна система контролю технічного стану двигунів таких засобів.

Отже, науково-технічна задача, яка розв'язується у подальшому дослідженні та полягає у подальшому розвитку методів спектрального аналізу характеристик випадкових сигналів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту, є актуальним.

Наукова новизна отриманих у подальшому дослідженні результатів полягає в наступному:

- отримав подальший розвиток метод оцінки характеристик випадкових сигналів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту, який, на відміну від відомих, заснований на використанні максимуму функції відповідності, та дозволяє оцінити оптимальні характеристики фільтру для спектрального аналізу;

- отримав подальший розвиток метод оцінки характеристик випадкових сигналів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту, який, на відміну від відомих, базується на усередненні за часом результату множення вихідного сигналу та його відгуку після фільтра, та забезпечує мінімум похибки спектрального аналізу при достатньо простому апаратурному виконанню;

- отримав подальший розвиток метод формування оптимальних характеристик спектрального вікна динамічним фільтром, параметри якого перебудовують встановленим чином, який, на відміну від відомих, заснований на оптимальному синтезі алгоритмів перебудови параметрів вузько-смугових фільтрів для методу безпосередньої фільтрації та кореляційно-фільтрового методу спектрального аналізу, та забезпечує оптимальну апроксимацію ідеального спектрального вікна для синтезу випадкових сигналів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту.

Практичне значення отриманих у роботі результатів полягає у тому, що розроблені узагальнена математична модель оцінок спектральної щільності потужності, кореляційно–фільтровий метод вимірювання оцінки спектральної щільності потужності випадкових сигналів, методи оптимізації функції спектрального вікна вузько–смугових фільтрів і методики оптимального синтезу законів перебудови параметрів динамічних вузько–смугових фільтрів для фільтрових методів спектрального аналізу є основою для створення нового класу фільтрових аналізаторів спектра з більш високою точністю при більш простій апаратурній реалізації, ніж з використанням класичних (стаціонарних) фільтрів.

Введення і використання динамічних вузько–смугових фільтрів на основі розроблених методичних основ їх аналізу і синтезу є новим напрямком в прикладному спектральному аналізі випадкових сигналів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту.

Отримані у роботі теоретичні результати можуть бути застосовані при створенні мобільних контрольно–діагностичних комплексів для діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту. Це дозволяє скоротити витрати часу на проведення контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту та підвищити його достовірність.

Методи дослідження базуються на теорії системного аналізу, теорії контролю технічних систем, теорії обробки вимірювальних сигналів на базі рядів Фур'є та Тейлора, теорії оптимізації функцій, класичній теорії розрахунку амплітудно–частотних характеристик фільтрів, теорії похибок вимірювальних приладів і математичного моделювання.

Висновок. Результати імітаційного моделювання отриманих результатів показали, що застосування запропонованих методів при діагностичному контролі технічного стану двигунів засобів водного транспорту зменшує витрати часу на простій транспорту до 30%. Це дозволяє економити кошти до 25% від річних витрат на обслуговування засобів водного транспорту.

При цьому підвищується рівень коефіцієнта готовності двигунів засобів водного транспорту на 9%, достовірності діагностування технічного стану двигунів до 18%, що дозволяє економити до 15% коштів при транспортуванні вантажів за рахунок виключення можливих відмов у двигунах при переміщенні за вказаним маршрутом руху.

Л і т е р а т у р а

1. Богом'я В.І., Горбань А.В., Павленко М.А., Тимочко О.І., Тимошук О.М.. За заг. ред. О. М. Тимошук. Особливості системного підходу до вирішення наукових завдань експлуатації суднового обладнання: підручник. Київ, 2018. 305 с.

2. Обеспечение надежности судовых дизелей на эксплуатационных и особых режимах работы / М.А. Малиновский, А.А. Фока, В.И. Ролинский. – Одесса: Феникс, 2007. – 152 с.

3. Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / За заг. ред. В.С. Пономаренка. – Х.: Вид. Рожко С.Г. – 2019. – 327 с. (п. 1.4 Метод діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту для зменшення витрат на перевезення вантажів / Герасимов С.В., Штрибець В.В. – С. 61–76).

4. Штрибець В.В. Контроль технічного стану двигунів засобів водного транспорту методом спектрального аналізу випадкових сигналів / В.В. Штрибець // Новітні технології. – 2019. – Вип.1(8). – С. 59–69.

LOCOMOTIVE DROWSINESS DETECTION DEVICE DESIGN

Vynokurov D. – engineer, dmitry.vynokurov@gmail.com

Gorobchenko O. – Doctor of science, professor., gorobchenko.a.n@gmail.com

State University of Infrastructure and Technology

Introduction: One of the ways to improve railroad safety is to upgrade and introduce new devices and means of traffic safety, usage of modern rolling stock and technologies, raising the experience and knowledge level of employees and the reduction of human factors in all spheres of railway transportation. [1–3]

The most serious violations train drivers do is a passing of red traffic signal which is often the cause of an accident. To keep the driver in alert, a device with computer vision is proposed to recognize and monitor eye aspect ratio (EAR). [4]

The main text:

The device consists of: Raspberry pi mini PC, camera module, buzzer and optional screen.

The device works by acquiring train driver image from camera and recognizing facial landmarks for each frame using a raspberry pi mini PC. Optionally the device can be connected to screen for displaying camera image, eye contours and for displaying additional information.

The device functional schematics is displayed at figure 1.

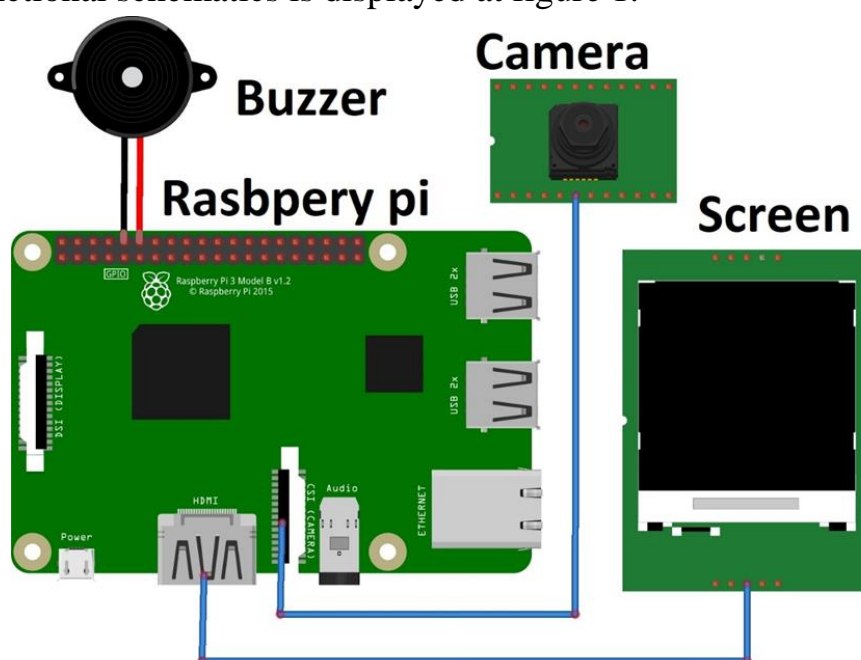


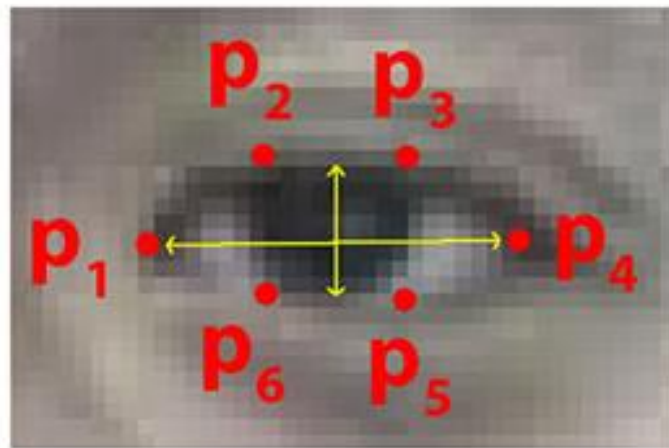
Fig. 1 – Functional schematics

Additional information includes following:

- number of times system way triggered
- eye contours
- auto brake warning
- train driver name
- EAR
- no eyes/face detected warning

At startup, the first thing the system does is recognize the driver's face. Face recognition is performed to bind a specific driver to a device session and to set specific parameters that are unique to each driver. After recognition, the system displays the driver's name at the bottom left of the screen.

The next step is to recognize and calculate EAR. This parameter is measures for each frame from the camera, for each eye and the average between the points $p_1 - p_6$ is calculated according to the scheme in Figure. 2 and formula 1.



Fug. 2 – EAR

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|} \quad (1)$$

where $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ – eye landmarks (Figure 2).

When system detects train driver in a drowsy state (reaching a critical EAR level) it sounds a beeps using a buzzer and displaying a message on a screen. The buzzer sound must alert the driver. In case when train driver does not react on buzzer sound devise is automatically applying emergency braking of the train.

Conclusion. The structure and working principles of the devise proposed to recognize train driver in drowsy state and taking measures to keep the him awaken. The device may also be used to collect statistics for studies of the psychophysiological status of locomotive crews in the depot.

References

1. Горобченко, О. М. (2010) Розробка методу оцінки факторів, що впливають на дії локомотивних бригад в нештатних ситуаціях: Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта 24.
2. Горобченко, А. Н. (2014) Методология определения величины параметра сложности нештатной ситуации во время ведения поезда: Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта 6 (54).
3. Самсонкін, В. М. (2014) Теорія безпеки на залізничному транспорті: монографія/ВМ Самсонкін, ВІ Мойсеєнко. – К.: Видавництво «Каравела: 5–12.
4. Soukupova, Tereza, and Jan Cech. (2016) Eye blink detection using facial landmarks. 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia.
5. A. Rosebrock, «Raspberry Pi: Facial landmarks + drowsiness detection with OpenCV and dlib,» pyimagesearch, 23 10 2017. [З мережі]. Available: <https://www.pyimagesearch.com/2017/10/23/raspberry-pi-facial-landmarks-drowsiness-detection-with-opencv-and-dlib/>. [Дата звернення: 10 10 2019].
6. A. Rosebrock, «Face recognition with OpenCV, Python, and deep learning,» pyimagesearch, 18 06 2018. [З мережі]. Available: <https://www.pyimagesearch.com/2018/06/18/face-recognition-with-opencv-python-and-deep-learning/>. [Дата звернення: 10 10 2019].

АНАЛІЗ РОБОТИ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОРУШІЙНОГО СКЛАДУ

Грбчак О.Ю. – гр. 2ЕМ, магістр, grabchak.ivan95@ukr.net

Снівак О.М. – к.т.н., доц., alexspsi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є підвищення надійності роботи струмоприймачів за рахунок зниження зносу контактних пластин і контактного проводу на електрорушійному складі залізниці.

Знімання струму з контактного проводу супроводжується зношуванням контактного проводу і контактних пластин (або вставок) струмоприймача. Знос дроту і пластин залежить від їх матеріалу, значення знімаемого струму, якості струмознімання (перш за все щодо іскріння), стану тертьових поверхонь. Знос елементів ковзного контакту поділяють на електричний і механічний. Електричний знос викликається електричної ерозією металу, тобто випаровуванням і викидом металу під впливом іскрових і дугових розрядів.

Механічний знос є наслідком таких видів впливу при терті, як абразивне, окисне, втомне, які залежать не тільки від властивостей матеріалу контактного проводу і струмознімальних пластин, але і від стану їх поверхонь.

Механічний знос контактних пластин струмоприймачів залежить головним чином від матеріалу контактних пластин струмоприймачів. Найбільший знос контактних проводів відбувається при мідних контактних пластинах, найменший — при вугільних вставках з порошкових і спечених матеріалів. Електричний знос дроту в основному визначається значенням струму, що знімається струмоприймачем: зі збільшенням струму він значно зростає [1].

Зниження інтенсивності зношування контактних пластин, продовження терміну його служби приділяють велику увагу. З цією метою застосовують вугільні або металовуглецеві вставки, а також пластини з порошкових спечених матеріалів (металокерамічні). Вугільні вставки знижують інтенсивність зношування контактних пластин в порівнянні з мідними пластинами в 3–4 рази і є найбільш економічними. Спечені матеріали отримують методом порошкової металургії пресуванням і подальшим спіканням різних металевих і неметалевих (наприклад, графітових) порошоків. Поєднання позитивних властивостей всіх компонентів в цих матеріалах дало можливість мати такі їх характеристики, які не можна отримати металургійними методами.

Перше покоління порошкових компактних пластин на залізній основі з введенням твердих мастил через шихту до процесу спікання при утриманні їх в кількості 7 ... 9% дало можливість знизити знос контактних пластин в два рази (з 1,29 до 0,62 мм² на 104 проходів струмоприймача) [2, 3]. Друге покоління порошкових контактних пластин на залізній основі з введенням твердих мастил просоченням при вмісті їх в кількості 18... 23% дозволило знизити знос контактних пластин з 0,62 до 0,34 мм² на 104 проходів струмоприймачів. Пробіг полозів струмоприймачів при такому вигляді пластин збільшився в 2 ... 2,5 рази (до 70 ... 80 тис. км) на вантажних і до 100 тис. км на пасажирських електровозах [2, 3]. Третє покоління порошкових контактних пластин на залізній основі, виконано в біметалічному виконанні з введенням твердих хімічно активних мастил через шихту і просоченням після спікання при загальному вмісті їх в кількості 25 ... 28%, що дало можливість знизити знос контактних пластин ще на 50% і підвищити міцність пластин при ударах по полозу. Такі результати були досягнуті завдяки зміні складу основи порошкового матеріалу контактних пластин, введенням в них хімічно активних твердих мастил і більшої кількості твердого змащення у вигляді легко плавкого сплаву. До нового складу порошкового заліза, в якому міститься до 2% сірки, просоченням вводилося до 25 ... 28% сплаву: РЬ 95% – Sn 5%. Сірка дозволяла стабілізувати момент тертя ковзаючого контакту [2, 3].

Подальше вдосконалення струмознімальних елементів для електрорухомого складу постійного струму здійснюється розробкою для них конструкції і матеріалу, які забезпечують можливість знімати великі струми і підвищити їх працездатність. Для вирішення цього завдання використовують дисперсно зміцнені матеріали на мідній основі. Розроблений матеріал містить: 0,15 ... 0,35% Al; 0,08 ... 0,18% С, решта – Cu. Зміцнююча дрібнодисперсна фаза у вигляді Al_2O_3 в мідній матриці має розміри 0,03 ... 0,05 мкм, що дозволяє забезпечити дисперсно зміцненому матеріалу температуру рекристалізації $850^{\circ}C$, міцність при розтягуванні 435 МПа, електропровідність до 83% від електропровідності міді [2, 3].

Струмознімальний елемент по своїй конструкції представляє пакет чергуючихся пластин з дисперсно-зміцненого матеріалу і графіту, розташованих по довжині вздовж його корпусу і орієнтованих своїми ребрами до контактної поверхні, яка взаємодіє з контактним проводом. Пластини з графіту в конструкції струмознімального елемента є ділянки твердого змащення [2, 3].

Здатність робочого шару багат шарових пластин самозмащуватися дозволяє зменшити знос контактного проводу на 30–50 % на ділянках, де електровози споживають великі струми [2, 3]. Поперечний перетин струмознімального елемента з пакета чергуючихся пластин різних матеріалів наведено на рис. 1.

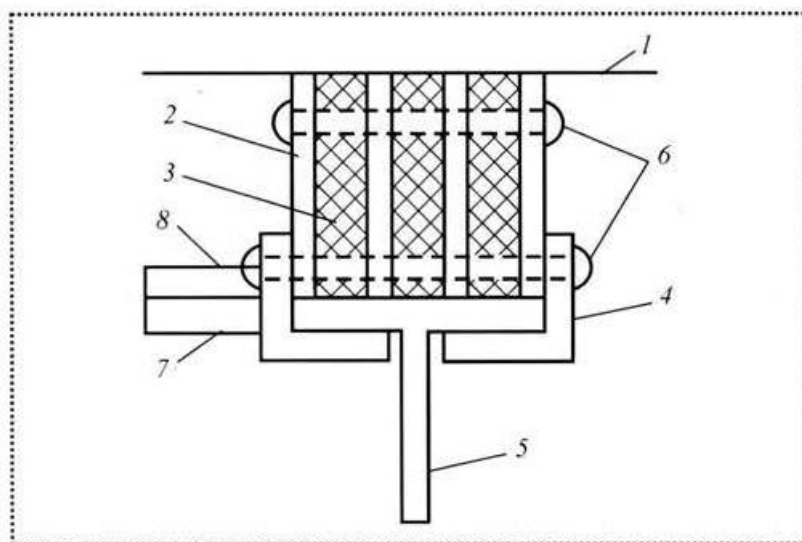


Рис. 1 – Поперечний перетин струмознімального елемента з пакета чергуючихся пластин різних матеріалів:

- 1 – контактний дріт; 2 – порошкова металева пластина;*
- 3 – графітова пластина; 4 – накладка з кольорового металу;*
- 5 – Т-образний профіль корпусу полоза; 6 – шпилька з міді;*
- 7 – кронштейн; 8 – вуглецева пластина*

Висновок. В результаті проведеного аналізу укладаємо, що застосування контактних пластин в струмоприймачах, виконаних з використанням вуглецевих матеріалів та порошкових на металевій основі істотно зменшує знос контактних пластин і контактного проводу на електрорушійному складі залізниці.

Л і т е р а т у р а

1. Колесов С.М. Матеріали та взаємодія контактної підвіски і струмоприймача / С.М. Колесов, І.С. Колесов. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2006. – 284 с.
2. Берент В.Я. Совершенствование токоъемных элементов на углеродной основе полозов токоприемников электроподвижного состава/Берент В.Я ., Гнездилов С.Д.// Трение и смазка в машинах и механизмах.—2008.—№8.—С.9—16.
3. Берент В.Я. Материалы и свойства электрических контактов в устройствах железнодорожного транспорта. М.: " Интект", 2005. С. 406.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТОРІВ ДО СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Данак О.Ю. – гр. 2ЕМ, магістр, danak642@gmail.com
Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є підвищення надійності тягових електричних контакторів (ТЕК) за рахунок обліку струму термічної стійкості контактора, який за потрібний час повинен бути більше, ніж максимальне значення струму раптового короткого замикання (КЗ).

Досвід показує, що в експлуатації досить часті випадки, коли після проходження струмів КЗ через контакти ТЕК ці контакти, а нерідко й увесь контактор приходять у стан, при якому їх подальша експлуатація неможлива по причині плавлення контактів. Але згідно [1, 2] захист від перевантажувань КЗ повинен унеможливити додаткові ушкодження електроустаткування у разі будь-яких електричних аварій. Це є підставою для висловлення гіпотези про те, що при виборі контакторів для певних електричних кіл рушійних сил не в повній мірі проводиться оцінка стійкості ТЕК до крізних КЗ у цих колах, тобто забезпеченню того, що електродинамічні сили і термічні навантаження, які виникають при струмах КЗ, не повинні викликати залишкових явищ у контакторах. Тобто при виборі контакторів, особливо для силових кіл рухомого складу, потрібно враховувати здібність їх контактів витримувати короткочасну

теплову дію струму КЗ без пошкоджень контактора. Ця здібність контактора називається термічною стійкістю апарата. Значення струму термічної стійкості залежить від тривалості його проходження через контакти.

Термічна стійкість контактора характеризується номінальним струмом термічної стійкості при певному номінальному часі термічної стійкості.

Інколи струм термічної стійкості апарата характеризують добутком $I_{TC}^2 \cdot t_{TC}$, де I_{TC} та t_{TC} – відповідно струм та час термічної стійкості. Струм термічної стійкості при побудові схем захисту електричних силових кіл необхідно мати на увазі, як при електромагнітних так й при пневматичних контакторах, що застосовуються у цих колах. Недостатня оцінка стійкості ТЕК до струмів КЗ знижує надійність контакторів в експлуатації.

Вирішальним фактором при визначенні теплових процесів у контакті при проходженні через нього струму є співвідношення між енергією втрат у контактному з'єднанні A_B і енергією A_{TP} теплорозсіювання, яка віддається за той же час у навколишнє середовище. Основним показником якості контактного з'єднання є спад напруги на ньому $\Delta U_k = I \cdot r_k$, де I – струм через контакти, r_k – опір контактів [3]. Залежність спаду напруги на контактному переході наведено на рис. 1.

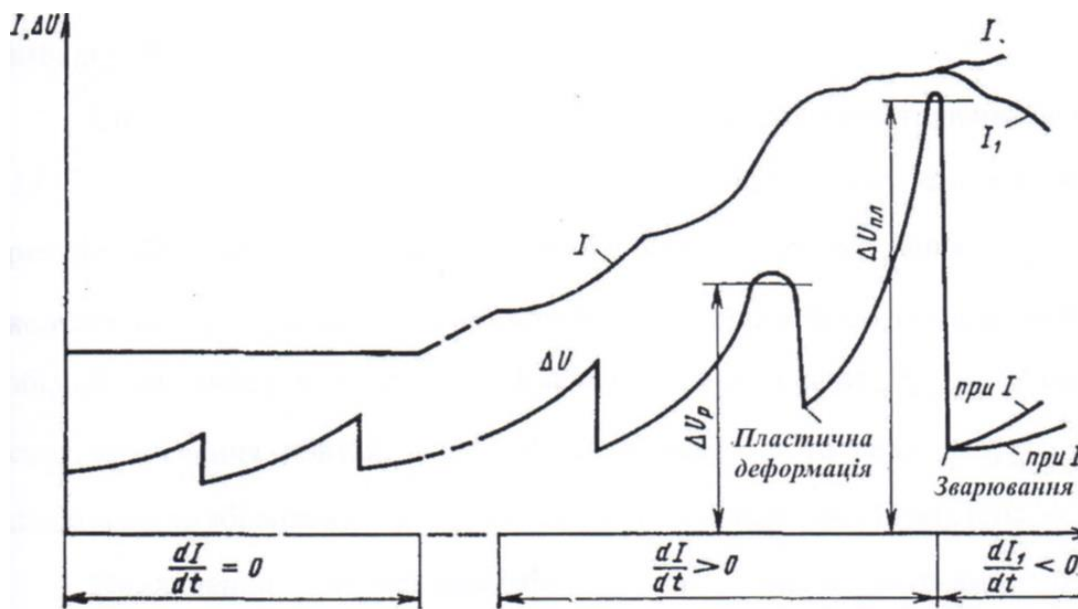


Рис.1 – Залежність спаду напруги на контактному переході

Якщо через контакти проходять номінальні струми, або менші, то вони не впливають негативно на стан контактів. Струми більші за номінальні можуть в залежності від їх значення викликати плавлення, а можливо й зварювання контактів.

При усталеному струмі $\frac{dI}{dt} = 0$, і в кінцевому результаті наступає баланс між енергіями A_B та A_{TP} . Характер $\Delta U_k = f(t)$ при $I = const$, тобто при $\frac{dI}{dt} = 0$ пояснюється тим, що навіть при сталому значенні струму опір перехідного контакту r_K не залишається сталим. Підвищення температури контакту викликає збільшення поверхневої плівки, що підвищує r_K . Це приводить до збільшення r_K при даному струмі. В якісь нерегульовані моменти часу зростаюча величина ΔU_k , а разом з нею й r_K миттєво знижуються до вихідного, або близького до нього значення. В подальшому процес розвивається у тій же послідовності. При зростанні струму, що має місце в режимі КЗ, $\frac{dI}{dt} > 0$. У цьому випадку $A_B - A_{TP} = \Delta A$.

Коли ΔU_k досягне значення ΔU_p – спад напруги, при якому виникає явище розм'якшення матеріалу контактів (починається структурна зміна поверхневого шару контактних деталей). При певному значенні незбалансованої енергії ΔA може з'явитися значна пластична деформація контактних поверхонь, у результаті чого значно зростає сумарна площа контактних плям, майже миттєво зменшується контактний опір і спад напруги ΔU_k . Якщо струм далі не зростає, то пластична деформація фіксується, спотворюючи поверхню контакту. Подальше зростання струму приводить також до збільшення спаду напруги у контактному переході. При досягненні їм значення $\Delta U_{пл}$ виділяється надлишкова енергія ΔA , яка достатня для розплавлення поверхневого шару контактів. Розплавлення в зоні контактних плям викликає різке зменшення спаду напруги, так як зменшується опір. Різко знижується також енергія ΔA . При досягненні спадом напруги значення $\Delta U_{зв}$ (напруга зварювання) оплавлена зона охолоджується настільки, що контакти зварюються. Процес зварювання підсилюється при зниженні струму у колі (крива I_1).

Схильність до міцного з'єднання зваркою тим більша, чим менше різниця між $\Delta U_{пл}$ та $\Delta U_{зв}$, де $\Delta U_{пл}$ – спад напруги на перехідному опорі контакту, при якому виникає явище плавлення матеріалу контактів; $\Delta U_{зв}$ – спад напруги на перехідному опорі контакту, при якому контакти зварюються.

Для кількісної оцінки процесів, показаних на рисунку вище, запропонований метод визначення мінімального струму I_d , який не викликає розм'якшення матеріалу контактів (на рисунку цей струм відповідає ΔU_p), та мінімального струму $I_{пл}$, який не викликає плавлення матеріалу контактів (на рисунку цей струм відповідає $\Delta U_{пл}$). Для вибору типу контактора для певного електричного кола РС з урахуванням умови $I_{ТС} > I_{пл}$ потрібно в технічних характеристиках контактора вказувати й значення його $I_{ТС}$, що у теперішній час

не прийнято. I_{TC} повинен перевищувати $I_{пл}$ не менше ніж на 20% з метою підвищення імовірності того, що плавлення контактів не відбудеться. Час термічної стійкості контактора повинен бути більше сумарного часу власного спрацьовування апаратів схеми захисту

Висновок. Урахування струму термічної стійкості контактора при виборі ТЕК значно підвищує його надійність при виникненні струмів КЗ.

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ 2773–94. Апарати електричні тягові. Загальні технічні умови. Держстандарт України. – К.: 1996. – 77 с.
2. Дубинець Л. В. Тягові електричні апарати контактні / Л. В. Дубинець, В. Т. Вислогузов. – Д.: Нова ідеологія, 2002. – 104 с.
3. Чунихин А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ В РЕЖИМІ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

Ковалюк О.О. – гр. ЗЕМ, superknight8456@gmail.com

Гулак С.О. – ст. викладач, goolak@rambler.ru

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є розробка методів та заходів спрямованих на підвищення експлуатації електровозів змінного струму в режимі рекуперативного гальмування.

В структурі електроспоживання залізниць основну частину (77,9%) становить витрата енергії на тягу поїздів. Сьогодні всі електровози змінного струму з колекторними електродвигунами, що експлуатуються в ПАТ «Укрзалізниця» мають невисокий рівень енергетичних показників в режимах тяги і рекуперативного гальмування і характеризуються в зв'язку з цим значним споживанням електроенергії. Тому в «Енергетичній стратегії розвитку «Укрзалізниця» на перспективу до 2030 року» пріоритетними завданнями стали розробка і впровадження досконаліших енерго- і ресурсозберігаючих технологій [1].

На залізницях України, електрифікованих на змінному струмі, експлуатуються електровози, обладнані напівпровідниковими

перетворювачами для живлення тягових двигунів, в тому числі близько 15% випрямно-інверторними перетворювачами (ВІП) з зонно-фазовим регулюванням. Одним з перспективних напрямків для підвищення енергетичних показників електровозів з ВІП є підвищення коефіцієнта потужності в режимі рекуперативного гальмування, який є низьким і становить 0,45-0,65, що на 25-30% нижче, ніж в тяговому режимі $K_M = 0,84$ [2].

Іншою важливою задачею є зниження експлуатаційних витрат. Однією з основних статей витрат є витрати на підготовку піску, який використовується для підвищення зчеплення колеса з рейкою і усунення буксування в режимі тяги і юзу при рекуперативному гальмуванні

Пропонований спосіб полягає в тому, що, змінюючи величину опору ВБР в певний момент часу щодо переходу мережевої напруги через нуль, змінюємо форму струму первинної обмотки і тим самим збільшуємо коефіцієнт потужності [3].

Таке рішення, спрямоване на підвищення енергетичних показників електровозів змінного струму в режимі рекуперативного гальмування і зниження витрати піску.

Висновки.

Аналіз електромагнітних процесів дозволяє зробити висновок про те, що пропонований спосіб шунтування ВБР приводить до наступних результатів:

- підвищенню енергетичних показників електровозів змінного струму в режимі рекуперативного гальмування (підвищення генерації активної потужності в тягову мережу, орієнтовно на 5%);
- зниження генерації реактивної потужності в режимі рекуперативного гальмування приблизно на 18%;
- зниження пульсації струму якоря на 30%;
- збільшення максимального використання гальмівної сили по зчепленню колісних пар електровоза.

Література

1. «Стратегічний план розвитку залізничного транспорту України на період 2015–2020 рр.» від 21 грудня 2015 № 547.
2. Власьевский С.В., Кравчук В.В. Эффективность и проблемы применения рекуперативного торможения на электровозах переменного тока // Вестник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института электровозостроения. Новочеркасск: Изд-во ВЭЛНИИ. 2005. № 2 (49). С. 147–149.
3. Способ повышения тягово-энергетических характеристик электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения / С.Г. Шрамко, О.В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ

Ковтун Є.О. – гр. ЗЕМ, zeka1048@gmail.com

Гулак С.О. – ст. викладач, goolak@rambler.ru

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є розробка вимог та заходів щодо підвищення енергетичної ефективності електровозів з асинхронними тяговими двигунами.

Проблема недостатнього використання доступної потужності локомотива при легкому профілі колії і невеликій швидкості руху для неповновагих і порожніх складів неодноразово піднімалася у зв'язку з вантажними перевезеннями [1-4]. Багато ділянок залізниць характеризуються нерівномірністю вантажопотоків в парному і непарному напрямках, особливо в місцях зародження вантажів з енергетичним, рудних і т. п. сировиною.

Лише 4-5% тривалості тягового режиму реалізується з потужністю, близькою до номінальної, 70-75% - з навантаженнями 0,5-0,8 номінальної, решту часу використання сили тяги і потужності локомотивів не перевищує 0,5 номінальних значень.

Таким чином, все зростаюча потужність багатосекційних локомотивів підсилює проблему її повної реалізації в експлуатації, а отже, і проблему підвищення експлуатаційного ККД електричної тяги.

Діапазон зміни ККД в режимі тяги охоплює значення від 0,3 до 0,875. Чисельні значення ККД функціонально залежать від значень дотичній сили тяги F_k , швидкості руху V і потужності P , яка реалізується на ободах рушійних коліс, яка дорівнює добутку сили тяги на швидкість. Зі збільшенням сили тяги, швидкості і потужності підвищується ефективність перетворення енергії. Оптимальним по ККД є використання потужності в діапазоні від $0.6 \cdot P$ до P тривалого режиму роботи локомотива.

Було встановлено, що одним із способів підвищення енергетичної ефективності є часткове відключення тягових візків (або секцій) електровоза в періоди роботи з явним недовикористанням його сили тяги і потужності.

Ідея відключати частину тягових двигунів втілювалася в системі оптимального регулювання потужності локомотива [5]. Посекційне регулювання застосовувалося на електровозах ВЛ80С, які працюють за системою багатьох одиниць, і інших. Потужність регулювалася за рахунок оперативного відключення/включення тягових електродвигунів (ТЕД) по групах.

Машиністу під час руху доводилося вручну відключати або підключати групи тягових двигунів, підбираючи потужність локомотива під вагу поїзда, профіль колії і заданий режим руху. Регулювання числа тягових двигунів було повністю покладено на машиніста. Економія електричної енергії при цьому складала 15-20%.

Висновки.

Основні вимоги до процесу відключення/включення тягових двигунів з метою підвищення їх ефективності наступні:

- 1) має забезпечуватися вирівнювання ресурсу всіх ТЕД локомотива;
- 2) не допускається перегрів ТЕД, температура двигунів повинна залишатися в певному діапазоні;
- 3) не допускається зрив КП в боксування при зростанні навантаження на працюючі ТЕД;
- 4) не допускається виникнення додаткових поздовжньо-динамічних навантажень (плавну зміну потужності працюючих ТЕД при перемиканні).

Л і т е р а т у р а

1. Крыгин А. Н. Способы повышения эксплуатационной энергетической эффективности магистральных электровозов переменного тока: автореф. дисс. ... канд. техн. наук/А. Н. Крыгин. – Омск: ОмГУПС, 1998. – 22 с.
2. Мурзин Д. В. Пути и средства расширения функциональных возможностей и повышения эффективности эксплуатируемых магистральных электровозов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Д. В. Мурзин. – Омск: ОмГУПС, 2000. – 21 с.
3. Сорокин С. В. Повышение экономичности многосекционных электровозов переменного тока при вождении грузовых поездов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / С. В. Сорокин. – М. : МИИТ, 1991. – 24 с.
4. Фадеев С. В. Повышение экономичности электровозов переменного тока за счет применения новых электронных систем управления: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / С. В. Фадеев. – М. : МИИТ, 2003. – 24 с.
5. Пыров А. Е. Современные системы управления электровозами / А. Е. Пыров // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 2. – С. 64–66.

УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПОКРАЩЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМИ «КОЛЕСО–РЕЙКА»

Малюк С.В. – асистент, serj181@meta.ua

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є аналіз та узагальнення існуючих методів зменшення зносу поверхні кочення та гребнів колісних пар, а також оцінка покращення взаємодії системи «колесо–рейка» при застосуванні цих методів при русі рухомого складу в кривих ділянках колії.

Колісні пари серійної конструкції з жорсткою посадкою коліс на вісь мають ряд недоліків, що призводять до інтенсивного зносу коліс і рейок.

Умови взаємодії в системі «колесо – рейка» істотно впливають на терміни служби, організацію утримання основних пристроїв колії та рухомого складу, та на основні складові експлуатаційних витрат залізниць. При вирішенні проблеми забезпечення сталої взаємодії в системі «колесо – рейка» в кривих ділянках колії і, як наслідок, зменшення зносу поверхонь кочення, гребнів колісних пар і рейок [1], можливі наступні основні напрямки: лубрикація, управління рухом екіпажів в рейкової колії (радіальна установка осі колісних пар) , забезпечення можливості незалежного обертання коліс відносно один одного у однієї колісної пари.

1. Лубрикація зони контакту колеса і рейки

В даний час технологія нанесення змащуючого матеріалу в зону контакту пари «колесо – рейка» в кривих ділянках колії передбачається трьома напрямками [2]: застосуванням пересувних рейкозмащувачів, стаціонарних колійних лубрикаторів і індивідуальних гребнезмащувачів.

Для обробки мастильними композиціями бічних поверхонь зовнішньої рейки в кривих ділянках колії для захисту всіх набігаючих на рейки коліс рухомого складу, застосовувалися рейкозмащувачі у вигляді локомотивів і дрезин, обладнаних рейкозмащуючими установками. Але використання локомотивів і дрезин виявилось не зовсім доцільним, так як велика кількість тягового рухомого складу була використана для змащування рейок у кривих ділянках колії. Тому виникла необхідність розробки нових багатофункціональних пересувних рейкозмащувачів (вагонів–рейкозмащувачів ВРЗ), здатних наносити мастило на рейки в складі вантажних або пасажирських поїздів на ділянках з високою інтенсивністю руху [3]. Вагони–рейкозмащувачі (ВРЗ) переобладнані на базі різних типів вагонів і укомплектовані рейкозмащуючими установками.

Для захисту стрілочних переводів і кривих ділянок колії на мережі залізниць встановлюють напольні колійні лубрикатори, які розміщені в горловинах станції перед стрілочними переводами, а також на головних коліях в кругових кривих.

2. Радіальна установка колісних пар рамі візка

Проблема забезпечення оптимальної взаємодії також вирішується шляхом створення умов, що виключають перекіс колісних пар в кривих ділянках колії на основі застосування спеціальних конструктивних рішень для управління колісними парами [4]. Суть пристрою керованого вписування полягає в примусовій установці осей колісних пар екіпажів в радіальне положення при проходженні кривих. Тим самим забезпечуються оптимальні умови силової взаємодії коліс з рейками. У літературі конструкції таких візків поділяють на три типи [5]: візки із самостійною установкою колісних пар, візки з напівпримусовою установкою колісних пар, візки з примусовою установкою колісних пар.

Візки із самостійною установкою колісних пар визнані неефективними внаслідок незадовільних результатів при проведенні експериментів на прямих ділянках шляху – збільшення зносу рейок і підвищеної витрати палива на тягу поїздів.

Кращі показники по зниженню інтенсивності зносу гребенів коліс в кривих мають візки з напівпримусовою установкою осей колісних пар. Однак спроби зниження зносу гребенів коліс в кривих за рахунок пасивних механізмів радіальної установки колісних пар на залізницях Європи були неуспішні [6]. Максимальний ефект щодо зниження інтенсивності зносу гребенів коліс в кривих можливий у візків з керованими механізмами радіальної установки колісних пар. При цьому використання серійних колісних пар з пристроями примусового повороту для радіальної установки не можна вважати універсальним засобом для зниження зносу в системі «колесо – рейка», так як є певна складність реалізації даних пристроїв.

3. Колісні пари рухомого складу із незалежним обертанням коліс

З точки зору поліпшення кінематики системи «екіпаж – шлях», слід забезпечити мінімалізацію поздовжніх лінійних швидкостей ковзання по колу кочення коліс, зменшити кут набігання їх на рейку і знизити обертання коліс навколо нормалі до контакту. Також необхідно збільшити довжину хвилі звивистої траєкторії руху колісних пар на прямих ділянках колії і забезпечити її радіальну установку в кривих [7]. Виконання вимог, що пред'являються при бездоганному збереженні наявних розбігів і зазорів між рейками і колісною парою рівнозначно усунення нерівності діаметрів коліс по колу катання за рахунок внесення в конструкцію додаткових елементів, що дозволяють

компенсувати різницю окружних швидкостей через відхилення цих діаметрів при вилянні.

В основі вищенаведеного ідея про те, що забезпечуючи можливість коліс однієї колісної пари обертатися з різними кутовими швидкостями, можна отримати режими чистого кочення кожного колеса з мінімальним зносом. При цьому слід зазначити, що спроби створення рухомого складу, що використовує цю ідею, закінчилися невдачами. Знос поверхні кочення і гребенів колісних пар з незалежний обертанням коліс був значно вище, ніж у колісних пар типової конструкції.

Незважаючи на те, що у колісних пар з вільними колесами сили опору руху по рейках істотно нижче, ніж у типових колісних пар з жорсткою посадкою коліс на осі, знос більше за рахунок збільшення часу негативного впливу (втрати направляючої дії рейкової колії), гребені бандажів постійно контактують з головками рейок.

Висновок. В результаті проведення аналізу конструктивних рішень по зменшенню зносу системи «колесо–рейка» та покращенню її контакту, слід зазначити, що було запропоновано немало різних технічних рішень. Деякі з них використовуються і по сьогодні, деякі залишилися на рівні експерименту. Всі вони мають ряд переваг і недоліків. Даний матеріал може полегшити роботу науковців, що працюють в цьому напрямку для знаходження нових технічних рішень для вирішення цієї проблеми.

Л і т е р а т у р а

1. Ромен Ю.С. Состояние ходовых частей подвижного состава и износы в системе колесо–рельс [Текст] / Ю.С. Ромен, А.М. Орлова, В.С. Лесничий // Подборка 2011 «Колесо–рельс».

2. Анализ результатов использования технических средств лубрикации и износа элементов системы «Колесо–рельс» на железных дорогах за 6 месяцев 2009 г. [Текст]: утв. Департаментом технической политики ОАО «РЖД». – М., 2009.

3. Бокач, Г.В. Перспективы развития вагонной технологии лубрикации рельсов [Текст] / Г.В. Бокач, Ю.М. Бердников // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 42–44.

4. Нові візки вагонів [Текст] // Залізниця світу. – 1994. – № 3. – С. 3–9.

5. Kobayashi, H. The new bogies for diesel–trans Japan railways [Text] / H. Kobayashi // Quarterly Report of RTRI. – 2000. – № 1. – P. 16–20.

6. Upadhyay, R. Reduced wear wheels and rails [Text] // R. Upadhyay // International Railway Journal. – 2000. – № 7. – P. 33–34.

7. Голубенко А.Л. Зчеплення колеса з рейкою [Текст]: монографія / А.Л. Голубенко. – Київ : Викон, 1993. – 448 с. – ISBN 5–8238–0158–0.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ВУЗЛАХ ТЕРТЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ФРИКЦІЙНОГО ТА АНТИФРИКЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Морнева М.О. – к.т.н., доц., morneva@gmail.com
Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля

Метою роботи є підвищення ефективності роботи фрикційних систем залізничного рухомого складу в результаті розробки науково–обґрунтованих положень регулювання процесів тертя і зчеплення на основі застосування поліфазних модифікаторів тертя з підвищеним ресурсом змазування.

Дослідження умов найповнішої реалізації сили зчеплення коліс з рейками і заходів, що забезпечують ці умови, має значний практичний інтерес, так як техніко–економічна ефективність локомотива багато в чому визначається зчіпними можливостями тягових поверхонь колеса і рейки.

Одним з аспектів цієї проблеми є взаємодія рухомого складу (РС) і колії.

Колісні пари РС є одними з найбільш навантажених і відповідальних елементів ходової частини екіпажу. Вони виконують функції передачі сили тяги, спирання та напрямки РС при русі по рейковому шляху, а також забезпечення необхідного рівня прискорення при розгоні і уповільнення при гальмуванні. Всі ці перераховані вище функції реалізуються в зоні комбінованого фрикційного–антифрикційного контакту колеса з рейкою і справляють істотний вплив як на роботу всього локомотива, так і на безпеку руху в цілому. У зв'язку з цим одним з найважливіших завдань є збільшення ресурсу роботи колісних пар РС.

В даний час практично немає зрушень у бік збільшення ресурсу бандажів колісних пар, незважаючи на те, що спостерігається зниження інтенсивності зношування гребенів колісних пар магістральних локомотивів за рахунок проведення комплексу заходів по програмі "Колесо–рейка". Це пов'язано з рядом причин, в тому числі і з неефективністю застосовуваних технологій гребне– і рейко–змазування. Крім того, всебічне вивчення різних аспектів технологічного методу, що має більш ніж столітню історію застосування піску з метою підвищення зчеплення колеса з рейкою показало, що на сьогоднішній день не існує як єдиної точки зору на механізм тертя і зчеплення при наявності твердих частинок (в тому числі і піску) в зоні контакту колеса і рейки, так і відповідає сучасному рівню експлуатації локомотивів технології регулювання процесу зчеплення.

З огляду на вищесказане, актуальною проблемою є збільшення ресурсу схильних до інтенсивного зношування фрикційних систем РС, а також

регулювання процесів тертя і зчеплення в системі колесо–рейка. Очевидно, що рішення цих проблем має ґрунтуватися на впровадженні наукомістких технологій. Так, одним із способів підвищення експлуатаційної ефективності фрикційних систем РС є регулювання та оптимізація характеристик фрикційного контакту за рахунок використання модифікаторів тертя з підвищеним ресурсом змазування.

Незважаючи на численні дослідження, що проводяться в цій області, у фахівців немає єдиної думки про те, які види мастильних матеріалів, системи мастила, технологічні способи змащування найбільш ефективно використовувати в тих чи інших умовах експлуатації рухомого складу.

Висновок. Серйозною науковою проблемою є розробка науково–обґрунтованих положень підвищення експлуатаційної ефективності фрикційних систем залізничного РС шляхом застосування матеріалів підвищеного ресурсу мастильної дії.

Л і т е р а т у р а

1. Системи діагностування рухомого складу [Текст]: навч. посіб. / Горбунов М. І. [та ін.]; Східноукр. нац. ун–т ім. Володимира Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2018. – 231 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПРЯМНОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОВОЗУ

Халепчук Д.С. – гр. 2ЕМ, магістр, halepchuk@gmail.com

Снівак О.М. – к.т.н., доц., alexspsi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Метою роботи є підвищення коефіцієнта потужності в електровозах серії ВЛ80^{Т,К} заміною некерованих випрямних установок керованими.

Підвищити коефіцієнт потужності в електровозах серії ВЛ80^{Т,К} можна різними способами:

- 1) застосуванням випрямної установки з 4qS – перетворювачем;
- 2) заміною некерованої випрямної установки на керовану (аналог випрямної установки, що використовується на електровозах серії ВЛ–85 або ВЛ80^Р) із застосуванням секторного регулювання напруги;
- 3) регулюванням напруги двигуна постійного струму шляхом підведення до нього імпульсів напруги окремими напівхвилями з регульованою паузою між ними;

4) заміною некерованої випрямної установки на керовану з новим методом організації комутації тиристорів випрямно – інверторних перетворювачів (ВІП) [1, 2].

Кожний з перелічених методів володіє перевагами і недоліками з точки зору технічних і економічних факторів.

Для електрорухомого складу змінного струму перспективним є застосування у складі електрорухомого складу активних чотирьохквартантних перетворювачів (4qS) з широтно–імпульсним законом регулювання, так як при такій організації випрямної установки $\cos \varphi$ тягового приводу має найбільше значення (наближається до 1) і в такій випрямній установці найбільш простіше організована система керування [3].

В загальному випадку структурна схема випрямної установки виглядає наступним чином (рис. 1). Напряга живлення, що поступає з контактної мережі на первинну обмотку тягового трансформатора, перетворюється в понижену напругу змінного струму та надходить до вентилів випрямної обмотки, де перетворюється в постійну напругу пульсуючого струму. Фільтр виконує згладжування пульсуючого струму, після чого напруга подається на тягові двигуни.

Схема керування забезпечує відкривання та закривання вентилів випрямної установки відповідно до вибраного закону регулювання. Система захисту та діагностики виявляє аварійні режими в ланцюгах тягового приводу, вмикається при збільшенні тягового струму вище допустимих меж, забезпечує шляхи протікання надлишкового струму та корегує роботу системи керування.

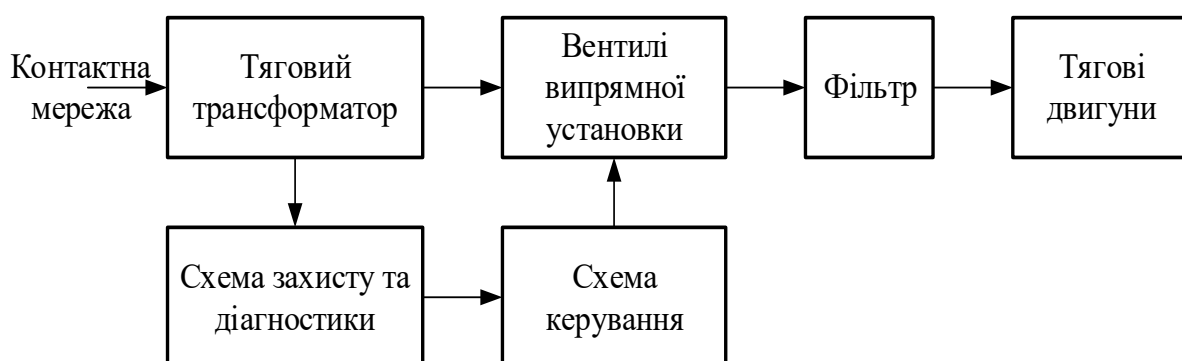


Рис. 1 – Структурна схема керованої випрямної установки

В якості вентилів випрямної установки доцільним буде вибір IGBT–модулів.

Силова частина випрямної установки зображена на рис. 2.

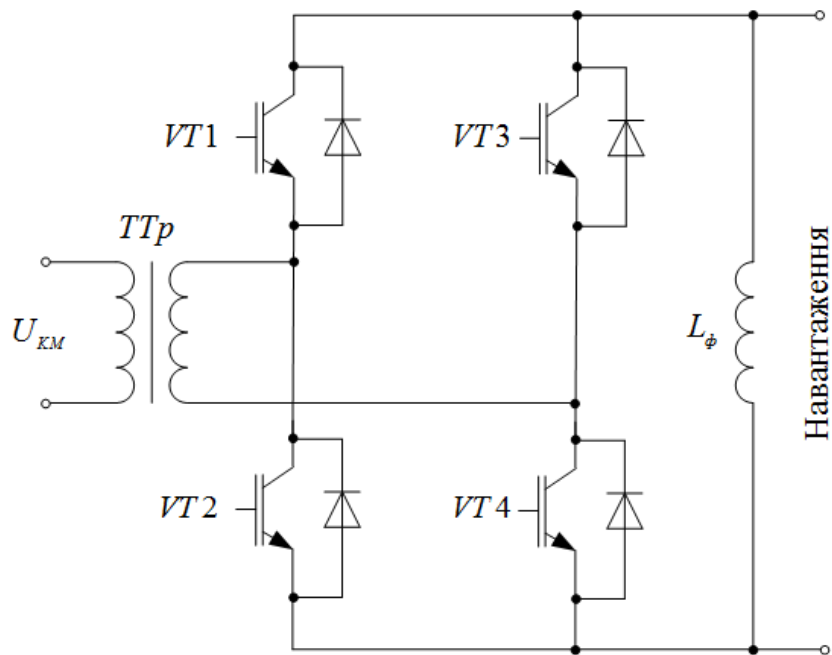


Рис. 2 – Силова частина керованої випрямної установки

В якості системи керування рекомендована багатоканальна, яка володіє високою швидкодією і якістю стабілізації напруги в навантаженні, широким діапазоном регулювання.

Висновок. Проведений аналіз показав переваги впровадження випрямних установок з різними схемами керування, що застосовуються на сучасному електрорухомому складі, над некерованими випрямними установками. Серед переваг – значне підвищення коефіцієнта потужності, серед недоліків – достатньо висока вартість випрямної установки та значні кошти на модернізацію.

Л і т е р а т у р а

1. Статичні перетворювачі тягового рухомого складу: навч. посібник / Ю. П. Гончаров [та ін]. – Харків: НТУ "ХПІ", 2007. – 192 с.
2. Тихменев Б.Н. Электровозы переменного тока с тиристорными преобразователями /Б.Н. Тихменев, В.А. Кучумов.–М.:Транспорт, 1988.–312 с.
3. Яговкин Д.А. Новый выпрямительно–инверторный преобразователь для тягового подвижного состава переменного тока с повышенными энергетическими характеристиками в режиме тяги /Д.А. Яговкин, О.В. Мельниченко, А.Ю. Портной, С.Г. Шрамко // Наука и техника транспорта.–2014.–№3.–С.46–51.

АВТОМОБІЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Петрук С.С. – викладач військової кафедри
Вінницький національний технічний університет

Мета роботи: В Збройних Силах України автомобільна техніка залишається основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, застосовується у всіх елементах порядків, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом і визначає бойову готовність військових частин та з'єднань. Військова автомобільна техніка широко застосовується у всіх локальних війнах і збройних конфліктах, миротворчій діяльності військ та при виконанні завдань повсякденної діяльності.

Автотехнічне забезпечення є складовою частиною технічного забезпечення і має виключно важливе значення для підтримки боєздатності Збройних Сил України.

Під *автотехнічним забезпеченням* розуміється комплекс заходів із оснащення військових частин автомобільною технікою (АТ) і автомобільним майном (АМ), підтримання автомобільної техніки у стані, який забезпечує постійну бойову готовність військ.

Система автотехнічного забезпечення – це сукупність органів управління військових частин і установ автомобільної служби (ремонтних, евакуаційних органів, органів забезпечення, навчальних та науково–випробувальних) від центру до підрозділу, які об'єднані єдиними цілями і діють на основі спільних принципів.

Основи автотехнічного забезпечення включають:

- основи організації укомплектування АТ;
- основи організації експлуатації АТ;
- основи організації технічної розвідки;
- основи організації евакуації;
- основи організації ремонту;
- основи організації забезпечення АМ;
- основи організації управління АвТЗ.

Основними принципами автотехнічного забезпечення є:

- забезпечення військ (сил) матеріальними засобами;

- зосередження зусиль на забезпеченні військ (сил), які виконують головні завдання на найважливіших напрямках;
- першочергове відновлення АТ, які вимагають найменшого обсягу робіт і в найбільшій мірі забезпечують бойову готовність;
- гнучкий маневр силами і засобами АвТЗ, своєчасне нарощування їх зусиль.

Головними заходами АвТЗ при підготовці до бою (маршу) є:

- доукомплектування частин і підрозділів АТ;
- підготовка АТ до використання за призначенням;
- завершення відновлення АТ;
- створення необхідних запасів АМ;
- підготовка сил і засобів АвТЗ до виконання поставленого завдання;
- технічна і спеціальна підготовка особового складу;
- організація захисту, охорони та оборони сил і засобів АвТЗ та АТ, що відновлюється;
- організація управління АвТЗ.

Головними заходами АвТЗ в ході бою (маршу) є:

- доукомплектування частин і підрозділів АТ;
- технічне обслуговування АТ;
- відновлення АТ, що вийшла з ладу;
- поповнення витрат і втрат АМ;
- організація захисту, охорони та оборони сил і засобів АвТЗ та АТ, що відновлюється;
- організація управління АвТЗ.

Л і т е р а т у р а

1. Закон України “Про охорону праці”
2. Закон України “Про пожежну безпеку”
3. Закон України "Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей"
4. Закон України “Про дорожній рух”.
5. Закон України “Про військову службу правопорядку у Збройних Силах України”, від 28.12.2015 №3099/111 (зі змінами).
6. Настанова з автомобільної служби.
7. Наказ Міністра оборони України від 2002 р. №219 “Про затвердження Керівництва з експлуатації автомобільної техніки в Україні”.
8. Наказ Міністра оборони України від 01.11.2002 р. №310 “Про затвердження Керівництва щодо визначення річних норм витрати моторесурсів автомобільної техніки у Збройних Силах України на мирний час”.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ГОЛОВНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Шевченко Р.Б. – гр. 1АТ–18мс, бакалавр, roma.shevchenko1997@gmail.com

Мороз Л.В. – викладач, morozlarisa764@gmail.com

Поляков А.П. – д.т.н., проф., farv@vntu.edu.ua

Вінницький національний технічний університет

Метою роботи є теоретичний огляд різновидів автомобільних фар, аналіз їх переваг та недоліків, прогнозування можливого подальшого розвитку даної індустрії і необхідності в цьому [1].

Оскільки автомобільний транспорт розвивається, виникає необхідність в інноваціях задля забезпечення конкурентоспроможності, ефективності та надійності.

Еволюція автомобільної фари

- **1910–ті: Ацетиленові пальники**

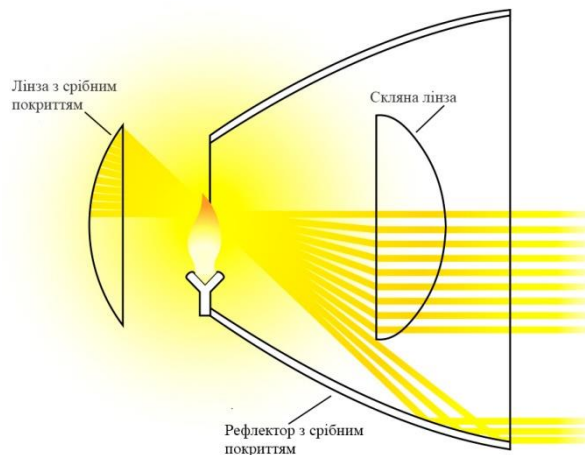


Рис. 1 – Ацетиленова лампа

У 1908 році Саллі Віндмюллер з компанії WMI придумав новий принцип роботи ацетиленових пальників (рисунок 1). Рефлектор і лінзи задали світла напрямком: пальник стала світити вперед, а не навколо. Завдяки цьому видимість зросла в 10 разів – до 300 метрів.

- **1920–ті: Електричні лампи**

З'явилася нова проблема: на дорогах стало значно більше учасників руху. Лампи розжарювання з вольфрамової ниткою винайшли ще в XIX столітті. Але для роботи їм був потрібний автономне джерело енергії, якого в автомобілях спочатку не було. Після винаходу генератора постійного струму в 1912 році, автомобілі отримали довгоочікуваний електричне світло (рисунок 2).



Рис. 2 – Електрична лампа

- **1960–ті: Розсіювач з полікарбонату**

Полікарбонат (рисунок 3) дозволив відмовитися від лінзи. Тепер світло фари розподіляв сам розсіювач. Його структура складалася з дрібних сот, кожна з яких могла задавати напрямок світлового променя. На відміну від лінзи розсіювач не зобов'язаний бути круглим, а значить стало можливим зробити фару будь-якої форми. Це розв'язало руки дизайнерам, і в 1961 році з конвеєра зійшов Ford Taunus з першими прямокутними фарами.

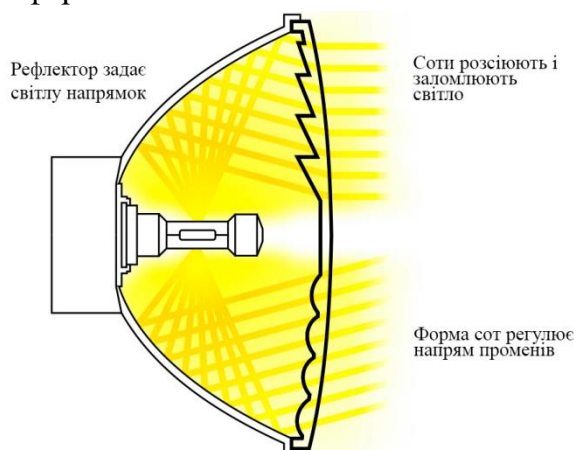


Рис. 3 – Розсіювач з полікарбонату

- **1970–ті: Галогенні лампи**

При нагріванні вольфрам швидко випаровувався з нитки розжарювання, і лампи приходили в непридатність. Міняти їх доводилося регулярно, і це приносило багато незручностей. Доводилося возити запасні і для заміни кожного разу розбирати фару.

Щоб уникнути швидкого випаровування вольфраму, лампи стали заповнювати галогенідами – газоподібними сполуками йоду або бромю (рисунок 4). Ресурс роботи збільшився вдвічі, знизилася тепловіддача, а потужність лампи зросла з 15 лм/Вт до 25 лм/Вт.

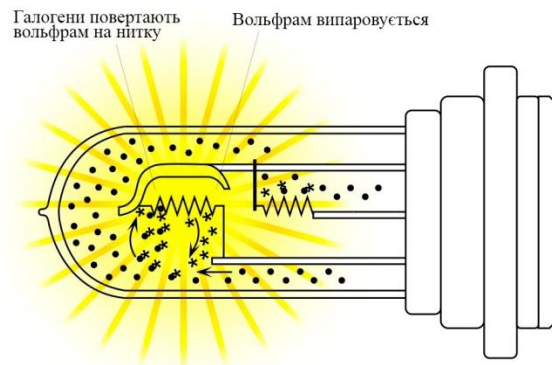


Рис. 4 – Галогенні лампи

● **1990–ті: Ксенон**

У нічний час концентрація уваги за кермом різко падає, тому водії нерідко засинають за кермом це створює аварійну. Виробники автосвітла намагалися вирішити цю проблему. Сконцентруватися на дорозі водіям допомогли ксенонові лампи (рисунок 5). Вони випромінюють світло в діапазоні близько 4000 К, це більше, ніж у ламп розжарювання – 2700 ... 3300 К, і значно ближче до денного світла – 3500 ... 5300 К.

Чим ближче освітлення до денного, тим менше у водія втомлюються очі і тим зібраніше, сконцентрувати і уважніше він себе почуває на дорозі.

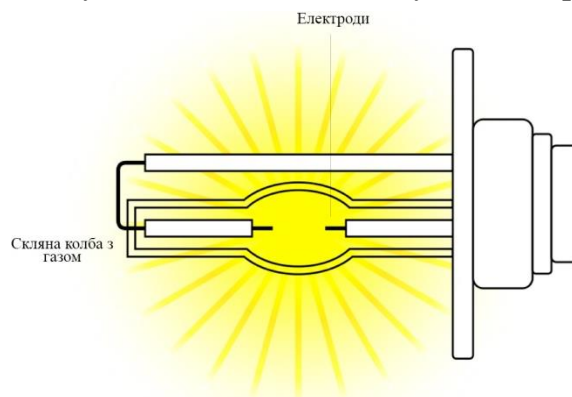


Рис. 5 – Ксенонові лампи

● **2000–і: Світлодіоди**

Ксенонові фари відмінно зарекомендували себе. Потужність світла зросла в рази, але конструкція залишилася складною. Стало зрозуміло, що потрібно щось настільки ж яскраве, але влаштоване простіше, більш енергоефективне і довговічне. У світлодіодних фар проста конструкція: для них не потрібні додаткові блоки, тому їх легше ставити і обслуговувати. Вони споживають помітно менше енергії, це знижує навантаження на бортову систему і, відповідно, витрата палива. Їхнє світло ще ближче до легкого денного, воно менше стомлює водія.

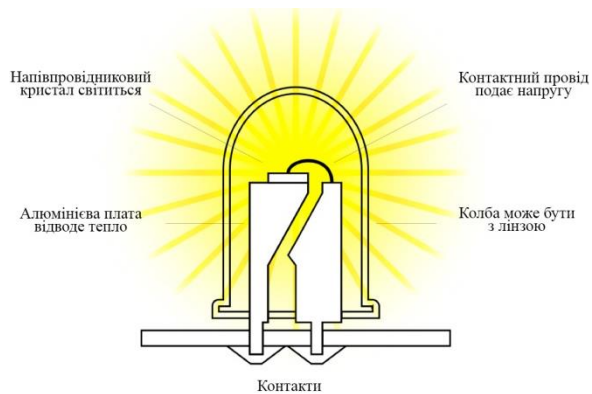


Рис. 6 – Світлодіодні лампи



Рис. 7 – Візуальне порівняння всіх етапів еволюції автомобільних фар

Сьогодні керування автомобілем – все в більшій мірі задоволення і все в меншій – праця. З'явилися автоматичні помічники: система гальмування, поворотні фари, паркувальний асистент. Нас чекає майбутнє, де автомобіль буде пересуватися на автопілоті. У цих умовах потрібна система освітлення, яка буде самостійно приймати рішення.

Висновок. В результаті проведеного аналізу було встановлено основні етапи еволюції автомобільного головного освітлення, розглянуто причини подальшого розвитку та удосконалення конструкції ламп та фар та зроблені прогнози щодо подальшого розвитку автомобільного освітлення.

Л і т е р а т у р а

1. Інтернет ресурс – <https://www.hella.com>.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

Шевченко Р.Б. – гр. 1АТ–18мс, бакалавр, roma.shevchenko1997@gmail.com

Поляков А.П. – д.т.н., проф., farv@vntu.edu.ua

Вінницький національний технічний університет

Метою роботи є огляд можливих шляхів для реалізації екологічного громадського транспорту, економічна доцільність цього, перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії за для реалізації концепції “zero emission” з замкнутою системою, тобто черпати енергію з відновлювальних джерел та подальше застосування її для потреб громадського транспорту, а саме електричних або водневих (паливні елементи) агрегатів які забезпечують рух електробусів, тролейбусів, трамваїв.

Розглянемо основні проблеми при переході на повністю екологічний громадський транспорт:

1. Великі інвестиції пов'язанні зі створенням абсолютно нової інфраструктури та (або) модернізації старої.
2. Великі території які будуть займати “зелені” електростанції.
3. Утилізація повністю деградованих акумуляторних батарей цих транспортних засобів. Оскільки по своїй природі літій, котрий використовується в сучасних батареях типу li-ion, токсичний для навколишнього середовища.
4. Створення уніфікованої системи технічного обслуговування та в перспективі, задля забезпечення економічності виробництва, уніфікувати агрегатні частини такі як електродвигун, li-ion батареї і зарядні пристрої.
5. Гостра потреба в розробці конкуруючих рішень в галузі зберігання енергії та забезпечення її щільності на рівні дизельного пального. Також не менш важливим є питання деградації батареї і кількість її циклів розряду і заряду. Потрібно знайти оптимальне рішення, яке б забезпечило оптимальний строк служби при низькій ціні, тобто не потрібно шукати максимально потужне рішення, якщо воно недоцільне з економічної точки зору.

Способи рішення деяких проблем:

Для забезпечення раціонального використання території під сонячні чи вітрові електростанції можна прибїгти до практики установки таких станцій на водних об'єктах, дахах (фабрик, ангарів, складів, ТРЦ, ринків– площа яких досить велика). Також надлишок енергії який не застосовується в даний момент часу потрібно накопичувати в локальних батарейних комплексах, та віддавати

енергію в систему під час пікових навантажень, наприклад в час пік – коли на маршрути виходить більше транспорту для покриття всього пасажиропотоку.

Оскільки сонячні та вітрові електростанції являють собою більш сезонні ніж постійні джерела енергії то раціонально було б накопичувати енергію не в батарейні комплекси, котрі мають властивість також деградувати, а конвертувати в газ методом електролізу води та отримання Водню. Такий спосіб, з втратами до 20% при електролізі та ще 2–5% при зворотному процесі дозволе нам довгостроково зберігати енергію до зміни сезону, наприклад в Зимку світловий день коротший, коли можна буде використовувати законсервовану енергію.

Водень також можна використовувати і напряду як паливо для паливних елементів, але для цього потрібна міцна інфраструктура заправок станцій та логістики по транспортуванню Водню між заправками.

Інвестиції можна і потрібно залучати різностороннім збором коштів: державними програмами фінансування в підтримку зеленої енергетики, тендерами, краундфандінговою кампанією, інвесторами та співпрацею з міжнародними корпораціями.

Залучення інвестицій забезпечується розробкою конкурентоспроможної системи громадсько транспорту. Для цього потрібно використовувати науковий підхід, створити іновацію, а не просто “винайти велосипед черговий раз”. Система повинна бути самодостатньою і можливою з практичної точки зору.

Головною проблемою є подальша утилізація токсичних li-ion батарей. Рішення доволі примітивне, відмовитися від даного види батарей в користь паливних елементів на Водню. Такі транспортні засоби будуть мати всі переваги електричних, але без шкідливих наслідків, а також як бонус швидку заправку, адже навіть в найкращих прогнозах час зарядки електробуса становив би 2–3 години від спеціалізованої зарядної станції. Це дозволить зменшити інтервал виходу транспортного засобу на маршрут, зменшивши час на дозаправку, що збільшить інтенсивність руху.

Висновок. Підбивши підсумки потрібно сказати що електричний громадський транспорт, це насамперед економічно в плані витрат на паливо–мастильні матеріали, вони безшумні (особливо корисно в нічний час). В плані експлуатаційних характеристик електричний транспорт в рази простіший від транспорту на ДВЗ. Але з іншої сторони матеріальні витрати на створення інфраструктури колосальні, і скоріш за все в найближчому майбутньому будуть не рентабельні та економічно недоцільними.

Л і т е р а т у р а

1. Малов А.Н. Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. – М.: Машиностроение, 1973. – 695с. + 598с.

Наукове видання

**ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ–КОНФЕРЕНЦІЯ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ:
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**

Матеріали Всеукраїнської науково–технічної інтернет–конференції

Відповідальний за випуск Губаревич О.В.
in_conference@ukr.net

Статті надруковано в авторській редакції.
Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації,
що наведена в роботах і залишає за собою право не погоджуватися
з думками авторів на розглянуті питання

Видавництво
Державного університету інфраструктури та технологій
Адреса університету: вул. Кирилівська, буд. 9, м. Київ, Україна