

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ "НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ"
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ДИЗАЙНУ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Михайла Остроградського
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

М А Т Е Р І А Л И

ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ
ОСВІТИ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»



18–19 листопада 2021 року
м. Ізмаїл-Київ

Зареєстровано в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної інформації (УкрІНТЕІ)» за № 871 від 22.10 2021р.

Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції м. Ізмаїл-Київ, 18–19 листопада 2021 р. Ізмаїл: вид-во Дунайського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №871 22.10.2021, 2021. 211 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті ДІВТ ДУІТ

Відповідальний секретар конференції:

Медведєва О.Ю. – к.філол.н., доцент, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті ДІВТ ДУІТ

Технічний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації КІВТ ДУІТ

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на науково-практичну III Всеукраїнську інтернет-конференцію здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», яка організована та проведена кафедрою судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій (м. Ізмаїл) спільно з Національним технічним університетом України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; Київським національним університетом будівництва і архітектури; Київським національним університетом технологій та дизайну; Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського; Миколаївським національним аграрним університетом; Національним авіаційним університетом, Східноукраїнським національним університетом імені Володимира Даля (м.Севєродонецьк, Луганська обл.), за підтримки Громадської Організації "Національна Академія Наук вищої освіти України" та Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання містить результати досліджень здобувачів вищої освіти, магістрантів, аспірантів та молодих вчених у наступних галузях знань: розвиток метрології та інформаційно-вимірювальних технологій; електромеханічні системи та автоматизація; електроніка та приладобудування; сучасне машинобудування; енергозбереження та ефективність у техніці; автоматизація та інтелектуалізація проектування технічних систем; морський, річковий, залізничний та автомобільний транспорт.

Матеріали подано в авторській редакції

© ДІВТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2021

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Брайковська Н.С. – к.т.н., професор, Почесний працівник транспорту України, Відмінник освіти України, Почесний залізничник, ректор Державного університету інфраструктури та технологій.

Заступники голови

Дакі О.А. – д.т.н., професор, директор Дунайського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

Твердомед В.М. – к.т.н., доцент, директор Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, академічний радник Транспортної академії України.

Тимощук О.М. – д.т.н., професор, 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.

Члени наукового комітету

Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., професор, віце-президент ГО «Національна академія наук вищої освіти України», академік Міжнародної академії наук і інноваційних технологій, професор кафедри конструювання машин Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Саленко О.Ф. – д.т.н., професор, академік ГО «Національна академія наук вищої освіти України», академік Академії інженерних наук України, академік Академії наук національного прогресу України, професор кафедри конструювання машин Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Шевченко О.В. – д.т.н., професор, академік ГО «Національна академія наук вищої освіти України», професор кафедри конструювання машин Механіко-машинобудівного Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Шинкаренко В.Ф. – д.т.н., професор, академік ГО «Національна академія наук вищої освіти України», професор кафедри електромеханіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Горобченко О.М. – д.т.н., професор, декан факультету інфраструктури та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, головний редактор Збірника наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій «Транспортні системи та технології»;

Данильченко Ю.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструювання машин, заступник директора з наукової роботи Механіко-машинобудівного

інституту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Квасніков В.П. – д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем і технологій Національного авіаційного університету, Заслужений метролог України;

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

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

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

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

Потриваєва Н.В. – д.е.н., професор, завідувач науково–дослідного відділу Миколаївського національного аграрного університету;

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

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

Ткаченко В.П. – д.т.н., професор, завідувач кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

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

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

Шведчикова І.О. – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну;

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

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, член-кореспондент Академії прикладних наук, завідувач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського інституту 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;

Медведєва О.Ю. – к.ф.н., доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін Дунайського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Садовий О.С. – к.т.н., старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету;

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

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

ЗМІСТ

Секція 1: РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Латко М.В., Підгайний М.О., Шавьолкін О.О.

РОЗРОБКА WI-FI МОДУЛЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДАНИХ
ПРОГНОЗУ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ З ВЕБ-
РЕСУРСУ 13

Неведров В.Є., Шевченко С.І.

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПЛАТИ SDI-ADC14-32F 14

Пісоцький А.В., Бурим А.С., Шведчикова І.О.

РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ З СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОГО
ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОГЕНЕРАТОРОМ 16

Пономарь О.А., Марченко Р.М., Шавьолкін О.О.

РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ З СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ
ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ ЗА ЗАДАНИМИ ЗГІДНО
ТАРИФНИМ ЗОНАМ ІНТЕРВАЛАМИ ЧАСУ 17

Секція 2: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

Аржент А.І., Губаревич О.В.

ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
СИНХРОННИХ МАШИН 19

Zenkina S., Kvasnikov V.

RESEARCH WAYS TO REDUCE THE EMERGENCY STATE
OF ELECTRIC MOTORS 23

Секція 3: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Акімченко А.В., Кириченко О.С.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ЕЛЕМЕНТА З
ВИТОЧЕННЯМ НА ЗОВНІШНІХ БОКОВИХ ПОВЕРХНЯХ
ЦИЛІНДРИЧНИХ НАПІПРОВІДНИКІВ 26

Гошва І.Є., Вахоніна Л.В.

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРОІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ОБРОБЦІ ГРУБИХ КОРМІВ У
ТВАРИННИЦТВІ 29

Квашук Д.М., Катаєва М.О.

ВИСОКОТОЧНЕ ВИМІРЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО МОМЕНТУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ІНДУКТИВНИХ СЕНСОРІВ 31

Мулява А.Л., Садовий О.С.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ НА КОНСТРУКЦІЮ
ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ТРАНСФОРМАТОР-
НОГО ТИПУ 33

<i>Педченко Є.О., Кириченко О.С.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ СТРУМОПРОВІДНИХ МЕТАЛЕВИХ ШИН	37
<i>Скрипник В.В., Кириченко О.С.</i>	МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАПОБІЖНИКА З ПЛАВКИМИ ВСТАВКАМИ	39
<i>Стахова А.П., Квасніков В.П.</i>	ТИПИ ДАТЧИКІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЇ	42
<i>Трофименко М.С., Шкварницька Т.Ю.</i>	ПЛАНУВАННЯ ТРАЕКТОРІЇ РУХУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА	44

Секція 4: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Алієв В.Е., Кроль О.С.</i>	МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА	47
<i>Аль-Сакаф Юніс Шабіб Хуссейн, Зенкін М.А.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДУ РУЛОННОЇ ДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ	49
<i>Артеменко А.С., Зенкін М.А.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ І ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ НОЖІВ ШВИДКІСНИХ РІЗАЛЬНИХ МАШИН	51
<i>Barabash V., Zenkin M.</i>	RESEARCH OF THE DRIVE OF A ROTARY PRINTING MACHINE	53
<i>Батурін Є.О., Соколов В.І.</i>	УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	56
<i>Гао Сінмін, Данильченко Е.І., Парківський С.А., Кузнєцов Ю.М.</i>	ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЛЕЩАТ	58
<i>Гримак Р.О., Кохановський В.О.</i>	РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТИКИ ДРУКУ НА ОФСЕТНІЙ ДРУКАРСЬКІЙ МАШИНІ	60
<i>Гутник А.З., Сомов Д.О., Кузнєцов Ю.М.</i>	СУЧАСНІ ПРИВОДИ ЗАТИСКУ ЗАГОТОВОК В ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ	62
<i>Кот А.І., Кохановський В.О.</i>	ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН	65
<i>Мамчур І.Є., Алтухов В.М.</i>	ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ	66
<i>Марценюк О.О., Попов С.В.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗБІРНО- РОЗБІРНИХ ПРИСТОСУВАНЬ	69

<i>Осадчий О.І., Кузнєцов Ю.М.</i>	ІСТОРІЯ І ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЗАВОДІВ-АВТОМАТІВ МАЙБУТНЬОГО	70
<i>Підгорний Н.А., Кузнєцов Ю.М.</i>	ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ 3D-ПРИНТЕРІВ	73
<i>Рильщіков І.В., Соколов В.І.</i>	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ	76
<i>Слепченко К.І., Кроль О.С.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ SIGNAL PROCESSING	78
<i>Столярчук Д.П., Кузнєцов Ю.М.</i>	ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ 3D-ПРИНТЕРІВ	81
<i>Яновська А.Р., Соколов В.І.</i>	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ	84

Секція 5: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ

<i>Андрєєв А.А., Ставинський А.А.</i>	АНАЛІЗ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ	87
<i>Бондаренко А.С., Смолянїнов В.Г.</i>	ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНИХ ЗАХОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ГІДРОАГРЕГАТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕС ТА ГАЕС	88
<i>Бриль А.М., Торопов А.С., Морнева М.О.</i>	ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	91
<i>Varfolomiev I.V., Sobolev V.O., Sadovyi O.S.</i>	COMPARISON OF SINGLE-PHASE TWISTED AND ADJUSTED STATIONARY AND SPECIAL ELECTROMAGNETIC SYSTEMS	93
<i>Гафінець В.Я., Морнева М.О.</i>	АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	94
<i>Головань О.Б., Ставинський А.А.</i>	УДОСКОНАЛЕННЯ ДВИГУНІВ КЛАСИЧНОЇ СХЕМИ НА ОСНОВІ РЕБРИСТО-ГРАНЕНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО КОНТУРУ І БАГАТОПЛОЩИННОЇ СТРУКТУРИ ЯРМА СТАТОРА	96
<i>Гончарук Я.С., Тараненко С.В.</i>	ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕТІКАНЬ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	99
<i>Григор'єв М.І., Ставинський А.А.</i>	ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ МАГНІТОПРОВОДІВ СТАТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН	101

ЗМІННОГО СТРУМУ	
<i>Єребакан І.І., Губаревич О.В.</i>	
АНАЛІЗ ВІДМОВ ТА ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	103
<i>Іванюк Н.Д., Шведчикова І.О.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	107
<i>Коробейников Д.С., Алтухов В.М.</i>	
ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ПОДРІБНЕННІ МАТЕРІАЛІВ У ДИСКОВОМУ МЛІНІ	108
<i>Куценко О.О., Садовий О.С.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ В СТАНІ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ	110
<i>Малий Я.С., Шведчикова І.О.</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СУМІШЕЙ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ	113
<i>Меметов Ф.Р., Шведчикова І.О.</i>	
ФАЗОПОВОРОТНИЙ ТРАНСФОРМАТОР ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОТОКОРОЗПОДІЛУ В ЗАМКНЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ	114
<i>Опарко М.В., Черніков О.Р., Шавьолкін О.О.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІБРИДНОЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ З АКУМУЛЯТОРОМ ДЛЯ ПОТРЕБ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ	116
<i>Ходько С.А., Тараненко С.В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ ГЕНЕРАТОРІВ	117
<i>Циганенко І.А., Шавьолкін О.О.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ З АКУМУЛЯТОРОМ	119
<i>Шатна О.А., Кудільчак С.В., Харченко Є.В., Цареградська К.В.</i>	
ЕКОІНДУСТРІАЛЬНИЙ ПАРК ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ КРАЇНИ	120

Секція 6: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

<i>Gordienko O.M., Koshkin D.L.</i>	
MODERNIZATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE GRAIN OF TRANSHIPMENT NORIA	123
<i>Кудріцький В.С., Войченко Т.О.</i>	
ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ	125

Фіголь А.Д., Кошкін Д.Л.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ПОДАЧІ ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ
СИСТЕМИ

128

Секція 7: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ

Бабак В.А., Довганюк В.М., Рященко О.І.

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ
ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

131

Bondarenko V., Zaitseva D.

SPECIFIC FEATURES OF MARINE JOB INTERVIEW

134

Гончарук Я.С., Пастух О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДОВИХ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

137

Загорулько В.І., Голубєва С.М.

БЕЗПЛОТНИЙ ФЛОТ – МАЙБУТНЄ ЧИ НІ

142

Кумейко А.Г., Сліпуха Т.І.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПРАВИЛА МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНА

145

Morozov R., Tykhonova I.

THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN ENGLISH
TEACHING IN THE DANUBE INSTITUTE OF THE NATIONAL
UNIVERSITY "ODESSA MARITIME ACADEMY"

147

Radov D., Tykhonova I.

COMMUNICATIVE MOTIVATION OF FUTURE MARINERS WHILE
STUDYING PROFESSIONAL ENGLISH

149

Semianin O., Leontieva I.

ALTERNATIVE MARINE ENGINES AND PROPULSION SYSTEMS

151

Старцев М.О., Тришин В.В.

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНЬОГО ГАЗУ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ
ТРАНСПОРТНИХ СУДЕН

154

Тимошук О.М., Мельник О.В.

УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ СУДНОВОЇ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ
РИЗИКУ ВІДМОВИ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

156

Щербатюк І.І., Голубєва С.М.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА
СУДНАХ МОРСЬКОГО ФЛОТУ

159

Секція 8: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Амеріканов В.Ю., Гулак С.О.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ПІДСИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ АПАРАТАМИ ЕЛЕКТРОВОЗУ 2ЕЛ-5

162

Гироль Д.В., Горобченко О.М.	
РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	164
Джура М.В., Гулак С.О.	
СПОСІБ ОЦІНКИ УТВОРЕННЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В СИЛОВИХ КОЛАХ ІНВЕРТОРА ЕЛЕКТРОВОЗА 2ЕЛ-5	166
Смель'янов А.В., Співак О.М.	
МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД НЕСИМЕТРИЧНОЇ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАПРУГ	169
Кравченко М.А., Прохорченко А.В.	
АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ СТУПЕНЕВИМИ МАРШРУТАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ	171
Мозилко В.І., Ткаченко В.П.	
КАПСУЛЬНИЙ ВАГОН ТА ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ	173
Поляруш В.М., Ловська А.О., Фомін О.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ СКЛАДОВИХ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВАГОНА-ХОПЕРА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА	176
Осадчий Є.В., Ловська А.О., Фомін О.В.	
НАУКОВЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАПОВНЮВАЧІВ В СКЛАДОВИХ КОНСТРУКЦІЯХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	178
Лукашук М.М., Співак О.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ З КОЛЕКТОРНИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ	179
Михайлович А.М., Арсененко Д.В., Ломотько Д.В.	
ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ	182
Наконечний А.П., Гулак С.О.	
АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ	185
Наливайський А.П., Ковальчук В.В.	
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ФРИКЦІЙНИХ ПЕРЕДАЧ	187
Сегедін В.В., Незліна О.А.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛОКОМОТИВІВ В ДЕПО	189
Сидоренко О.А., Ткаченко В.П.	
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАХИЛУ КУЗОВА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА КОМПАНІЇ «TALGO» НА РУХОМОМУ СКЛАДІ УКРАЇНСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ	191

<i>Сипливий Я.В., Фомін О.В.</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРИТИХ ВАГОНІВ	193
<i>Стебницька Є.М., Прохорченко А.В.</i>	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ» НА ОСНОВІ БЕНЧМАРКІНГУ ДОСВІДУ ОПЕРАТОРА ІНФРАСТРУКТУРИ SNCF RÉSEAU	196
<i>Тимошук С.Ю., Незліна О.А.</i>	ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ ШЛЯХОМ ЗМІЦНЕННЯ ЇХ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ	197
<i>Федько А.В., Горобченко О.М.</i>	ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	199
<i>Чернуха Д.О., Ковальчук В.В.</i>	УРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРТЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ТИПОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	201
<i>Шевчук А.П., Співак О.М.</i>	ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ	203

Секція 9: АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

<i>Букіна М.Д., Бурлакова Г.Ю.</i>	ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПОНЕНТІВ ПОКАЗНИКА «НАДІЙНІСТЬ» В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ ПРИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ	206
<i>Погорлецький Д.С.</i>	ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ПЕРІОД ПІДГОТОВКИ ТА ЗДІЙСНЕННЯ ПУСКУ	208

Секція 1: РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

РОЗРОБКА WI-FI МОДУЛЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДАНИХ ПРОГНОЗУ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ З ВЕБ-РЕСУРСУ

Латко М.В. – бакалавр, max.efremov.2018@gmail.com

Підгайний М.О. – аспірант, atasss5@ukr.net

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є розробка програмованого Wi-Fi модуля (WFM) для отримання даних прогнозу потужності генерації фотоелектричної батареї (ФБ) з веб-ресурсу з відкритим доступом.

Підвищення ефективності енергоменеджменту гібридної фотоелектричної системи (ФЕС) з акумуляторною батареєю (АКБ) для забезпечення власних потреб локального об'єкту (ЛО) пов'язано з використанням короткочасного прогнозу потужності генерації ФБ. Останнім часом такі дані для заданої координати ЛО можна отримати з веб-ресурсів з відкритим доступом [1]. Дискретність даних прогнозу 0.5 години і менша. Для реалізації WFM обрано контролер Arduino MEGA2560 R3 + ESP8266 WiFi. Функціонування WFM передбачає формування запиту, що містить адресу, координати ЛО, потужність, кут нахилу та орієнтацію ФБ, формат, наприклад, https://api.solcast.com.au/world_pv_power/forecasts?latitude=50.43511&longitude=30.540846&capacity=1&tilt=41&azimuth=180&loss_factor=0.9&hours=12&format=json&api_key=2cQDTtZVqkIFDDTMZIGdShAIdDwW73rj,

Формування запиту здійснюється у певні години (безкоштовно обслуговується лише 10 запитів за добу: 00.00 (прогноз на наступну добу), 8.00, 9.00 -16.00 (поточні дані для корегування роботи ФЕС). Надалі масив отриманих даних обробляється з виданням результату у табличному вигляді.

Висновки. Розроблено програмне забезпечення WFM для зв'язку з ресурсом <https://solcast.com/>, що забезпечує отримання даних щодо потужності ФБ $P_{ФБ}(t)$ з заданим інтервалом дискретності для подальшого використання для системи керування ФЕС. Проведені випробування WFM на базі контролеру Arduino MEGA2560 R3 + ESP8266 WiFi з виводом інформації до ПК підтверджують працездатність отриманих рішень.

Література

1. Iyengar, S., Sharma, N., Irwin, D., Shenoy, P., Ramamritham, K. (2014). SolarCast – an open web service for predicting solar power generation in smart homes. Proceedings of the

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПЛАТИ SDI-ADC14-32F

Нєвєдров В.Є. – магістр, at-21zm850@snu.edu.ua

Шєвченко С.І. – к.т.н., доц., shevchenko_si@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність роботи зумовлена тим, що проведення експериментальних досліджень на динамічні та статичні навантаження вимагають великої кількості різної апаратури та дуже трудомісткі, однак, найбільш перспективним рішенням цього завдання, на наш погляд, є застосування аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) на базі персонального комп'ютера [1], які дозволяють у короткий термін проводити обробку отриманих даних та зберігати їх у зручному для дослідника форматі.

Метою роботи є розробити програму на базі персонального комп'ютера з використанням плати АЦП (SDI-ADC14-32F) [2], яка дозволить скоротити час випробувань та проводити вимірювання з різними типами датчиків, статичних та динамічних навантажень, температури, а спільно з апаратурою ВІ-6 - вібраційних процесів.

Вихідний текст програми складається з п'яти модулів та файлу проекту. Перший модуль містить описи, процедури та функції (головної) форми програми. Сюди входять панелі, кнопки, меню та інші візуальні компоненти, а також обробники подій цих компонентів. Другий модуль містить опис потоку, який створюється/закривається під час натискання кнопки "Старт/Стоп". Окремий потік забезпечує безперервне зчитування інформації з модуля АЦП. Створюється масив даних зчитаних з АЦП для подальшої обробки. У третьому модулі описано процедури та функції читання портів модуля АЦП на рівні машинних кодів, які використовуються в інших модулях для отримання результатів вимірювань. Четвертий модуль містить опис функцій роботи з файлами, а також функції ініціалізації програми. П'ятий модуль містить опис структур, констант і перемінних, що використовуються в програмі.

Програма призначена для обробки даних, отриманих із датчиків [3] з подальшим перетворенням у графічні формати. Програма дозволяє обробляти до 32 каналів АЦП з подальшим масштабуванням графічного зображення по осях $OX(t,c)$ і $OY(U,B)$. Зовнішній інтерфейс програми представлено на рис. 1. (рис. 1).

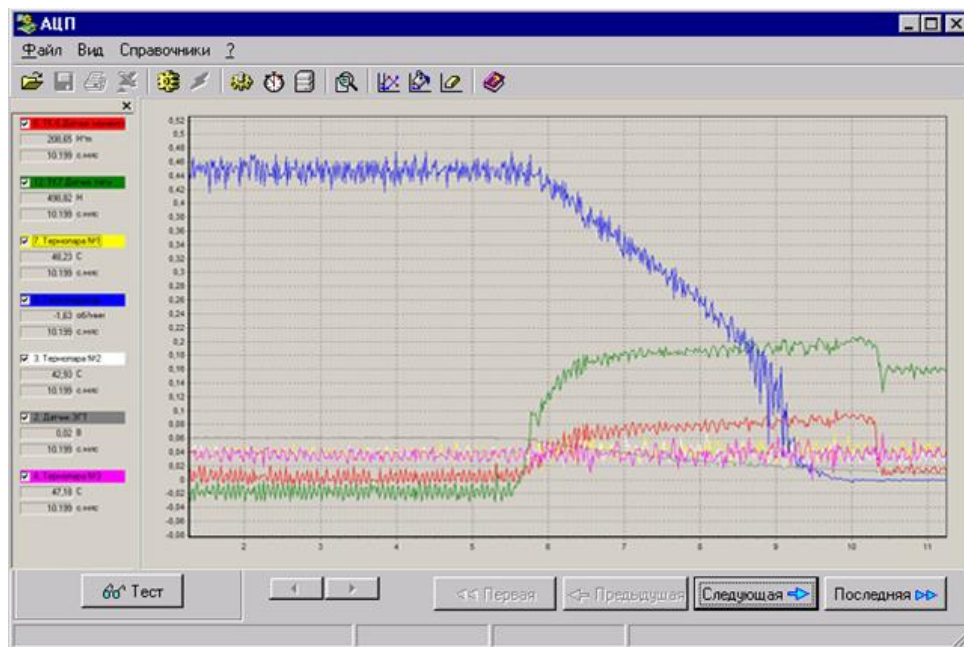


Рис. 1 – Інтерфейс програми

Вихідними параметрами програми є файли даних з розширенням *adc* та графічні файли-зображення у форматі *wmf*, *bmp*. Можливе виведення графічного зображення вимірювань на принтер та буфер обміну. У програмі реалізовано режим роботи аналого-цифрового перетворювача - запуск перетворення від персонального комп'ютера зі зчитуванням результату відразу після запуску за допомогою бази даних формату *dbf*.

Після запуску програми необхідно встановити параметри керування та можна приступати безпосередньо до опитування підключених датчиків. При цьому на панелі датчиків з'явиться кілька значень для кожного вибраного каналу. Після закінчення зняття даних програма автоматично будує графік за результатами опитування кожного каналу (рис. 1). Якщо кількість результатів опитування каналу перевищує значення на сторінці графіка, то за допомогою кнопок навігації за графіками можна переглядати їх посторінково. Для зручності аналізу графіків передбачена плаваюча шкала.

Додатковими можливостями програми є: друк поточної сторінки графіка на встановлений принтер; копіювання інформації в буфер обміну персонального комп'ютера для подальшої її обробки в інших додатках.

Висновок. У роботі наводиться розгляд розробленої програми з використанням плати SDI-ADC14-32F, що дозволяє проводити вимірювання з

різними типами датчиків, статичних та динамічних навантажень, а спільно з апаратурою ВІ-6 проводити вимірювання вібраційних процесів. Крім того, підвищується точність при скороченні часу проведення вимірювань та зменшується трудомісткість подальшої обробки даних із використанням персонального комп'ютера.

Л і т е р а т у р а

1. Азаров О.Д. Аналого - цифрові інтерфейси ЕОМ : навч . посіб. / О. Д. Азаров, В. П. Марценюк, Н. О. Біліченко. Вінниця, 2006. 178 с.
2. Шевченко С.И., Старченко В.Н., Белоус В.В. О возможности применения аналого-цифровых преобразователей при экспериментальных исследованиях. Вісник Східноукраїнського державного університету. Луганськ, 2000. №6(28). С. 36-40.
3. Старченко В.Н., Шевченко С.И. Измерительная система для диагностики и испытания тормозных устройств транспортных машин. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Луганськ, 2006. №7(101). С. 193-197.

РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ З СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОГО ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОГЕНЕРАТОРОМ

Пісоцький А.В. – аспірант, a.pesotskii@gmail.com

Бурим А.С. – магістр, rewerxard@gmail.com

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена розвитком комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів, які мають у своєму складі вітрогенерувальні установки.

Метою роботи є розробка бази даних з середньомісячного вироблення електроенергії вітрогенерувальною установкою (ВГУ) за заданими згідно тарифним зонам інтервалами часу для використання у процесі визначення параметрів та моделювання гібридної вітро-сонячної системи з акумуляторною батареєю для потреб локального об'єкту (ЛО).

ВГУ є унікальною системою виробництва електроенергії, що працює в умовах великих невизначеностей через турбулентність вітру. На сьогодні є достатня кількість веб-ресурсів, які надають прогнозовану та архівну інформацію про швидкість вітру протягом доби. В переважній більшості це закриті бази даних з платним доступом, наприклад, система Solcast. Доступними є архівні дані щодо швидкості вітру для будь-яких географічних координат. Наприклад, геоінформаційна система з відкритим доступом PVGIS [1] надає інформацію про швидкість вітру за період до 2016 р. Ця інформація була використана для

розрахунку середньодобових W_{WD} та середньомісячних W_{WM} значень енергії, що генерується ВГУ. Проте цих даних недостатньо для проведення моделювання комбінованої системи електроживлення та визначення показників її функціонування з урахуванням зменшення витрат на оплату електроенергії, що споживається з мережі.

З огляду на вищезазначене, за даними архіву [1] здійснюється розрахунок генерації ВГУ за період з 2012 по 2016 рр. за інтервалами часу (тарифними зонами): 8.00-11.00 (влітку) і 8.00-10.00 (взимку); 11.00-16.00 (влітку) і 10.00-14.00 (взимку); 16.00- 20.00 (влітку), 14.00-17.00 (взимку). Після усереднення даних за тарифними зонами отримані середньомісячні значення будуть використані при імітаційному моделюванні системи.

Висновки. Розроблена база даних середньодобових та середньомісячних значень енергії, що генерується ВГУ. Розрахунок генерації ВГУ за інтервалами часу протягом року для географічних координат м. Києва дозволить провести імітаційне моделювання гібридної вітро-сонячної системи.

Л і т е р а т у р а

1. Photovoltaic geographical information system. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA.

РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ З СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ ЗА ЗАДАНИМИ ЗГІДНО ТАРИФНИМ ЗОНАМ ІНТЕРВАЛАМИ ЧАСУ

Пономарь О.А. – бакалавр, gvitchgg@gmail.com

Марченко Р.М. – аспірант, r.marchenko@ukr.net

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є розробка бази даних з середньомісячної генерації фотоелектричної батареї (ФБ) за заданими згідно тарифним зонам інтервалами часу для використання у процесі визначення параметрів та моделювання гібридної фотоелектричної системи (ФЕС) з акумуляторною батареєю для потреб локального об'єкту (ЛО).

Є доступними дані щодо архіву генерації ФБ [1] для будь-якої точки розташування ФЕС. Можна отримати також середньомісячні значення енергії, що генерується ФБ протягом доби W_{PV} . Проте цієї інформації, особливо, у разі похмурих днів не є достатньо для забезпечення ефективності ФЕС. Під час проектування ФЕС для потреб ЛО за конкретної її локації виникають питання визначення параметрів з урахуванням бажаних показників щодо зниження витрат

на оплату електроенергії, що споживається з мережі протягом року, та планування навантаження за цього.

Згідно даним архіву [1] за п'ять років (2012-2016р.) виконано розрахунок енергії генерації ФБ за інтервалами часу: 8.00-11.00 (влітку) і 8.00-10.00 (взимку); 11.00 – 16.00 (влітку) і 10.00 – 14.00 (взимку); 16.00- 20.00 (влітку), 14.00 – 17.00 (взимку). Після їх усереднення отримані середньомісячні значення та вибрані дні, коли генерація близька до середньомісячних значень.

Висновки. Розроблена база даних середньомісячного значення потужності генерації ФБ за інтервалами часу протягом року для конкретної точки розташування ФЕС (м. Київ). Аналіз даних показує, що ефективно використання ФЕС для забезпечення потреб ЛО із зниженням витрат на оплату електроенергії, що споживається з мережі протягом року в два рази, розрахунок параметрів ФЕС слід здійснювати за перехідними сезонами березень і жовтень. Це підтверджують результати моделювання ФЕС у добову режимі для днів з генерацією ФБ, близькою до середньомісячних значень.

Л і т е р а т у р а

1. Photovoltaic geographical information system. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA.

Секція 2: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИНХРОННИХ МАШИН

Аржунт А.І. – студент, art2001112@gmail.com

Губаревич О.В. – доцент, oleg.gbr@ukr.net

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена потребою у виявленні особливостей експлуатації та охолодження синхронних машин для вдосконалення їх конструкції при використанні у морській галузі.

Метою роботи є аналіз конструкції синхронних машин та систем їх охолодження, а також особливостей експлуатації для забезпечення надійної їх роботи в морських умовах.

Синхронна машина є машиною змінного струму та має дві основні частини: ротор (частина, що обертається) і статор (нерухома частина). Частота обертання ротора при роботі машини дорівнює частоті обертання магнітного поля статора. З цієї причини розглянуту машину називають синхронною. У такій машині результуючий магнітний потік створюється спільною дією МРС обмотки збудження і обмотки статора та результуюче магнітне поле обертається в просторі з тією ж частотою, що і ротор.

Синхронні машини застосовуються в якості двигунів або генераторів. Синхронні двигуни використовуються в основному у приводах великої потужності. Потужність їх досягає кількох десятків МВт. Основні галузі їх використання – теплові станції, металургійні заводи, шахти, холодильники, промислові насоси та інші механізми, що працюють з незмінною швидкістю. Синхронні двигуни можуть працювати з різною реактивною потужністю, що дозволяє покращити коефіцієнт потужності при їх експлуатації, однак вартість приводів із синхронними двигунами значно вища, ніж з асинхронними.

Джерелом електричної енергії на теплових, атомних та гідравлічних електростанціях, а також на транспортних засобах пересування з електричними компонентами (судна, літаки, залізничний транспорт) головним чином є синхронні генератори. На долю синхронних генераторів припадає більш 95% виробництва електричної енергії, яка виробляється у світі.

Під час роботи в генераторах виникають втрати енергії, що викликають нагрів його елементів. Хоча ККД генераторів високий і втрати складають всього

1,5 - 2%, абсолютні втрати досягають 10 МВт в машині 800 МВт, що призводить до значного підвищення температури активної сталі, міді та ізоляції. При цьому граничний нагрів лімітується ізоляцією обмоток. ККД синхронних машин потужністю до 100 кВт становить 80-90%, у потужніших машин ККД досягає 92-99%. Крім високих показників ККД, синхронні машини мають також і високу надійність, але існує проблема забезпечення їх температурного режиму, що необхідно враховувати при експлуатації даних двигунів. Зниженню робочої температури синхронних електродвигунів приділяється особа увага при їх проектуванні та конструюванні. З ростом потужності двигуна збільшується енергія, яку необхідно втратити на зниження його температури. На деяких морських двигунах використовуються системи водного охолодження. Ефективне охолодження синхронних генераторів є сучасною актуальною проблемою для створення ідеального пристрою з найкращими показниками співвідношення маси до потужності.

Синхронні генератори мають штучне охолодження. Розрізняють системи штучного охолодження:

- поверхнєве або непряме;
- безпосереднє.

В якості охолоджуючого середовища в генераторах застосовуються гази (повітря і водень) і рідини (вода і масло).

При поверхневому чи непрямому охолодженні охолоджуючий газ подається за допомогою вбудованого або зовнішнього вентилятора всередину машини і проходить через її повітряний зазор та систему вентиляційних каналів. При цьому газ не стикається з провідниками обмоток і тепло від них передається охолодженню газу через ізоляцію обмоток, пазову ізоляцію і сталь зубців, тобто через значний "тепловий бар'єр".

Непрямі системи охолодження бувають повітряними і водневими.

У системі примусового повітряного охолодження повітря подається в генератор так, що через поверхню проходить більша кількість повітря і видаляється велика кількість тепла. Для кращого охолодження синхронного генератора використовується закрита вентиляційна система. У закритій системі чисте, гаряче повітря з генератора охолоджується водяним охолоджуючим теплообмінником і пропускається через генератор за допомогою вентиляторів.

Для збільшення площі поверхні, яка контактує з охолоджуючим повітрям, використовуються канали, що передбачені в статорі та роторі, а також в області котушок генераторів або двигунів. Залежно від напрямку повітряного потоку ці канали можуть бути радіальними або осьовими.

При забезпеченні радіальної вентиляції система охолодження повітря надходить у повітроводи через статор за допомогою повітряного зазору і проходить радіально до задньої частини статора, звідки вона знімається.

Радіальні потоки для охолодження можуть застосовуватися як для малих, так і машин великої потужності. Втрати енергії на забезпечення радіальної вентиляції мінімальні. Однак, використання радіальної вентиляції робить машину менш компактною, оскільки вентиляційні канали займають площу у шихтованому осерді статора або ротора.

При забезпеченні охолодження генераторів в період їх експлуатації повітря повинно бути чистим і вільним від пилу. Наявність пилу засмічує канали та впливає на зменшення їх площі, що призводить до зменшення тепловідведення. Для цього використовуються повітряні фільтри та фільтри з сирної тканини. Іноді повітря потрібно мити в розпилювальній камері. У більшості випадків повітря охолоджується водоохолоджувачами і знову використовується.

Для великогабаритних машин розміри вентиляторів, що необхідні для циркуляції повітря, збільшуються і вимагають значних потужностей. Для цього необхідно використання допоміжного обладнання, що здійснює обмеження повітряного охолодження. Таким чином, існує оптимальна потужність машини, більше якої повітряне охолодження не зможе підтримувати температуру в безпечних межах.

При безпосередньому охолодженні статора і ротора воднем, його циркуляція забезпечується компресором, встановленим з боку контактних кілець. Обмотка статора охолоджується за аксіальною (осьовою) схемою. Аксіальна схема охолодження в даному випадку найбільш ефективна оскільки в пази статора укладається велика кількість провідників малого перетину та утруднюється виконання вентиляційних каналів (вирізів) достатнього перетину, тому водень пропускають за спеціальними трубками з немагнітної сталі, прокладеними в пазах. У водно-охолоджувальній системі газоподібний водень використовується як середовище для охолодження.

Для великих турбогенераторів розміром 500 МВт або більше обсяг необхідного водню може бути настільки великим, що його використання може стати неекономічним. У дуже великих турбогенераторах ротори безпосередньо охолоджуються воднем, а обмотки статора безпосередньо охолоджуються демінералізованою водою. Вода циркулює за допомогою відцентрового насоса двигуна змінного струму. Для фільтрації води використовуються картриджні фільтри. Ці фільтри призначені для запобігання утворенню металевих корозійних частинок, що утворюються в намотуванні та трубопроводах, у порожнистих провідниках. При експлуатації таких генераторів обов'язково необхідно контролювати стан водяних робочих фільтрів.

Для більш потужних генераторів у якості охолоджуючої рідини застосовують масло і воду. Основна перевага масла полягає в його високих ізолюючих властивостях, тому масло дозволяє використовувати дешеву паперову ізоляцію. Разом з тим, масло руйнує ізоляцію обмоток, що є пожежонебезпечним, в'язкість масла створює труднощі його переміщення, тому в більшості випадків використовують воду. Обмотка статора охолоджується водою за аксіальною схемою. Для цього обмотка виконується з порожнистих провідників прямокутного перерізу, усередині яких циркулює вода.

Система з водяним охолодженням в порівнянні з водневим є більш швидкою та ефективною, оскільки теплопровідність води вище, ніж у водню.

Крім того, площа каналу для охолодження водою потрібна менша для необхідного тепловідводу, що дозволяє забезпечити більшу площу для розташування провідників статора. Однак, вода, яка використовується для охолодження, повинна бути високоочищена так, щоб провідність води не збільшувалася, що незручно в морських умовах.

Таким чином, при експлуатації синхронних генераторів у морських умовах крім контролю електричних показників необхідний, насамперед, контроль та регулярна перевірка наступних параметрів: робочої температури машини, опору ізоляції, враховуючи вплив вологого морського повітря та контроль стану охолоджуючих середовищ.

Висновок. У даній роботі проведений аналіз факторів впливу на надійність та ефективність роботи синхронних генераторів. Розглянуті сучасні конструктивні методи та засоби забезпечення охолодження генераторів різної потужності. З проведеного аналізу слід доцільність використання синхронних машин, які є більш надійними та ефективними. У якості охолоджуючих середовищ найбільш ефективними є масло та вода. Для розширення галузей використання синхронних машин потрібен подальший розвиток ефективних негабаритних систем охолодження, що забезпечують необхідну температуру ізоляційних матеріалів.

Л і т е р а т у р а

1. Осташевський М.О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Мілих. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 452 с.
2. Артемов Г.А. Суднові енергетичні установки: навч. посібник / Г.А.Артемов, В.М. Горбов. Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.
3. Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики: підручник / В.М. Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
4. https://studopedia.su/20_49453_sinhronni-mashini.html

RESEARCH WAYS TO REDUCE THE EMERGENCY STATE OF ELECTRIC MOTORS

Zenkina S. – Master, PhD student, zenkina_s@ukr.net

Kvasnikov V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, kvp@nau.edu.ua
National Aviation University

The relevance of research. When choosing approaches to determining rational ways to reduce the accident rate of an electric motor, one should bear in mind the fact that any failure of an electric machine or its part is the result of the mutual influence of certain factors, manifested in the form of electromagnetic influences and fields, mechanical vibrations, etc. the analysis of such factors is used to assess the reliability of electric motors in the form of a statement of temperature rise, the duration of its impact. However, everything that concerns the energy side of this process is considered, as a rule, from the point of view of energy conversion processes. With existing approaches, firstly, it is analyzed as a device with known electrical characteristics due directly to the technology of its production, the quality of electrical materials, component parts included in its design, and secondly, as a component of a complex with a chaotic interconnection of components [1]. At the same time, the fact of aging of the electric motor as a whole is not analyzed as a technical phenomenon associated, on the one hand, with a change in the characteristics of the elements during operation, and, on the other hand, with operational failures.

The purpose of the work is to conduct a review analysis of ways to reduce the accident rate of electric motors, taking into account all the factors acting on it.

Main text. The accident rate of electric drives at Ukrainian enterprises is extremely high. The dominant factor is the reliability of the operation of electric motors of electric drives, which in recent years has decreased in some cases by dozens of times.

Analysis of the causes of failure of electrical machines allows highlighting the next:

- poor-quality, unskilled maintenance of electrical equipment by the operating production personnel, which leads to a violation of the regulated requirements and, ultimately, the failure of the machine;

- the absence in the practice of operation of unified protection devices that would allow not only to fulfill the regulatory requirements for the operating modes, but also, most importantly, to exclude technical arbitrariness on the part of the maintenance personnel.

It is known that the reliability indicators of an electric motor are a characteristic of the methods and approaches of management in the corresponding electrical department, section, etc. Unfortunately, the saturation of the fleet of electric machines with engines that have undergone repairs is not always, or rather never taken into account when

analyzing and assessing the reliability indicators of electromechanical systems. Taking into account the fact that the electric motors that have undergone repair have characteristics that differ from the factory ratings, one can once again assert the inevitability of a high accident rate of electric drive systems in the absence of monitoring systems for their condition.

Obviously, it is possible to achieve a radical increase in the performance of electrical machines, as an integral component of the electrical complex, if the main criterion of their value characteristics is not the expected reliability, which is a fairly average parameter, but the performance expressed through a physical controlled parameter, for example, insulation resistance, vibration, noise, etc [2]. Considering the operability as a parameter characterizing reliability, we note that the mentioned parameter is a certain variable that decreases as the unit operates to the expected failure as a result of an accident and depends both on the characteristics of the electromechanical unit and on the quality of power supply and the quality of its conversion.

Without rejecting other significant objective points in this problem, it should be noted that for an electric drive, as an electromechanical system, the main thing, of course, is the need for constant monitoring of both parameters and their fluctuations, changes, mutual influence of the components of the system "converter - electric motor - operating mechanism" during operation.

Analysis of methods for evaluating the parameters of electric motors of electric drives indicates the need to search for fundamentally new scientific and technical solutions that differ from the known ones in simplicity and the possibility of partial or complete automation directly as part of an electromechanical system.

Conclusions. The analysis showed that this problem can be solved provided that the electric drive is equipped with a monitoring system that monitors the change in characteristics and makes a decision regarding the decommissioning of electric motors if the parameters of electromechanical systems change so intensively that its emergency failure is possible earlier the onset of the scheduled shutdown for technical inspection. For this purpose, it is necessary to create a mathematical apparatus that allows one to determine the parameters of electric motors and the probability of their failure-free operation based on information about the instantaneous values of state variables available for direct control during operation.

References

1. Белошистов А.И. Анализ аномальных режимов работы электродвигателей и выбор параметров для их защиты / А. И. Белошистов, А.В.Савицкий // Сборник научных трудов Украинского научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института// Взрывозащищённое электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. Донецк: ООО «АИР», 2011. С. 86-92.

2. Лисиченко М. Л. Дослідження засобів захисту асинхронних двигунів типу РДЦ-01,03 / М. Л. Лисиченко, О. М. Балаханов, О. К. Тищенко, М. М. Вітренко, О. В. Сотнік, Б. С. Мележко // Збірник статей Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Х., 2009. Випуск 86. С. 49-52.

Секція 3: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ЕЛЕМЕНТА З ВИТОЧЕННЯМ НА ЗОВНІШНІХ БОКОВИХ ПОВЕРХНЯХ ЦИЛІНДРИЧНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ

Акімченко А.В. – студент, anopko4115@gmail.com

Кириченко О.С. – к.т.н., доцент, askurychenko@gmail.com

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю вдосконалення конструкцій термоелектричних елементів шляхом зміни геометрії напівпровідникових матеріалів, яка забезпечить підвищення ефективності термоелектричного ефекту Пельтьє.

Метою роботи є моделювання термоелектричного елемента з виточенням на зовнішніх бокових поверхнях циліндричних напівпровідників та порівняльний аналіз отриманих електротеплових характеристик з робочими характеристиками термоелектричного елемента з класичною циліндричною формою напівпровідника.

В даний час найбільше застосування знаходять термоелектричні елементи з напівпровідниками у формі куба або циліндра [1]. Термоелектричний елемент з класичною циліндричною формою напівпровідника показано на рис. 1. Він представляє собою пару напівпровідників *N*- та *P*-типу, а також контактні мідні пластини.

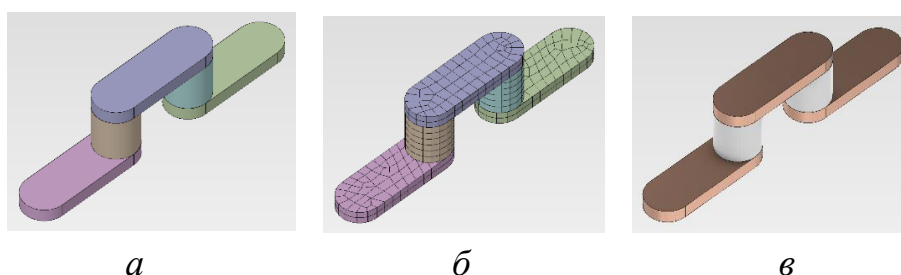


Рис. 1 – Термоелектричний елемент з класичною циліндричною формою напівпровідника: а – геометрична модель; б – кінцево-елементна модель; в – візуалізована модель

На рис. 2 зображено термоелектричний елемент з виточенням на зовнішній боковій поверхні циліндричного напівпровідника.

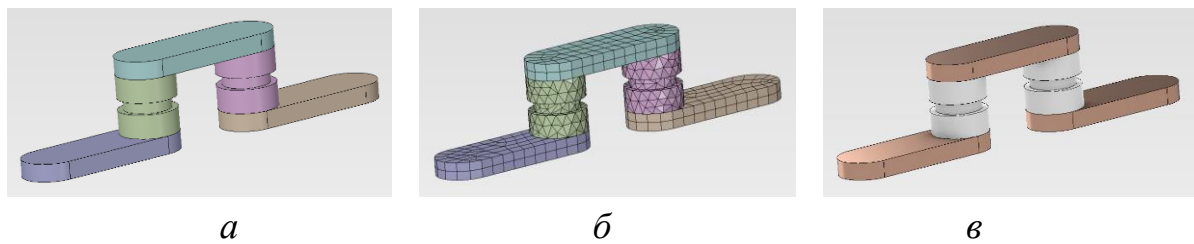


Рис. 2 – Термоелектричний елемент з виточенням на зовнішній боковій поверхні циліндричного напівпровідника: а – геометрична модель; б – кінцево-елементна модель; в – візуалізована модель

Моделювання проводилось з урахуванням рекомендацій роботи [2] для термоелектричного елемента з виточенням на зовнішніх бокових поверхнях циліндричних напівпровідників з наступними вихідними даними: товщина контактних мідних пластин – 1,5 мм; радіус та висота циліндрів обох напівпровідників – 2,5 мм і 5 мм відповідно; відстань між центрами циліндрів напівпровідників – 10 мм. Поперечний переріз виточення на зовнішніх бокових поверхнях циліндричних напівпровідників представляє собою квадрат з розмірами сторін 1 мм. В якості розрахункового методу використовувався чисельний метод скінченних елементів. Всі зовнішні поверхні термоелемента вважались теплоізольованими. В результаті моделювання для різних варіацій сили постійного струму в діапазоні від нуля до 1,5 А отримано відповідні значення різниць температур між холодними і гарячими контактними пластинами (рис. 3). Отримані результати використано для проведення подальшого порівняльного аналізу.

За результатами порівняльного аналізу електротеплової характеристики (рис. 3) встановлено, що при силі постійного струму 1 А різниця температур збільшилась приблизно на 1,8 °С, а при силі постійного струму 1,5 А на 2,4 °С. Таким чином, наявність виточення на зовнішній боковій поверхні циліндричного напівпровідника термоелектричного елемента підвищують ефективність термоелектричного ефекту Пельтьє.

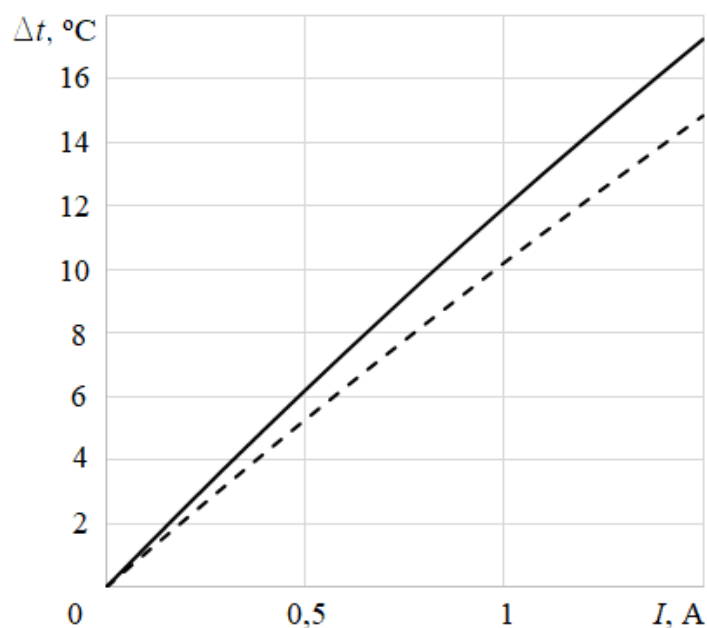


Рис. 3 – Електротеплова характеристика термоелектричного елемента з класичною циліндричною формою напівпровідника (пунктирна лінія) і термоелемента з виточенням на зовнішній боковій поверхні циліндричного напівпровідника (суцільна лінія)

Висновок. В результаті моделювання та порівняльного аналізу термоелектричного елемента з виточенням на зовнішніх бокових поверхнях циліндричних напівпровідників з класичним термоелектричним елементом встановлено, що наявність виточення підвищує ефективність термоелектричного ефекту Пельтьє. Різниця температур між холодними і гарячими контактними пластинами при струмі 1,5 А збільшується на 2,4 °С.

Л і т е р а т у р а

1. Кириченко О.С. Порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу / О.С. Кириченко // Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Миколаїв: НУК. 2021. С. 390-392.

2. Манасян Ю.Г. Судовые термоэлектрические устройства и установки / Ю.Г. Манасян. Л.: Судостроение, 1968. 283 с.

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРОІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ОБРОБЦІ ГРУБИХ КОРМІВ У ТВАРИННИЦТВІ

Гошва І.Є. – магістр, ilyagoshva@gmail.com

Вахоніна Л.В. – к.фіз.мат.наук, доц., vakhoninalv@mnaui.edu.ua

Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження. Проаналізувати існуючі технології та розробки в сфері електрогідроімпульсноїустановок. Спроекувати робочий електрод, який відповідав відповідній установці. Проаналізувати якість установки на обробку грубих кормів. Для вирішення цих питань необхідно провести дослідження умов вибору оптимальних параметрів розрядного контуру для інтенсифікації технологічних процесів, основною характеристикою для яких є амплітуда тиску або імпульс ударних хвиль.

Мета досліджень. Покращення схеми електрогідроімпульсної установки, бо основною проблемою при тривалій роботі цієї установки є нестійкість матеріалів установки. Створення відповідного електрода для електрогідролінійноїустановки, для покращення обробки грубих кормів у тваринництві.

Результат дослідження. Підсилити ефект гідравлічного удару можливо, створивши всі умови для максимально ефективного перетворення електричної енергії в механічну, маючи на увазі, що іскра є тим знаряддям, котре передає енергію в оточуюче середовище. А оскільки енергія передається рідині через поверхню каналу іскрового розряду, то очевидно, що енергія буде тим більшою, чим більшою буде поверхня. Найбільш істотним при вирішенні цієї задачі виявилось те, що іскровий розряд розвивається в рідині, а саме у воді, і те, що хімічні процеси, які виникають при цьому є тим фактором, який визначає характер всього процесу перетворення енергії [1].

У воді, де практично існують тільки два види іонів: позитивні H^+ і негативні OH^- , основна, визначаюча весь процес роль належить іону OH^- . Електрони, які зриваються з іонів OH^- і вливаються потім в канал стрімера, визначають не лише його існування, але й його довжину, бо чим їх буде більше, тим далі проросте стример, тим довшим буде розряд, менші втрати на електропровідність і вище механічний ККД розряду [1,2].

Створити сприятливі для цього умови вдалося різко зменшивши активну поверхню позитивного електрода (шляхом максимальної його ізоляції по всій довжині окрім переднього кінця) і одночасному різкому збільшенні активної поверхні негативного електрода. У воді між електродами виникає значна асиметрія поля і, як наслідок цього, - особлива іонна атмосфера (переважно одного знака), яка сприяє інтенсивному проростанню стрімера в рідині [3,4].

При розробці робочого електрода вирішено було акцентувати увагу на

забезпечення вимоги здійснення наддовгого розряду. Як було зазначено в попередніх підрозділах для забезпечення цих умов необхідно максимально збільшити площу поверхні негативного електроду, одночасно максимально зменшивши при цьому площу позитивного.

На даний час розроблено і випускається декілька варіантів конструкцій робочих електродів, кожен з яких застосовується для отримання розряду з певними характеристиками. Незважаючи на простоту виготовлення, така конструкція електроду нас не задовольнила. Основні недоліки полягають в тому, що по-перше в ньому неможливо точно виставити, а також при необхідності швидко змінити робочий зазор між позитивним та негативним електродами; по-друге промисловий варіант розрахований на виділення значно більших енергій, ніж у нашій установці, тому в ньому має місце підвищена ерозія кінця електроду і передбачено подачу дроту для її компенсації; по-третє для зниження ерозії рекомендується виготовляти робочий електрод з м'яких металів – міді, алюмінію тощо, що недопустимо з точки зору зооветеринарних вимог.

Виходячи з цих міркувань, було вирішено розробити робочий електрод власної конструкції, який міг би задовольнити вимоги до простоти конструкції, роботи з ним, зооветеринарних вимог [5].

Оскільки енергетичні показники імпульсів, які виділяються на робочому проміжку відносно низькі, то ерозія кінця електрода незначна і нею можна знехтувати. При цьому відпадає необхідність подачі провідника в зону розряду, а отже і спрощується конструкція робочого електроду. Перевірка установки з робочим органом показали її придатність для подальшого проведення випробовувань і досліджень.

Висновок. Був проведений аналіз існуючих моделей і приведені нові моделі, в яких було розглянуто: якість матеріалу установки, для того щоб прилад міг працювати в тривалому режимі, схеми імпульсної установки для збільшення дуги і при цьому розрахований і підібраний електрод працюватиме довше. Для того щоб досягти вирішення поставленої задачі були проведені дослідження оптимальних параметрів контуру для інтенсифікації технологічних процесів, основною характеристикою розглядалася амплітуда тиску та імпульс ударних хвиль електрогідроімпульсної установки.

Л і т е р а т у р а

1. Юткин Л.А. Физическое обоснование электрогидравлического эффекта. М.; Л.: Машиностроение, 1976, 280 с.
2. Юткин Л.А. Перспективы применения электрогидравлической обработки. – В кн.: новое в электрофизической и электрохимической обработке материалов. М.; Л.: Машиностроение, 1966, с. 249-270.

3. А.с. 37277 (СССР). Способ и приспособление для дезинфекции и стерилизации с помощью токов высокой частоты/ И.В. Фёдоров. – Заявл. 17.12.32; Оpubл. 30.06.34.

4. Сизоненко И.Н. Повышение эффективности электровзрывного метода воздействия на продуктивный пласт. В сб. стат.: разрядноимпульсная технология: проблемы совершенствования, изд. «Наукова думка» 1988, с. 36 – 40.

5. Сизоненко И.Н. Повышение эффективности электровзрывного метода воздействия на продуктивный пласт. В сб. стат.: разрядноимпульсная технология: проблемы совершенствования, изд. «Наукова думка» 1988, с. 36 – 40.

ВИСОКОТОЧНЕ ВИМІРЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО МОМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДУКТИВНИХ СЕНСОРІВ

Квашук Д.М. – к.е.н., доц., dmytro.kvashuk@npp.nau.edu.ua
Катаєва М.О. – к.т.н., доц., mariia.kataieva@npp.nau.edu.ua
Національний авіаційний університет

Актуальність дослідження полягає в визначенні оптимальних засобів вимірювання обертальних моментів електродвигунів з використанням індуктивних сенсорів, які на відміну від тензOMETричних менше піддаються руйнуванню в умовах вібрації та високих температур. Практичний аспект даного дослідження полягає в аналізі застосування засобів контролю та вимірювання миттєвих значень характеристик руху валу електродвигуна, як при прямолінійному, так і при криволінійному русі.

Метою роботи є проведення аналізу засобів для контролю та вимірювання миттєвої швидкості електродвигунів та створення на їх основі безконтактного способу оцінки частотних характеристик обертання.

Прилади для вимірювання обертальних моментів електродвигунів, що побудовані на основі електромагнітної індукції використовують сигнал, який отримують з котушки індуктивності. Їх поділяють на індукційні фазо-чутливі торсіометри та індукційні магніто-пружні торсіометри. Перші дозволяють оцінити обертальний момент по куту скручування на валу [1], [2]. Наступний вид сенсорів даного типу ґрунтується на зміні магнітної проникності металу валу при деформації [3].

В обох випадках на безкінечно малих траєкторіях руху валу електродвигуна dl_i за час dt_i , буде виникати ЕРС на сигнальні обмотці, миттєве значення якої буде наступним:

$$e_i = \frac{\Delta d_i}{dt_i}, \quad (1)$$

де: Δd_i – приріст потягосцеплення сигнальної обмотки за інтервал часу dt_i

Виразивши dt_i через швидкість руху тіла $v(t)$, $dt_i = \frac{dl_i}{v(t)}$ отримаємо

наступний вираз для e_i :

$$e_i = \frac{\Delta d_i * v(t)}{dl_i}, \quad (2)$$

У зв'язку з тим, що для визначення положення валу використовують феромагнітне тіло, яке входить в зону електромагнітного поля з певним інтервалом часу, то в певний момент воно буде мати найбільше потягосцеплення на інтервалі dl . У зв'язку з цим, на сигнальній обмотці при проходженні цього інтервалу dl , в момент часу t_m , буде виникати найбільше, амплітудне значення ЕРС сигналу:

$$e_{max} = \left(\frac{\Delta d_i}{dl} \right)_{max} * v(t_m), \quad (3)$$

Для миттєвого обертання валу електродвигуна, вираз матиме вигляд [4]:

$$v(t_m) = \frac{e_{max}}{\left(\frac{\Delta d_i}{dl_i} \right)_{max}} = \frac{e_{max}}{c \Psi}, \quad (4)$$

де: $c \Psi$ - постійна величина, що характеризує максимальне значення потягосцеплення сигнальної обмотки від елементарного переміщення феромагнітного тіла в момент певного обертального положення валу.

Так, вольт-секундна характеристика сигналу ЕРС, при певному положенні феромагнітного тіла в зоні електромагнітного поля, буде дорівнює вольт-секундній характеристиці сигналу зворотної полярності, що виникає при під час протилежного положення феромагнітного тіла. Тому що приріст потягосцеплення сигнальної обмотки при обох положеннях, має одне і теж значення. Ця властивість дозволяє використовувати один з імпульсів для керування електронним запам'ятовуючим пристроєм на кожному обороті валу електродвигуна при вимірюванні миттєвої швидкості.

Висновок. Індукційний метод дозволяє отримати інформацію про миттєву швидкість руху протягом короткого проміжку часу, з урахуванням певного положення феромагнітного тіла в зоні магнітного поля.

Застосовуючи у поєднанні з індукційним первинним перетворювачем електронний пристрій для зберігання амплітудного значення сигналу на кожному періоді, можна здійснити вимір прискорення і створити комплекс технічних засобів вимірювання механічних характеристик прямолінійного або криволінійного руху валу електродвигуна з високою точністю

Л і т е р а т у р а

1. Цыпкин, А.А. Контрольно-измерительные приборы: учебное пособие/ А.А. Цыпкин; Самарский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Управление СПО – Самарский речной техникум. Самара, 2015. 33 с.

2. Фролов Л. Б. Измерение крутящего момента. М., «Энергия», 1967. 120 с.

3. Mahmoud, Aiman & Coleri, Erdem & Batti, James & Covey, David. (2017). Development of a field torque test to evaluate in-situ tack coat performance. Construction and Building Materials. 135. 377-385. 10.1016/j.conbuildmat. 2017.01.013.

4. Горшенков, А. А. Индукционный метод контроля и измерения механических характеристик вращательного движения двигателей [Текст]: дис. канд. техн. наук / Горшенков Анатолий Анатольевич. Омск. 2005. 122с.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ НА КОНСТРУКЦІЮ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПУ

Мулява А.Л. – магістр, muliava@gmail.com

Садовий О.С. – к.т.н., доц., sadovuyos@mnau.edu.ua

Миколаївський національний аграрний університет

Вступ. Нагрівальний елемент трансформаторного типу виконаний на основі силових трансформаторів загального призначення, який містить трифазний просторовий магнітопровід з ідентично виконаною первиною обмоткою. Однак необхідно не забувати що даний елемент опалювальної системи використовується в якості нагрівача, тому вторинна обмотка, на відмінно від силових трансформаторів, має один виток і конструктивно виконана замкненою, являючись при цьому навантаженням [1]. Конструктивні особливості нагрівального елемента і нагрівального блоку повинні забезпечувати ефективний тепловідвід, в результаті якого не повинно бути областей з локальним перегрівом, що може призвести до неполадок нагрівального елемента та системи в цілому.

Мета. Метою даної роботи є визначення перспективного напрямку покращення електронагрівального елемента трансформаторного типу для покращення експлуатаційних та теплових показників.

Аналіз та результат. Для підвищення експлуатаційних показників нагрівального елемента, необхідно ще на етапі розрахунку (проектування) враховувати конструкційні особливості, що дозволить в цілому підвищити термін служби, надійність та ККД нагрівального елемента. Принцип дії нагрівального елемента трансформаторного типу, на відміну від принципу дії силового трансформатора, спрямований на перетворення електричної енергії в теплову, що забезпечується вторинною обмоткою. Ділянка вторинної обмотки у вигляді стінки корпусу виконаний з листового струмопровідного матеріалу. Для створення контура зі струмом, стінки корпусної оболонки з'єднані між собою в трифазну ланцюг за допомогою електропровідних перемичок, причому висота корпусу перевищує висоту перемичок [2]. Зазначене конструктивне рішення призводить до розтікання струму по всій висоті листа корпусу, що є причиною зменшення

активного електричного опору, що в свою чергу підвищує потужності тепловиділень у вторинній обмотці та збільшення споживаної потужності.

Для правильного вибору товщини стінки корпусу при відомих лінійних розмірах ділянки вторинної обмотки необхідно враховувати зменшення активного опору R_k за допомогою виразу [3]:

$$R_k = k_R \cdot R_{kб},$$

де k_R - коефіцієнт, що враховує зменшення активного електричного опору при розтіканні струму по висоті корпусу; $R_{кб}$ - базове значення опору прямокутної ділянки корпусу, розташованого між перемичками, без урахування розтікання струму.

При розрахунку активного електричного опору ділянки корпусу, який є елементом вторинної обмотки, вкрай важливо правильно врахувати ступінь нерівномірного розподілу щільності струму по висоті листа корпусу, отже необхідно виконати корекцію величини опору. Дана задача може вирішитися за допомогою аналізу електричного поля, так як конструкція нагрівального елемента передбачає розбірне або нерозбірне (зварне) з'єднання кришки та дна з корпусом, то для спрощення аналізу можна припустити, що струми не проникають з бічної стінки корпусу в дно і кришку корпусу нагрівального блоку. Отже, при моделюванні можна визначати тільки ті струми, які замикаються по стінці корпусу. Для виконання даного завдання доречно використати методу кінцевих елементів, який можна застосувати в програмі ELCUT [4]. Вона дозволить автоматизувати процес розрахунку електричного струму I через задану поверхню на одиницю товщини матеріалу. Активний електричний опір провідника визначатимуться за величиною електричного струму, що протікає між лініями $abcd$ і $efgh$ (рис. 1,а) при величині різниці потенціалів $U_0 = 1$ В. Розподіл електричного потенціалу для елемента вторинної обмотки розташованого між кінцями перемички представлений на (рис.1, б).

Електричне поле на ділянці дослідження відповідно до електричного потенціалу U описується двохмірним рівнянням в прямокутній системі координат x, y :

$$\frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\gamma \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left(\gamma \cdot \frac{\partial U}{\partial y} \right) = 0$$

де γ - питома електрична провідність матеріалу.

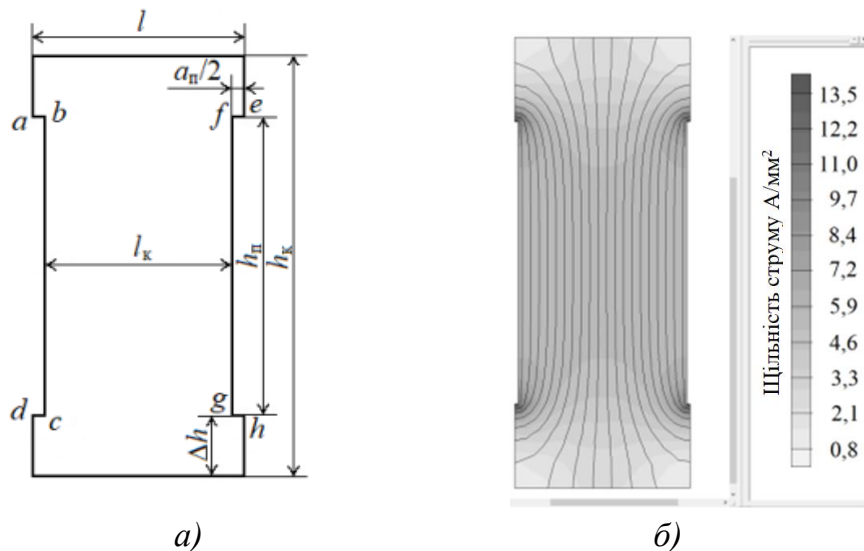


Рис. 1 – Промомодульоване електричне поле для елемента вторинної обмотки:
 а) - ділянка дослідження електричного поля між кінцями перемички;
 б) – результат моделювання розтікання електричного струму

На лінії $abcd$ справедливі граничні умови першого роду $U = U_0 = 1$, а лінії $efgh$ - $U = 0$. На інших границях досліджувальної ділянки справедливі граничні умови другого роду $\partial U / \partial n = 0$, де n – нормальна складова до поверхні ділянки.

Активний електричний опір R_k визначається за формулою:

$$R_k = \frac{U_0}{I \cdot \Delta_k},$$

де Δ_k - товщина матеріалу.

При розрахунках струму на досліджувальній ділянці, необхідно врахувати розтікання струму, що призводить до зменшення активного електричного опору. Для уточнення даного ефекту обчислюється коефіцієнт зменшення активного опору за формулою:

$$k_R = \frac{R_k}{R_{kб}} = \frac{R_k \mu_{п} \Delta_k}{l_k},$$

де $R_{kб}$ - базовий електричний опір прямокутної області між лініями bc і fg без урахування розтікання струму;

h_n, l_k - геометричні розміри досліджувальної ділянки.

В результаті дослідження виявлено, що геометричні розміри досліджувальної ділянки h_n, l_k та товщина використаного матеріалу Δ_k впливають на коефіцієнт зменшення активного опору k_R . При моделюванні значення розміру h_n змінювали в діапазоні 200 ... 600 мм, розмір l_k змінювали в діапазоні 100 ... 600 мм та розмір товщини матеріалу Δ_k змінювався в діапазоні 100 ... 200 мм. Результати досліджень наведені графічно на рис. 2.

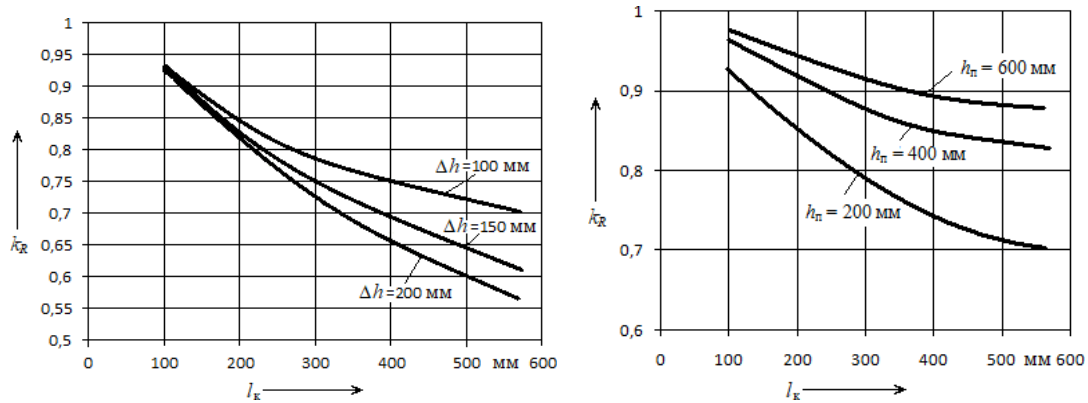


Рис. 2 – Результати досліджень залежності коефіцієнта зменшення активного опору від h_n , l_k , Δ_k

Висновок. Проведені дослідження нагрівального елемента трансформаторного типу для визначення перспективних шляхів вдосконалення конструкції. Виявлено, що величина активного опору вторинного короткозамкнутого контуру та потужність тепловиділення значно залежать від геометричних співвідношень і розмірів перемички та ділянки вторинного контуру розміщеного між перемичками. Знайдені результати дають можливість удосконалити нагрівальний елемент в процесі його проектування, для забезпечення якісних умов експлуатації.

Література

1. Громов Б.Н., Саламов А.А., Смирнов И.А. Состояние и перспективы развития централизованного теплоснабжения: ВИНТИ, 1988. 132 с.
2. Сериков А.В., Кузьмин В.М. Электронагревательные элементы и устройства трансформаторного типа для систем теплоснабжения: моногр. Владивосток: Дальнаука, 2012. 247 с.
3. Методика электромагнитного расчета нагревательного элемента трансформаторного типа с пространственной магнитной системой / Зар Ни Ньейн и др. *Известия вузов. Электромеханика*. 2018. № 2, т. 61, С. 59-64.
4. ELCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 5.1. Руководство пользователя. – СПб.: Производственный кооператив ТОР, 2003. 249 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ СТРУМОПРОВІДНИХ МЕТАЛЕВИХ ШИН

Педченко Є.О. – студент, pedchenkoyehor@gmail.com

Кириченко О.С. – к.т.н., доцент, askyrychenko@gmail.com

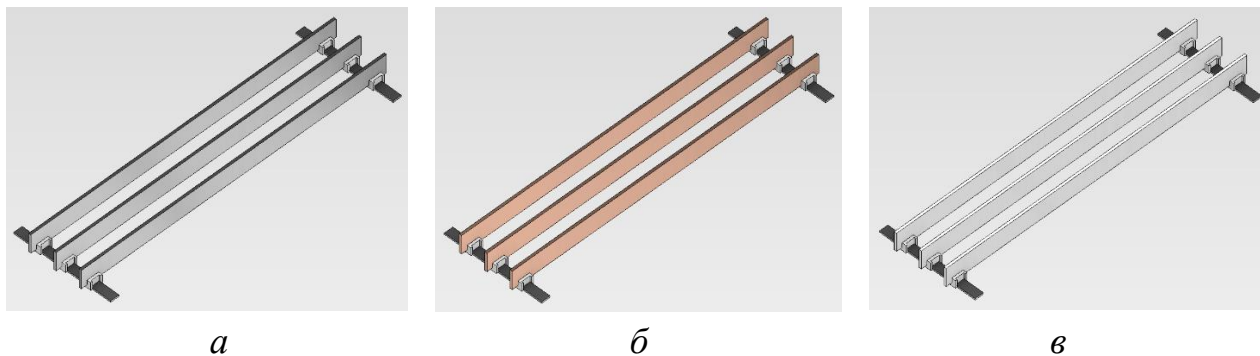
Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження пов'язана з необхідністю дослідження електротеплових процесів, що відбуваються в струмопровідних металевих шинах розподільних пристроїв, а також в електропостачальній інфраструктурі водного транспорту.

Метою роботи є дослідження стаціонарного теплового поля струмопровідних металевих шин та аналіз їх робочих характеристик.

Струмопровідні металеві шини у високовольтних установках з'єднують між собою високовольтні пристрої в тих місцях, де потрібно забезпечити низький активний і реактивний опори, що дозволяє суттєво знизити масогабаритні показники та трудовитрати. На електричних підстанціях і високовольтних розподільних пристроях струмопровідні металеві шини можуть експлуатуватись на відкритому повітрі без захисних кожухів [1-3]. В якості електротехнічних матеріалів для струмопровідних металевих шин використовують сталь, мідь та алюміній (рис. 1).



*Рис. 1 – Струмопровідні металеві шини: а – сталеві шини;
б – мідні шини; в – алюмінієві шини*

В даному дослідженні на основі створених просторових геометричних моделей струмопровідних металевих шин прямокутного перерізу 120×15 мм довжиною 2 м зі сталі, міді та алюмінію розроблено відповідні математичні моделі, які показано на рис. 1. Струмопровідні металеві шини за допомогою шести ізоляторних кріплень з фарфору фіксуються на відстані 165 мм одна від одної на сталевих планках, довжина прольоту становить 1,85 м. Математичні моделі струмопровідних металевих шин розраховано чисельним методом

розрахунку, за результатами розрахунку отримано їх стаціонарні теплові поля. Розподіл температури по струмопровідним металевим шинам зі сталі, міді та алюмінію при силі струму 1000 А наведено на рис. 2.

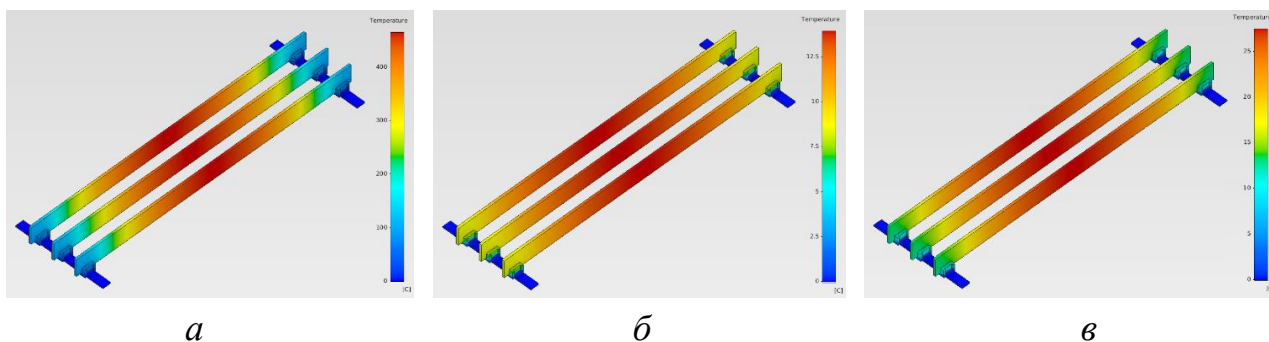


Рис. 2 – Стаціонарне теплове поле струмопровідних шин при силі струму 1000 А: а – сталеві шини; б – мідні шини; в – алюмінієві шини

Також, побудовано основні робочі характеристики струмопровідних шин зі сталі, міді та алюмінію (рис. 3).

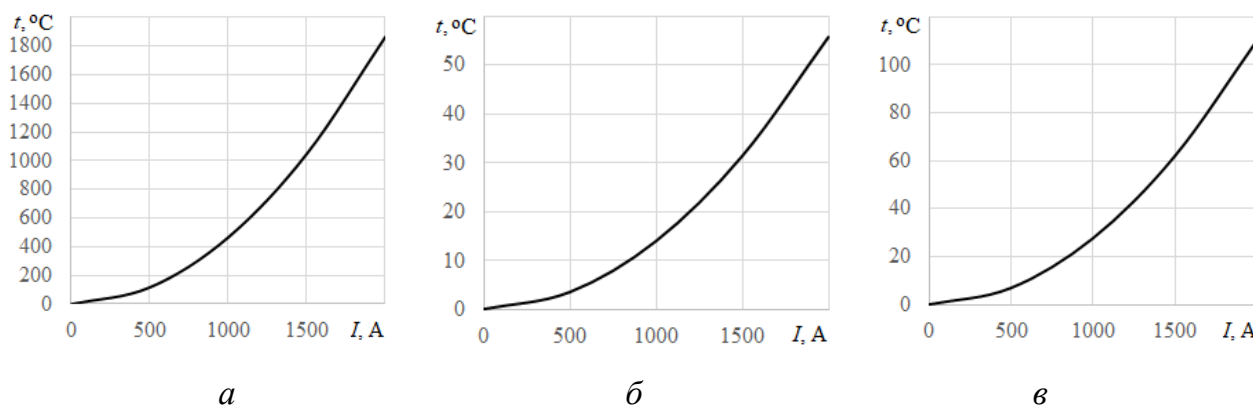


Рис. 3 – Робочі характеристики струмопровідних металевих шин: а – сталеві шини; б – мідні шини; в – алюмінієві шини

Найбільш рівномірний нагрів характерний для струмопровідних мідних шин (рис. 2). Аналіз отриманих робочих характеристик (рис. 3) дозволив встановити, що при силі струмі 1000 А температурний нагрів струмопровідних шин зі сталі, міді та алюмінію становить 465 °С, 14 °С і 28 °С відповідно. Наведені значення температур на робочих характеристиках слід розглядати як верхню температурну межу при роботі струмопровідних шин зі сталі, міді та алюмінію.

Висновок. В результаті проведеного дослідження на основі створених математичних моделей чисельно розраховано струмопровідні шини прямокутного перерізу 120×15 мм довжиною 2 м зі сталі, міді та алюмінію. Отримано картини стаціонарних теплових полів при силі струму 1000 А. Температурний нагрів струмопровідних шин зі сталі, міді та алюмінію становить 465 °С, 14 °С і 28 °С відповідно.

Література

1. Кириченко О.С. Моделювання стаціонарних теплових полів струмопровідних шин різного профілю / О.С. Кириченко, В.І. Костюченко, Д.О. Захаров // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК: науково-технічний журнал. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2017. № 1 (6). С. 60-63.
2. Тутов Д.О. Теоретико-експериментальне дослідження стаціонарного теплового поля струмопровідних шин розподільчого пристрою / Д.О. Тутов // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Автоматика і електротехніка». Миколаїв: НУК. С. 71-72.
3. О. Kyrychenko. Simulation of electromagnetic field characteristics for metal conductive buses with rectangular cross-section // Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал. Миколаїв, 2017. Вип. 1 (93). С. 171-180.

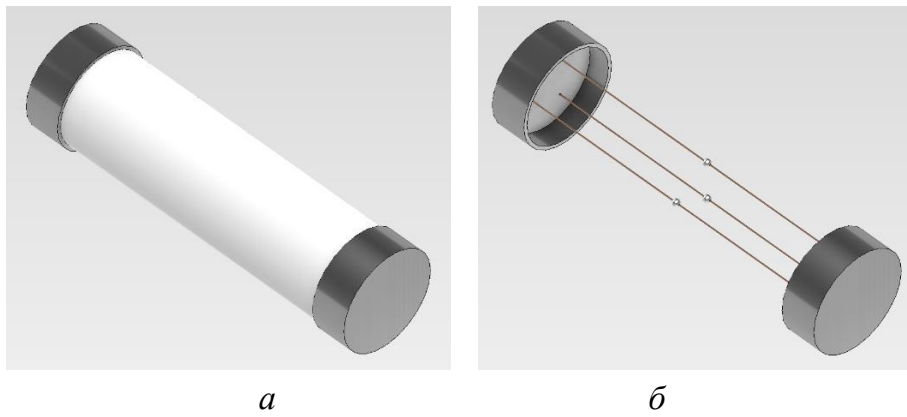
МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАПОБІЖНИКА З ПЛАВКИМИ ВСТАВКАМИ

Скрипник В.В. – студент, vitalii_skrypnyk2002@ukr.net
Кириченко О.С. – к.т.н., доцент, askyrychenko@gmail.com
*Київський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження пов'язана з необхідністю моделювання електротермічних процесів в запобіжниках з плавкими вставками сучасними методами розрахунку для забезпечення кращої візуалізації та наочності електротермічної дії струму.

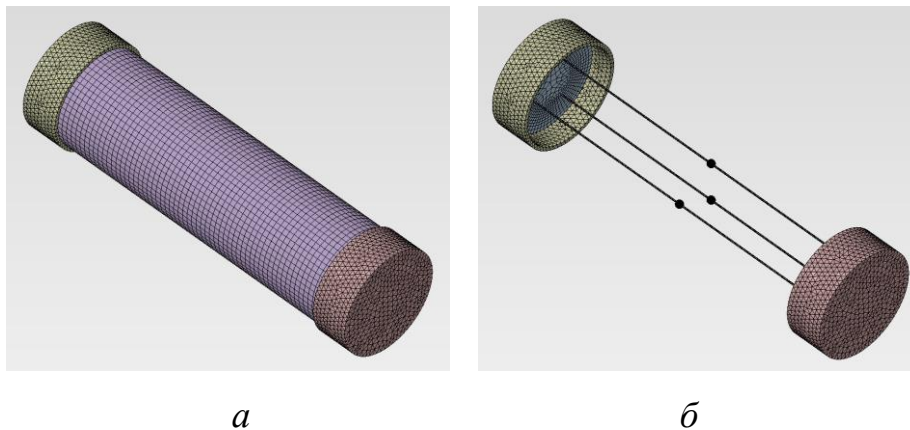
Метою роботи є моделювання електротермічних процесів запобіжника з плавкими вставками, побудова та аналіз його електротеплової характеристики.

На сьогодні запобіжники з плавкими вставками широко застосовуються у високовольтних установках систем електропостачання інфраструктури водного транспорту. В якості плавких вставок в запобіжниках застосовується мідь, цинк, свинець або срібло. Найбільш поширеними є мідні вставки з олов'яним розчинником [1; 2], оскільки вони є зручні, прості за конструкцією та мають відносно низьку собівартість. На рис. 1 зображено запобіжник з плавкими вставками у вигляді трьох мідними ниток циліндричної форми з напаяними на кожній з них олов'яними кульками.



*Рис. 1 – Запобіжник з плавкими вставками:
а – загальний вигляд; б – вигляд усередині патрона запобіжника*

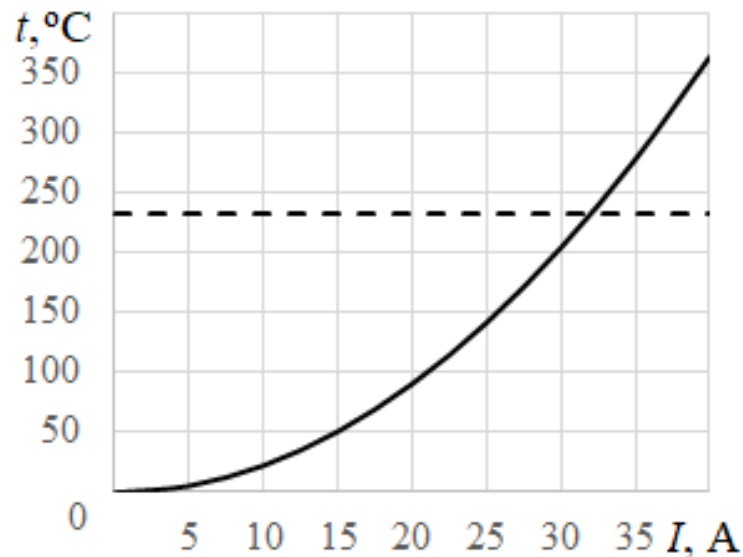
Запобіжник з плавкими вставками (рис. 1) складається з контактних сталевих стаканів та ізоляційного фарфорового патрона, всередині якого розміщені три мідні нитки $\varnothing 1$ мм з напаяними посередині цих ниток олов'яними кульками $\varnothing 5$ мм. Габаритні розміри розробленого запобіжника становлять 264×72 мм. Розрахунок проводився чисельно на основі кінцево-елементної моделі запобіжника (рис. 2).



*Рис. 2 – Кінцево-елементна модель запобіжника з плавкими вставками:
а – загальний вигляд; б – вигляд усередині патрона запобіжника*

На основі проведених розрахунків побудовано електротеплову характеристику запобіжника з плавкими вставками (рис. 3).

Застосування напаяних олов'яних кульок в якості розчинника дозволяє мати надійні та відносно недорогі мідні плавкі вставки, що працюють при відносно низькій експлуатаційній температурі, а також мають відносно малий об'єм і вагу металу, що сприяє комутаційній здатності запобіжника та його швидкодії при великих перевантаженнях [3].



*Рис. 3 – Електротеплова характеристика запобіжника з плавкими вставками:
суцільна лінія – крива електротеплової характеристики;
пунктирна лінія – температурна межа плавлення олова*

Криву електротеплової характеристики (рис. 3) змодельованого запобіжника з плавкими вставками зображено суцільною лінією, що перетинає температурну межу плавлення олова 231,9 °С (пунктирна лінія) приблизно при силі струму 32 А.

Висновок. В результаті проведеного моделювання електротермічних процесів запобіжника з плавкими мідними вставками Ø1 мм з напаяними на них олов'яними кульками Ø5 мм встановлено, що спрацювання даного запобіжника відбувається приблизно при силі струму 32 А. Отримано картини розподілу основних електротеплових величин по просторовій моделі запобіжника. Таким чином, застосування сучасного чисельного методу розрахунку дозволило забезпечити кращу візуалізацію та наочність процесів електротермії запобіжника з плавкими вставками.

Л і т е р а т у р а

1. Намитоков К.К. Плавкие предохранители / К.К. Намитоков, Р.С. Хмельницкий, К.Н. Анисеева. М.: Энергия, 1979. 176 с.
2. Маньков В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения / В.Д. Маньков. СПб.: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электросервис», 2010. 664 с.
3. Козлов В.Д. Электричні апарати. Вимірювальні, контролювальні та захисні апарати. Ч. 3 / В.Д. Козлов, С.В. Єнчев. Київ: НАУ, 2007. 72 с.

ТИПИ ДАТЧИКІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЇ

Стахова А.П. – докторант, sap@nau.edu.ua
Квасніков В.П. – д.т.н., проф., kvp@nau.edu.ua
Національний авіаційний університет

Актуальність дослідження зумовлена присутністю вібрацій в багатьох механічних системах. Якщо неконтрольована вібрація може привести до аварій та катастрофічних ситуацій. Вібрації верстатів або деталей верстата можуть привести до неправильної обробки деталей. Структурна несправність може виникнути через великі динамічні напруження. Вібрації, викликані незбалансованим лезом вертольота при обертанні на високих швидкостях, можуть привести до відмови леза і катастрофи вертольота. Надмірні коливання насосів, компресорів, турбомашин і інших промислових машин можуть викликати вібрації навколишнього середовища, що призводить до неефективної роботи машин та механізмів [1].

Технологія вимірювання вібрації - це область з широкими можливостями, яка передбачає збір, моніторинг, обробку та аналіз отриманої інформації. До складу найпростішої системи вимірювання вібрацій повинен входити вимірювальний перетворювач, тобто датчик вібрацій.

Метою роботи є проведення огляд датчиків вібрацій, які доступні для використання на сучасному етапі.

З усього різноманіття існуючих датчиків вібрації найбільшого поширення набули датчики з п'єзоелектричними перетворювачами. Такі датчики, призначені для вимірювання вібропереміщення, отримали назву віброметрів. Датчики, які забезпечують вимірювання віброшвидкості, називаються велосіметрами, для вимірювання віброприскорення називаються акселерометрами.

В даний час в віброметрії використовується велика кількість різних типів вібродатчиків, що відрізняються один від одного чутливим елементом, що перетворює прискорення інерційної маси датчика в електричний сигнал. За видом чутливого елемента найбільше застосування знайшли наступні типи датчиків:

Датчики з резистивним (тензорезистивним) чутливим елементом. У таких датчиках перетворення сили, що діє при прискореннях на сейсмічну масу, в електричну величину здійснюється металевими або напівпровідниковими тензорезисторами, що включені в схему двухплечного або чотирьохплечного моста. Резистивні перетворювачі, які є пасивними перетворювачами, придатні також для частоти, що дорівнює нулю. Це означає, що такі і подібні їм перетворювачі прискорення можуть бути використані для вимірювання постійних відцентрових прискорень або для вимірювання нахилу в полі земного тяжіння. Резистивні перетворювачі працюють для прискорень приблизно до $10^4 \text{ м}^2/\text{с}$ і з

частотами до 1 - 2 кГц.

Датчики з індуктивними чутливим елементом. Індуктивні перетворювачі прискорення мають замість резистивної вимірювальної системи індуктивну вимірювальну систему, що володіє високою чутливістю, з поперечним переміщенням якоря, включену в двоплечну мостову схему. Вони можуть використовуватися для статичних вимірювань і допускають можливість простого градування в поле земного тяжіння зі зміною прискорення на 2 g шляхом повороту на 180°. Завдяки високій чутливості вони особливо придатні для вимірювання нахилу в зоні земного тяжіння. Максимальні прискорення, сприймаються цими датчиками, складають приблизно 2500 м² / с в діапазоні частот від 0 до 1000 Гц.

Датчики з ємнісними чутливими елементами. Такі датчики подібні тензорезистивним датчикам в яких перетворення прискорення в електричний сигнал відбувається через зміни ємності при русі інерційної маси. Ці пасивні датчики також можуть бути придатні для вимірювань кутів нахилу в полі земного тяжіння. Характеристики таких датчиків аналогічні характеристикам тензорезистивних датчиків. Такі датчики випускають у вигляді напівпровідникових мікросхем та, зазвичай, використовуються для побутової техніки.

Датчики з п'єзоелектричними чутливим елементом. П'єзоелектричні перетворювачі є активними перетворювачами, які створюють вимірювальну напругу без подачі на них напруги від стороннього джерела. При прискореннях, що виникають в напрямку осі датчика, сейсмічна маса перетворювача створює відповідну силу, діючи на п'єзоелектричний чутливий елемент, на поверхні якого створюється електричний заряд і, отже, електрична напруга, пропорційна прискоренню. Через дуже високої частоти власних коливань (від 30 до 50 кГц) п'єзоелектричні акселерометри особливо придатні для високочастотних процесів в діапазоні до 20 кГц. Нижня гранична частота таких перетворювачів визначається застосуванням підсилювачем і лежить в межах 0,5-10 Гц. Максимальні прискорення визначаються конструкцією датчиків і можуть становити величини від 1 до 10⁵ м²/с.

У світовій практиці найбільш ефективними при оцінці і прогнозуванні технічного стану різних об'єктів є п'єзоелектричні акселерометри, завдяки їх можливостям вимірювати вібрацію в широкому частотному і амплітудному діапазоні, малим габаритним розмірам і масі, довговічності в експлуатації і простоті в установці.

Висновок. В роботі проведено огляд сучасного стану технологій проведення вимірювань параметрів вібрації для машинного обладнання. Розглянуто основні типи вимірювальних перетворювачів за видом чутливого елемента, що

перетворює прискорення інерційної маси датчика в електричний сигнал.

Л і т е р а т у р а

1. Graham Kelly S. Mechanical vibrations. Theory and applications. Si edition. The university of Akron, Seala, 2012. 876 p.

ПЛАНУВАННЯ ТРАЕКТОРІЇ РУХУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Трофименко М.С. – аспірант, 2522092@stud.nau.edu.ua
Шкварницька Т.Ю. – доцент, tetyanashkvarnytska@gmail.com
Національний авіаційний університет

Актуальність дослідження зумовлена революційним розвитком ІТ-технологій у сучасному Світі. На даний момент неможливо уявити собі буді масові заходи без використання роботизованої техніки наприклад квадрокоптера, але також є ще один вид роботів – це колісні мобільні робототехнічні комплекси в які є функція автономного та дистанційного керування.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу розробки алгоритму руху електричних машинах, а також аналізу вібраційних процесів різної природи.

Автоматизація і використання роботів надійно зайняли нішу у виробництві, проте в даний час йде процес перенесення центру наукових досліджень впровадження промислових роботів з автоматизованого виробництва різної продукції в область створення роботів спеціального призначення.

Вібрація і удари може привести до втрати контакту [2], в такому випадку можна помістити між мікроконтроллером і аккумулятром демпфер вібрації, який також буду охолоджувати аккумуляторну батарею.

У випадку надто стільної вібрації можуть бути наступні наслідки:

- Неправильне зчитування сигналу з аналогових датчиків.
- Помилкові спрацьовування двигунів;
- Короткі замикання.

Планування руху мобільного робота - одне з основних завдань роботизованих систем. Завдання планування оптимального шляху в загальних умовах формулюється так: на карті місцевості необхідно визначити маршрут руху від початкового набору точок до набору кінцевих точок. У цьому твердженні початковий і кінцевий визначаються в процедурі розрахунку.

Можливі такі варіанти завдань:

- прокласти оптимальний маршрут від початкової до кінцевої точки (початкова та кінцева точки встановлені);
- прокласти оптимальний маршрут від набору вихідних точок до заданого

набору кінцевих точок;

– побудувати зону транспортної доступності з заданим рівнем витрат щодо багатьох вихідних точок.

Більшість алгоритмів прокладання оптимальних маршрутів базується на методі динамічного планування Беллмана - Форда на зважених графіках [1]. Для транспортної мережі вершини графіка є вузлами транспортної мережі, а дуги відповідають переходам між вузлами. Інтерпретація графів проблема найкоротшого шляху - знайти способом між двома вершинами (або вузлами) графіка так, щоб сума ваг ребер, з яких він складається, була мінімальною. Прикладом є пошук найкоротшого шляху між двома точками на карті дороги. У цьому випадку вершини є точками, а ребра - дорогами з вагою, рівною часу, необхідному для подолання цього відрізка.

Алгоритм Беллмана-Форда-це найкоротший алгоритм пошуку, який дозволяє визначити шлях до вершин, ребра яких можуть мати від'ємну вагу порівняно з алгоритмом Дейкстри. Алгоритм складається з декількох етапів. На кожній фазі враховуються всі ребра графіка, і алгоритм намагається здійснити релаксацію вздовж кожного ребра значення.

Алгоритм пошуку Дейкстри. Слід мати на увазі, що цей алгоритм може бути застосований лише до тих графіків, у яких ваги ребер не від'ємні, це його основна відмінність від алгоритму Беллмана-Форда. В процесі виконання алгоритм перевірить кожну з вершин графа і знайде найкоротший шлях до вихідної вершини. Стандартна реалізація працює на зваженому графіку, тобто на графіку, у якому кожен шлях має вагу, тобто "вартість", яку доведеться "оплатити", щоб перейти через це ребро. На нерівному полі вага кожного ребра графіка вважається однаковою.

У 2011 році був введений інший алгоритм - знаходження точки переходу, яка є покращенням A^* , це прискорює пошук шляху, "перестрибуючи" багато місць, які необхідно врахувати. На відміну від таких алгоритмів, JPS не вимагає попередньої обробки та визначення додаткових витрат на пам'ять.

Алгоритм IDA* (A^* з ітераційним поглибленням) є модифікованою версією A^* , використовує менше пам'яті через меншу кількість розгорнутих вузлів. Працює швидше A^* у разі вдалого вибору евристики.

Алгоритм трасування хвилі Лі-це алгоритм пошуку першого найкращого збігу. Перш за все, ми розглянемо вузли, шлях від яких до кінцевої вершини, ймовірно, коротший, тобто через евристику робиться те саме, що A^* робить для алгоритму Дейкстри. Цей алгоритм є розширенням алгоритму Дейкстри, прискорення роботи досягається за допомогою евристики - при розгляді кожної окремої вершини відбувається перехід до сусідньої вершини, очікуваний шлях від якої до потрібної вершини є найкоротшим. Він використовується для пошуку

найкоротшого шляху на карті в незнайомій місцевості.

Висновок. В результаті аналізу було зроблено висновок, що при розробці мобільного робота для переміщення та орієнтації в обмеженому просторі алгоритм пошуку IDA * має переваги, а для розвитку бойового мобільного робота - краще використовувати алгоритм Лі - трасування хвиль.

Л і т е р а т у р а

1. К. К. Томас, Р. Л. Рівест, К. Ф. Штайн Алгоритми: побудова та аналіз / К. К. Томас, Р. Л. Рівест. Вінниця: ВНТУ, 2006 р, 391с.
2. Ю.Г. Мартиненко Управління двигунами мобільних колісних роботів / Ю. Г. Мартиненко. Фундаментальна та прикладна математика 2005 р., 1594 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ШПИНДЕЛЬНОГО
ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Алієв В.Е. – магістр, alieff.valery2013@gmail.com

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

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена збереженням динамічної рівноваги коливальної системи верстата та його основних формоутворювальних вузлів і насамперед шпиндельного вузла.

Метою роботи є дослідження динамічної якості шпиндельного вузла фрезерного верстата з ЧПК за допомогою метода перетворення Фур'є.

Процес механічної обробки характеризується збереженням динамічної рівноваги коливальної системи верстата та його основних формоутворювальних вузлів і насамперед шпиндельного вузла (ШВ) [1-3]. Зміни що відбуваються при цьому явищі можна описати наступною послідовністю: змінні сили, що генеруються при роботі верстата (віброобурення) діють на вал ШВ викликаючи його коливання з малими амплітудами (вібрація); вібрація шпинделя визначає вібрацію інструменту щодо заготівлі і супроводжується появою похибок. Такий «сценарій» дозволяє зробити постановку завдання: *Виконати моделювання вібрації ШВ за його конструктивними та точними характеристиками.*

Розглянемо пружню систему ШВ (рис.1) як балку на пружних опорах з в'язким демпфуванням.

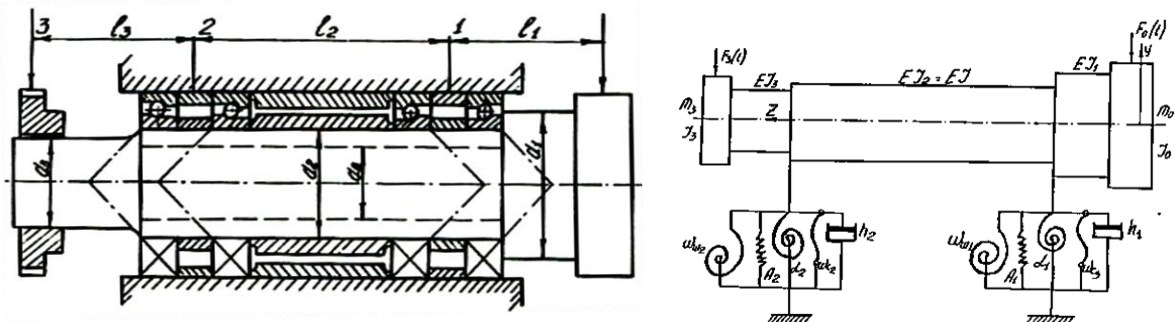


Рис. 1 – Шпиндельний вузол: конструктивна та розрахункова схеми

Пружня ланка (рис.1) можна розглядати як систему з інерційними, пружними і демпфуючими параметрами [4,5]. Сила $F_0(t)$ (вхідний сигнал), якій діє на

різальний інструмент і переміщення $y(t)$ (вихідний сигнал) видаються як стаціонарні випадкові процеси (функції часу) з Гаусовим законом розподілу та нульовим математичним очікуванням. Як відомо [6, 7], частотна характеристика системи визначається як перетворення Фур'є $Y(f)$ реакції системи (в даному випадку це переміщення $y(t)$) на імпульсний вплив. Частотна характеристика в термінах амплітудної і фазової складових (1) та (2):

$$H(f) = |H(f)|e^{-j\theta(f)}; \quad (1)$$

$$|H(f)| = \frac{1/k}{\sqrt{(1 - (f/f_n))^2 + (2lf/f_n)^2}}; \quad \varphi(f) = \arctg \frac{2lf/f_n}{1 - (f/f_n)} \quad (2)$$

У виразах (1) – (3) введено позначення: $l = \frac{h}{2\sqrt{km}}$; $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$,

де f_n - власна частота незагасаючих коливань (Гц).

Під час розгляду конкретного шпindelного вузла з розточним різальним інструментом, що має такі параметри: $\{m=25\text{Н}; h=13,96 \text{ Нс/мм}; K=38900 \text{ Н/мм}\}$; коефіцієнт l , власна частота f_n і резонансна частота f_r приймають такі значення: $\{l=0,02; f_n = 19,86 \text{ Гц}; f_r = 19,84 \text{ Гц}\}$.

Вібростійкість замкнутої пружної системи Шпindel-Інструмент-Процес різання може бути оцінена за розімкнутою системою. На рис. 2 представлені годографи Амплитудно-Фазової Частотної Характеристики (АФЧХ) пружної ланки W_{uz} процесу різання (W_p), в середовищі програмної системи MatLab.

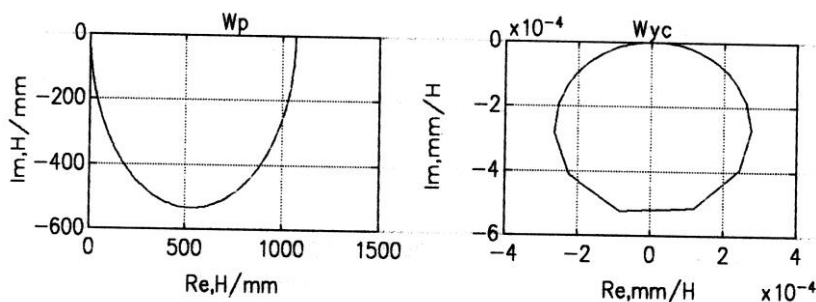


Рис. 2 – АФЧХ пружної системи Шпindel-Інструмент-Процес різання

Висновок. В результаті проведеного дослідження отримана оцінка динаміки функціонування замкнутої пружної системи шпindel-інструмент-процес різання. Аналіз отриманих частотних характеристик свідчить про стабільність розглянутої конструкції шпindelного вузла

Література

1. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. P. 52–58. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>

2. Krol O.S., Juravlev V.V. Modeling of spindle fur turret of the specialized tool type SF16MF3. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 4, Lublin. Poland. Pp. 141–147.

3. Krol O., Suhorutchenko I. 3D-modeling and optimization spindle's node machining centre SVM1F4. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 3, Lublin. Poland. Pp. 114–119.

4. Кроль О.С. Твердотельное моделирование и исследование шпиндельного узла обрабатывающего центра / О.С. Кроль, А.А. Кроль, Е.И. Бурлаков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. № 16(989). С. 14–18.

5. Кроль О.С. Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография / О.С. Кроль. Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2013. 260 с.

6. Krol O., Porkuian O., Sokolov V., Tsankov P. Vibration stability of spindle nodes in the zone of tool equipment optimal parameters. Comptes Rendus de l'Academie Bulgare Des Sciences. Sofia: "Prof. Marin Drinov" Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2019. Vol. 72. No 11. P. 1546–1556. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.11.12>.

7. Krol O., Sokolov V. Rational choice of machining tools using prediction procedures // EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 4. Pp. 14–20. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00667>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДУ РУЛОННОЇ ДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ

Аль-Сакаф Юніс Шабіб Хуссейн – магістрант, unis12000@gmail.com

Зенкін М.А. – д.т.н., проф., nikolay_zenkin@ukr.net

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження. Однією з багатьох проблем при створенні високопродуктивних багатоколірних рулонних машин секційної побудови є розробка механічних приводів з параметрами, що забезпечують мінімальні вібрації в робочих механізмах на робочих режимах, а, отже, висока якість суміщення фарб при кольоровому друці. Механізми приводів рулонних друкарських машин складаються з високоточних систем механічних передач, які здійснюють рух виконавчих пристроїв. Зниження низькочастотних коливань і вибір раціональної системи приводу сьогодні представляє актуальну задачу для розробників рулонних машин.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу шляхів удосконалення приводу сучасної рулонної машини з урахуванням всіх вимог, що до нього висуваються.

Основний текст. Останнім часом створено велику кількість моделей рулонних друкарських машин різних схем побудови, способів друку, форматів, барвистості, призначення і рівня автоматизації. Рулонні машини виявилися

історично останніми за часом їх появи і стали природним результатом застосування ротаційного друкованого апарату [1, 2]. Рулонні друкарські машини найбільш швидкохідні з усіх видів друкарського обладнання, що досягається завдяки ротаційному друкованому апарату і безперервній подачі в машину паперової стрічки. Це дозволяє повністю використовувати час циклу для друкування.

Вони мають широкі технологічні можливості відтворення на запечатаному матеріалі будь-яких графічних зображень при поєднанні по ходу проводки паперової стрічки операцій розрізання, перфорування, висікання, фальцювання тощо, що істотно спрощує і здешевлює процес отримання готової продукції. Багатоопераційність рулонних машин дозволяє отримати на виході друковану продукцію у вигляді листів, рулонів, зошитів і навіть у вигляді готових брошур, книг і журналів при виготовленні останніх в складі друковано-оздоблювальних ліній [3 - 5].

В результаті виконаних досліджень нами було проведено аналіз приводу рулонної друкарської машини, на основі якого запропоновано шляхи його вдосконалення та рекомендації щодо вибору матеріалу деталей приводу з метою подовження його терміну експлуатації.

Показано, що головною специфічною особливістю приводу рулонної машини є та обставина, що наведені ним виконавчі механізми додатково пов'язані безперервною паперовою стрічкою і будь-які коливання, що викликають неузгодженість виконавчих механізмів в напрямку їх обертання, негайно змінюють первинне натягнення стрічки в зв'язку зміною поздовжньої деформації паперу, що стає причиною появи дефектів друку і рубки стрічки.

Також з'ясовано, що практично всі робочі органи діють на привід при його роботі: взаємодія виїмок на поверхнях контактуючих один з одним циліндрів друкарських апаратів; неврівноваженість цих циліндрів, а також циліндрів фальцювально-ріжучого, фарбового апаратів, стрічкопровідних валиків; нестабільність деформації пружних покриттів друкарських та офсетних циліндрів - в друкарському апараті, накочуючих і розкочуючих валиків - в фарбовому апараті - під час перекочування їх поверхонь під тиском в відповідних контактних зонах; взаємодія графійок, ріжучого і фальцювального ножів з паперовою стрічкою - в фальцювально-ріжучому апараті тощо. Наслідком такої структури і навантаженого приводу є широкі спектри щільно розташованих один щодо одного власних частот і частот збуджуючих сил, що діють на нього. Це призводить до того, що багато ділянок приводу працюють в режимах, близьких до резонансних, що значить - з підвищеною проти розрахункової навантаженості.

Висновок. В результаті виконаного аналізу сучасних науково-технічних джерел інформації та світового досвіду створення і експлуатації рулонних

друкарських машин нами було з'ясовано, що привід не завжди повною мірою може виконувати своє призначення, тобто здійснювати безперервну передачу руху і погоджувати переміщення робочих органів із заданою точністю. При недостатньо обґрунтованому виборі структури і параметрів передач приводу може бути не досягнута задана синхронізація виконавчих механізмів.

З'ясовано, що приводи існуючих ротаційних друкарських машин є багатомасовими динамічними системами, що мають кілька ступенів редукції швидкості від приводного електродвигуна до різних робочих органів.

Відмічено, що від чіткої роботи приводу напряму залежить якість роботи машини і, як наслідок, якість поліграфічної продукції.

В зв'язку з цим подальші дослідження будуть спрямовані на проектування приводу рулонної друкарської машини, з урахуванням досвіду експлуатації, всіх зазначених вимог та з використанням сучасних матеріалів і технологій.

Л і т е р а т у р а

1. Вилсон Д. Дж. Рулонная офсетная печатная машина: механизмы, эксплуатация, обслуживание. М.: ЦАПТ, 2007. 424 с.
2. Печатные машины и технологии: пер с англ. / под ред. Романо Ф. М.: МГУП, 2006. 56 с.
3. Чехман Я.И. Печатные машины / Я.И. Чехман, В.Т. Сенкусъ. М.: Книга, 1987. 304 с.
4. Ярема С. М. Офсетний друк: Друкарські машини, оздоблювальне та допоміжне обладнання. / С.М. Ярема, В.А. Карплюк, С.І. Мельничук, Р.С. Прокопчук. К.: ХаГар, 2002. 507 с.
5. Ярема С. М. Видавничі поліграфічні технології та устаткування. – Навч. посіб. – К.: Університет "Україна", 2003. 320 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ І ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ НОЖІВ ШВИДКІСНИХ РІЗАЛЬНИХ МАШИН

Артеменко А.С. – магістрантка, alina.art@ukr.net
Зенкін М.А. – д.т.н., проф., nikolay.zenkin@ukr.net
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження. Якість, зовнішній вигляд, а також вартість книжково-журнальної продукції в значній мірі залежать від технологічного процесу її виготовлення та устаткування для виконання певних технологічних операцій. З метою досягнення більш високої продуктивності та якості книжково-журнальної продукції у спеціалізованих поліграфічних підприємствах широке застосування отримали потокові лінії. При цьому основною вимогою до

операційного устаткування залученого у потокові лінії та призначеного для виконання окремих технологічних операцій є однаковою їх продуктивність. На практиці об'єднання операційних машин у потокові лінії (беручи до уваги різну швидкість машин) переважно призводить до вимушеного зменшення продуктивності. Тому узгодження швидкості агрегатів та використання швидкорізального обладнання є актуальною науковою і технічною проблемою у поліграфічній промисловості.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу шляхів удосконалення технологічного процесу обрізування книжково-журнальних блоків багатолезовим різальним інструментом

Основний текст. Технологічний процес виготовлення книжково-журнальної продукції є достатньо складним та складається із значної кількості технологічних операцій. Виготовлення якісної книжково-журнальної продукції передбачає чітке та послідовне виконання цих операцій, які можна розділити на операції додрукарської підготовки, операції пов'язані із друком продукції та післядрукарські процеси.

Післядрукарські процеси виготовлення книжково-журнальної продукції залежать від виду продукції, її об'єму та накладу і характеризуються довгим ланцюжком технологічних операцій, що виконуються із численними напівфабрикатами, які суттєво відрізняються на кожному із етапів технологічного процесу [1, 2].

Для обрізування КЖБ під час їх зупинки традиційно використовуються паперорізальні машини, у яких ніж здійснює складний «шаблевий» рух, завдяки чому зменшується навантаження, забезпечується плавне врізання у стос, підвищуються точність та якість різання та суттєво зменшуються енерговитрати [3].

Ніж, втискуючись в стос паперу, викликає прогин аркушів у стосі і волокон в аркушах. При втискуванні клиноподібного ножа в верхню частину чергового аркуша нижня частина цього аркуша розривається, оскільки напруження розтягування тут перевищують межі його міцності. Слід відзначити, що міцність волокон аркуша паперу в декілька десятків разів перевищує міцність аркуша. Тому переважна частина елементарних волокон не розривається, а розділюється. При цьому розділюються не тільки волокна, в які втискувалось лезо ножа, але й волокна, які ще не контактували з ножом, тобто утворюється випереджуюча тріщина. Як одноножові так і триножові різальні машини характеризуються високою метало- та енергомісткістю, а також невисокою продуктивністю, адже процес обрізування відбувається під час зупинки напівфабрикату [3]. Порівняно невелика продуктивність та досягнення гранично-можливих технічних характеристик сучасного устаткування для різання поліграфічної продукції

обумовили пошук альтернативних способів різання.

Висновок. Проведений аналіз існуючого устаткування для обрізування КЖБ з трьох боків засвідчив неефективність його залучення до складу високошвидкісних автоматизованих потокових ліній у першу чергу через порівняно малу технічну швидкість роботи (до 100 ц/хв). Подальше суттєве вдосконалення цього устаткування можливе лише за умови докорінної зміни технологічного процесу: переходу до обрізування блоків під час транспортування (безвистійного обрізування). Проте, нові способи безвистійного обрізування КЖБ та засоби для їх реалізації з різних причин (низька швидкість транспортування КЖБ, складність конструкції, наявність індивідуального привода, тощо) не знайшли практичного застосування. Таким чином розробка нового високошвидкісного устаткування для безвистійного обрізування є важливою задачею, поставленою вимогами сьогодення.

Аналіз літературних джерел показав потребу глибшого дослідження цих процесів з метою вироблення рекомендацій стосовно параметрів основних операцій технологічного процесу. Перспективним напрямком удосконалення устаткування для обрізування КЖБ є розроблення способу та засобів для здійснення обрізування під час руху напівфабрикату за коловою траєкторією. Машина карусельного типу, в порівнянні з машинами лінійного типу, мають менші габарити. З огляду на це, пропонується обрізувати КЖБ в машинах карусельного типу.

Л і т е р а т у р а

1. Ананьина Е. В. Машины брошюровочнопереплетного производства. в 2 ч., Ч. 1./ Е. В. Ананьина, Ю. Н. Коцарь, Б. М. Мордовин // М.: Книга, 1974. 221 с.
2. Киппхан. Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства: пер. с нем., М.: МГУП, 2003. 1280 с.
3. Топольницький П. В. Теоретичні дослідження впливу конструкції багатолезового різального інструмента на деформацію блоків, що виникає в процесі обрізування під час їх переміщення за коловою траєкторією. / П. В. Топольницький, Ю. В. Ватуляк // Комп'ютерні технології друкарства. 2017, №37. С. 110 – 118.

RESEARCH OF THE DRIVE OF A ROTARY PRINTING MACHINE

Barabash V. – bachelor, vikabarabashivka@gmail.com

Zenkin M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, nikolay_zenkin@ukr.net

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

The relevance of research. Rotary printing machines are designed for printing various printing products. Printing is a high-precision technological process that occurs under conditions of various deformations. associated with contact phenomena in

printing presses. These deformations are crucial for the quality of products and equipment performance.

The large variety of deformations, the impossibility of their complete elimination in the practice of operation of machines create a complex scientific and engineering problem of control and control, the solution of which requires an in-depth analysis of the phenomena. Deformations occur in all components of the printing machine, affect the quality of products and the operation of mechanical systems of the machine. In this regard, the study of working conditions and improving the drives of rotary machines is an urgent scientific and practical task.

The purpose of this work is to conduct a review analysis of ways to reduce the impact of negative production factors in order to extend the life of the drive of a rotary printing machine.

Main text.

There is a large amount of research on the study of the properties and models of behavior of paper tape in processing equipment [1-3]. Recently, there have been works analyzing the possibilities of creating electronic devices using printing technology in research [4] simulated devices that compensate for the mismatch of the printed layers of the multilayer electronic device. In all these works, the behavior of the tape in the machine is studied, but the question of the influence of the machine mechanisms on the occurrence of additional deformation of the tape and, accordingly, additional incompatibility of paints is not considered.

In this work we consider the mechanical drive systems of multicolor web presses. To create drives, theoretical developments are needed, ie. creation of mathematical models linking the operation of the machine with the required quality indicators of printed products.

The properties of any technical system are manifested in the process of its operation. To determine these properties, it is necessary to analyze the output parameters of the system under certain input effects. Conducting experiments on real systems is economically unprofitable, it is impossible on the designed systems. The formulation of a full-scale experiment is difficult, and sometimes impossible. For example, cause and effect are separated in time and space, we can cite the results of a survey conducted by Mohn Media on the work of ten web presses, it was found that "in 53% of cases of breakage of the paper web failed to identify its causes" [5]. Although special equipment was used, in this regard, experiments to study the properties of actuators are not carried out on real systems, but on their models.

The improvement of multi-section roll printing presses is focused on the consideration of developed computational models and obtaining dependences. Of particular importance is the study of the dynamic properties of the designed systems, taking into account the properties of the energy source, process and object, which

determine the quality of printed products.

Modern web-fed rotary printing machines are equipped with various drive systems:

Decentralized drive, its main advantage is the ability to independently adjust the printing apparatus for circulation, which significantly reduces the time of adjustment, and the disadvantage - requires engine control systems, which increases the cost of equipment.

The classic centralized drive with the main shaft system is used in inexpensive machine models.

Hybrid scheme, when the shaped cylinders are driven by servomotors, and the other cylinders from the central shaft.

In earlier studies, a number of authors considered machines with a horizontal synchronizing shaft in the form of chain models in which the stiffness of the main transmission was assumed to be infinitely large.

For further research, it is necessary to substantiate the feasibility of using flexible-link transmissions for the drive of tape-driving elements and determining the value of their rigidity.

Conclusions. The analysis showed that the research must be carried out taking into account a number of requirements. The parameters of the drive should be established by a reasonable calculation based on an analysis of the options for the operating mode of printing machines. At the design stage, this can be done using mathematical models and their numerical solution. By limiting the value of the permissible print non-alignment, we will be able to calculate the values of the stiffness of the drive shafts.

References

1. Митрофанов В. П. Случайные стационарные процессы неприводки красок при печатании на вязкоупругой ленте // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2001. № 3/4. С. 47-55.

2. Lif J. O. Hygro-viscoelastic stress analysis in paper web offset printing // Finite Elements in Analysis and Design. 2006. Vol. 42, no. 5. P. 341-366.

3. Erkkila A.-L., Leppanen T., Hamalainen J., Tuovinen T. Hygro-elastostatic model for planar orthotropic material. International Journal of Solids and Structures. 1 June. 2015. Vol. 62. P. 66-80.

4. Kang H., Lee C., Shin K. A novel cross directional register modeling and feedforward control in multi-layer roll-to-roll printing // Journal of Process Control. 2010. Vol. 20, № 5. P. 643-652.

5. Бергманн Г. Разрывы бумажного полотна - загадка рулонной печати // PrintCom Russia. 2010, № 3/4. С. 40-41.

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Батурін Є.О. – аспірант, baturin2307@gmail.com

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

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена підвищенням ефективності сучасного технологічного обладнання в машинобудуванні [1-4].

Метою роботи є поліпшення характеристик технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами.

Відомо електрогідравлічний привід технологічного обладнання, що містить робочий орган, гідромотор з робочим об'ємом, що регулюється, механічну передачу, що сполучає гідромотор з робочим органом, насос та гідроапаратуру [5-7], обраний за прототип. Недоліком відомого електрогідравлічного приводу технологічного обладнання є наявність похибки керування, зменшення точності реалізації оптимальних законів руху робочого органу при стохастичному збуренні системи.

Удосконалений автоматичний електрогідравлічний привід технологічного обладнання зображено на рис. 1, який містить робочий орган 1, гідромотор 2 з робочим об'ємом, що регулюється, механічну передачу 3, що сполучає гідромотор 2 з робочим органом 1, насос 4 та гідроапаратуру 5 [8-10]. В електрогідравлічному приводі технологічного обладнання розташовано датчик 6 переміщень робочого органу 1, пристрій 7 для регулювання робочого об'єму гідромотора 2 та стохастичний оптимальний регулятор 8. Стохастичний оптимальний регулятор 8 містить детермінований оптимальний регулятор 9, модель об'єкту керування 10 та фільтр Калмана-Бьюси 11.

При подачі керуючої напруги U на вхід пристрою 7 для регулювання робочого об'єму гідромотора 2 змінюється частота обертів валу гідромотора 2, а відповідно, і швидкість руху робочого органу 1, що сполучений механічною передачею 3 з гідромотором 2.

Переміщення робочого органу 1 вимірюється встановленим датчиком 6, вихідний сигнал датчика 6 подається на вхід стохастичного оптимального регулятора 8. Наявність в стохастичному оптимальному регуляторі 8 моделі об'єкту керування 10 дозволяє враховувати стохастичне збурення системи, а завдяки фільтру Калмана-Бьюси 11 визначається оцінка фазового вектору системи, на основі чого детермінований оптимальний регулятор 9 формує сигнал керування, що подається до пристрою 7 для регулювання робочого об'єму гідромотора 2.

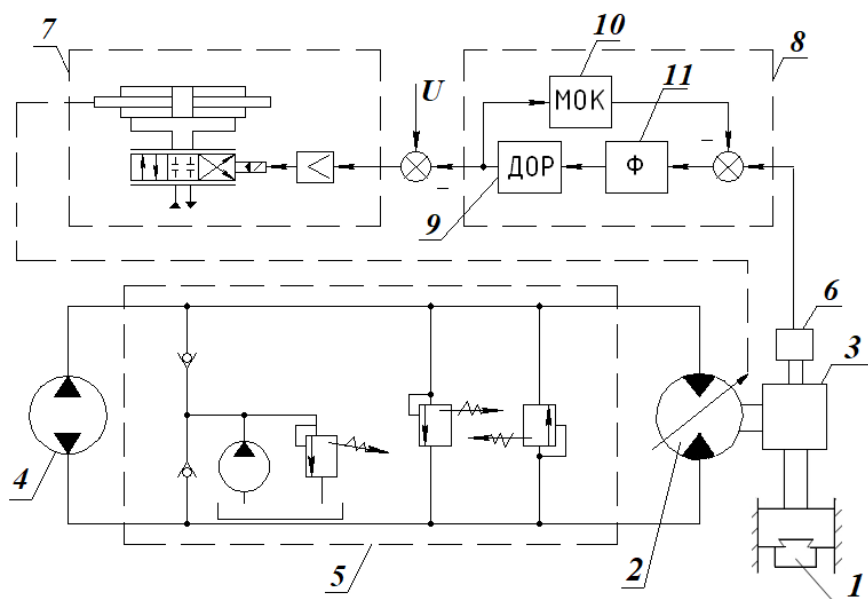


Рис. 1 – Електрогідравлічний привід технологічного обладнання

Висновок. Таким чином, за рахунок розташування в приводі датчика 6 переміщень робочого органу 1, пристрою 7 для регулювання робочого об'єму гідромотора 2 та стохастичного оптимального регулятора 8 при використанні відповідних методів автоматичного керування [8-10] досягається можливість зменшити похибку керування та підвищити точність реалізації оптимальних законів руху робочого органу при стохастичному збуренні системи.

Література

1. Sokolov, V., Porkuian, O., Krol, O., Stepanova, O.: Design Calculation of Automatic Rotary Motion Electrohydraulic Drive for Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 133-142. Springer, Cham (2021).
2. Krol, O., Porkuian, O., Sokolov, V., Tsankov, P.: Vibration stability of spindle nodes in the zone of tool equipment optimal parameters. Comptes rendus de l'Academy bulgare des Sciences 72(11), 1546-1556 (2019).
3. Krol, O., Sokolov, V.: Research of toothed belt transmission with arched teeth. Diagnostyka 21(4), 15-22 (2020).
4. Sokolov, V., Porkuian, O., Krol, O., Baturin, Y.: Design Calculation of Electrohydraulic Servo Drive for Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 75-84. Springer, Cham (2020).
5. Коваленко А.А., Соколов В.И., Уваров П.Е., Пазин В.В. Основы объемного гидравлического привода строительных и дорожных машин. Луганск: ДонГАСА, 1999. 137 с.
6. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. 160 с.
7. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).

8. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system. EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 3. P. 52–58.

9. Sokolov V., Azarenko N., Sokolova Ya. Simulation of the power unit of the automatic electrohydraulic drive with volume regulation. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. 2012. Vol. 12. No 4. P. 268 - 273.

10. Sokolov, V.: Hydrodynamics of Flow in a Flat Slot with Boundary Change of Viscosity. In: Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 2, pp. 1172-1181. Springer, Cham (2021).

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЛЕЩАТ

Гао Сінмін – аспірант, 18152022190@163.com
Данильченко Е.І. – студент, mrbloodycat@gmail.com
Парківський С.А. – студент, 123dpi123@gmail.com
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф., info@zmok.kiev.ua
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження. В механоскладальному виробництві, побуті і виконанні ремонтних робіт в аграрно-промисловому комплексі стає питання затиску предметів сферичних, клинових, конусних і неправильної форми.

Над створенням таких лещат працюють різні фахівці і фірми, але поки що поставлена науково-технічна задача не вирішена і потребує додаткових досліджень, що визначає її актуальність.

Метою роботи є розширення функціональних можливостей лещат за рахунок використання сучасних системних методів пошуку нових технічних рішень, серед яких метод морфологічного аналізу теорії фракталів для моделювання процесу затиску предметів складної форми.

Сутність роботи. Процес створення і проектування універсальних вимагає нових методологічних підходів [1,2], прогресивних методів структурно-схемного синтезу при пошуку нових рішень та створення і використання ефективних математичних моделей і алгоритмів за допомогою ЕОМ. Напрямок поглиблених досліджень може бути пов'язаний не тільки з методологією науково-технічної творчості, але з дуже цікавою зовсім новою в часі теорією фракталів, яка поки що отримала визнання математиками і фізиками [3,5-7].

Аналіз виконаних раніше досліджень свідчить про наступне: 1. В практиці вже використовують лещата з двома кінематичними ланцюгами, в тому числі з диференціальними гвинтовими передачами. Але до сих пір відсутні теоретичні основи створення універсальних лещат для затиску заготовок різної форми. 2. Ще

давно в США був запатентований винахід [4] з ручним приводом і гвинтовою передачею за принципом, який використовується в математичній теорії фракталів.

Проведені раніше в КПІ ім. Ігоря Сікорського дослідження були присв'ячені силовим і жорсткісним характеристикам лещат, а також використанню плинних і сипучих середовищ в затискних елементах.

Ідея використання теорії фракталів зображена на рис.1 і стала передумовою створення універсальних лещат з подальшим їх виготовленням і дослідженням.

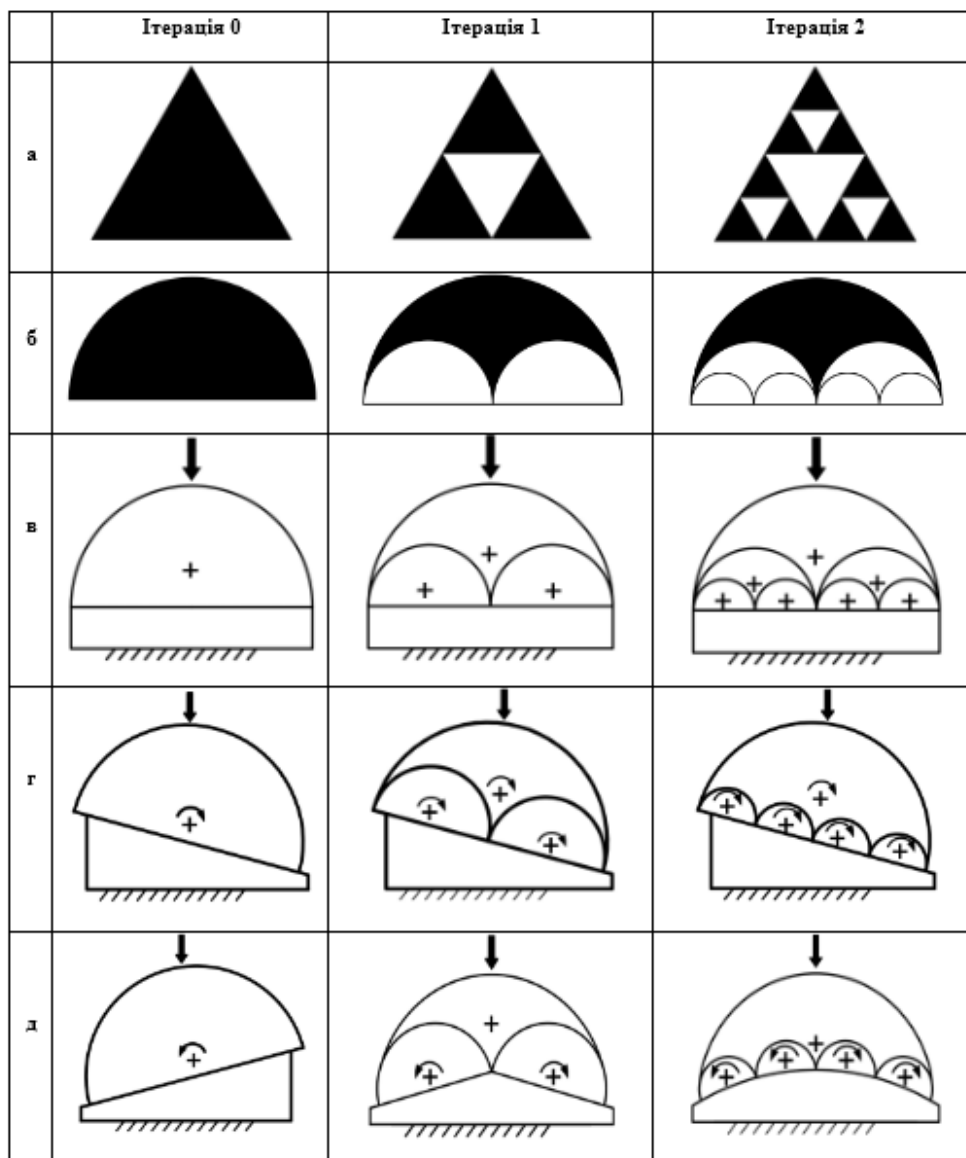





Рис. 1 – Трикутник Серпинського (а), коло Кунза (б) і схеми затиску з рухами затискних елементів для затиску об'єктів: призматичних (в); клинових (г); зворотньо клинових, двохклинових, колоподібних (д)

рухи  – поступовий,
 – обертвий за годинниковою стрілкою,
 – обертвий проти годинникової стрілки

Література

1. Кузнецов Ю.Н. Вызовы четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» перед учеными Украины // Вестник ХНТУ, №2 (61), 2017. С. 67-75.
2. Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать? / Пер. с англ. А. С. Доброславского; под ред. и предисл. В. В. Партикеева. – М.: Мир, 1980. 172 с.
3. Працьовитий Микола Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 1998. 296 с.
4. Patent USA No 1,059,545 “Device for obtaining intimate Contact with, engaging, or clamping bodies of any shape” / Paulin Karl Kunze. Applied field March 21, 1912. Serial No. 685,288. Patented Apr. 22, 1913.
5. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Фрактал>
6. Mandelbrot Benoit B. The fractal geometry of nature. Vol. 173. New York: Freeman. с. 540. Macmillan, 1983.
7. Sierpinski, Waclaw. Sur une courbe dont tout point est un point de ramification // Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Paris. Tome 160, Janvier - Juin 1915. Pp. 302 – 305.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТИКИ ДРУКУ НА ОФСЕТНІЙ ДРУКАРСЬКІЙ МАШИНІ

Гримак Р.О. – магістрант, rom4ik17111189@gmail.com

Кохановський В.О. – к.т.н., доц., v.kokhanovskyi@kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження. Складність виявлення причин дефектів офсетного друку полягає в тому, що один і той же недолік на відбитку може викликатися як різними дефектами друкарської машини, так і відхиленнями в технологічних процесах підготовки до друку і самого друку, а також відхиленнями у матеріалах, що використовуються.

Тому пошук і усунення окремих причин дефектів друкарської продукції іноді займає багато часу і сил, особливо якщо ведеться безсистемно.

Метою методики діагностики дефектів офсетної машини є розробка логічно побудованого ланцюжка дій, що дозволяє за відносно короткий час і з мінімальними втратами, а головне з кількісними оцінками кожного етапу виявити і звести до мінімуму негативні чинники, що впливають на якість друку.

Порядок діагностики пропонується наступний:

1. Перевірка друкарської форми.

Перш за все, треба переконатися в тому, що друкарська форма виготовлена якісно. Справа в тому, що відхилення в режимі обробки – неправильна експозиція, старий проявник і навіть нерівномірне нанесення захисного покриття можуть призвести до полошіння, заливці зволожуючим розчином та іншим дефектам на

відбитку, тоді як візуально на формі ніяких дефектів не видно.

Таке положення посилює те, що такі дефекти форми іноді виявляються не відразу, а через деякий час після початку друку тиражу [1].

2. Перевірка друкарських пар.

Починати потрібно із огляду піддекельних прокладок і гумовотканинного полотна. Адже якщо вони продавлені або зморщилися, на відбитку виникнуть дефекти.

Потім треба перевірити – чи відповідає паспортним значенням рівень поверхні форми і офсетного полотна відносно контактних кілець. Визначити це можна змірявши товщину декеля і форми з підкладками. Краще користуватися спеціальним інструментом для перевірки перевищення рівня гумовотканинного полотна над контактними кільцями [2].

Здійснити регулювання натиску в друкарських парах. Контролювати натиск краще всього по ширині контактної смуги. Ширина контактної смуги повинна відповідати паспортним даним і бути однаковою у всіх секціях, як з боку приводу, так і з боку обслуговування. Це допоможе уникнути несуміщення фарб, появи смуг і двоїння при друці. Зокрема, двоїння може виникнути не тільки через слабо натягнуте полотно, але і через надмірний тиск між формним і офсетним циліндрами.

Одночасно треба переконатися, що є контакт по кільцях (в тих машинах, де використовується система контактних кілець). Так само, як при контролі друкарської зони, контакт між кільцями можна виявити, залишивши машину під тиском, нанісши задалегідь на кільця тонкий шар розрідженої фарби. Після провороту циліндрів на кільцях можна побачити контактну зону, яка дуже вузька порівняно із зоною друкарського контакту, але добре помітна.

Загальний стан друкарських пар перевіряється по плашкам на всьому полію з тонким шаром фарби без зволоження при нормальному натиску в обох зонах. Потім ослаблюється натиск між офсетним і друкарським циліндрами, що дозволяє виявити стан їх підшипників, невеликі відхилення в геометричній формі друкарського і офсетного циліндрів, нерівномірність прокладок і гумовотканинного полотна. Після цього відновлюється достатній натиск в зоні офсетний-друкарський циліндри і проводиться друк з вимкненою подачею фарби.

3. Перевірка фарбового і зволожуючого апаратів.

Перевіряється притиск валів фарбового апарату по смужках контактів, які повинні бути однакової ширини по всій довжині валу. Як правило, накатні вали притискаються до розтирочних сильніше, ніж до форми.

Аналогічно регулюються вали зволожуючого апарату. Ширина смуг контакту встановлюється за принципом зростання у напрямку до формного циліндра, але в контактні накатного валу з формою встановлюється мінімальна

паспортна ширина.

Загальна оцінка роботи фарбового і зволожуючого апаратів проводиться контролем растрового поля та плашок.

Поява нових смуг (не пов'язаних з проходженням виїмок через зону друкарського контакту) вказує на дефекти підшипників або на неправильне регулювання валів.

4. Перевірка суміщення фарб.

Таку перевірку потрібно проводити не тільки по мітках, встановлених по кутах, але і по всьому полю при максимальному форматі паперу. Для цього доцільно використовувати тест-форму. Така перевірка дозволяє виявити дефекти регулювання захоплень, відхилення у формі передавальних циліндрів і циліндрів друкарської пари.

Висновок. Дефекти, що виявляються при застосуванні даної методики, дозволяють виявити недоліки в парі офсетний-друкарський циліндри, дозволяють оцінити стан формного і офсетного циліндрів. Картина смуг на відбитках, одержуваних в ході цих перевірок, допомагає конкретизувати місце можливої несправності.

Л і т е р а т у р а

1. Чехман Я.І., Сенькусь В.Т., Дідич В.П. Друкарське устаткування: підручник. Львів: УАД, 2005. 364 с.

2. Сенькусь В.Т. Експлуатація і налагодження друкарських машин: конспект лекцій. Львів: УАД, 2005. 64 с.

СУЧАСНІ ПРИВОДИ ЗАТИСКУ ЗАГОТОВОК В ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

Гутник А.З. – магістрант, andrew.gutnik10@gmail.com

Сомов Д.О. – магістрант, dimasomzag1@gmail.com

Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф., info@z mok.kiev.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження зумовлена розширенням технологічних можливостей токарних верстатів з використанням сучасних досягнень в галузі генетичної електромеханіки [5] і генетико-морфологічного підходу до синтезу затискних механізмів [4].

Метою роботи є проведення оглядового аналізу сучасних приводів затиску заготовок у токарних верстатах, а також їхній аналіз із подальшою їх оцінкою.

В металообробних верстатах існують приводи затиску різноманітної конструкції та типів [2]: механічні, гідравлічні, пневматичні, електромеханічні,

електромагнітні, відцентрові або їх комбінації.

Після проведення ретельного аналізу різних приводів, був вибраний як пріоритетний електромеханічний привод затиску заготовок.

У багатьох існуючих затискних механізмах із електромеханічним приводом затиску (ЕМПрЗ) використовують асинхронні двигуни. На початкових етапах затиску ротор двигуна є нерухомим по відношенню до статора, що викликає чимале відставання частоти обертання ротора відносно статора протягом тривалого часу. Таким чином, перехідні процеси, що відбуваються в ЕМПрЗ значним чином впливають на роботу затискних механізмів. Спроби усунути недоліки традиційних ЕМПрЗ привели до створення оновленої конструкції (патент України №95323) [3]. У новій конструкції ротор електродвигуна розташований на поверхні шпинделя з різьбою, з можливістю їх взаємного руху. Статор жорстко зв'язаний з корпусом шпиндельного вузла. Постачання енергії відбувається безконтактно завдяки впливу електромагнітного моменту статора. В перші моменти роботи затискного механізму, ротор привода набуває кутову швидкість відносно статора, що дорівнює обертовій швидкості шпинделя. Рух ротора відносно шпинделя здійснюється під дією електромагнітного моменту статора завдяки зміні швидкості ротора відносно швидкості шпинделя [1]. Це викликає осьовий рух ротора по різьбовій поверхні із зусиллям.

Значною відмінністю ЕМПрЗ нової конструкції (рис.1) є те, що замикання енергетичного потоку відбувається через шпиндель та кінематичну ланку приводу головного руху. Робота нового ЕМПрЗ в якійсь мірі залежить від характеру кінематичного зв'язку шпиндельного вузла верстата з корпусом приводу головного руху і параметрів силового потоку, який передається через нього [3].

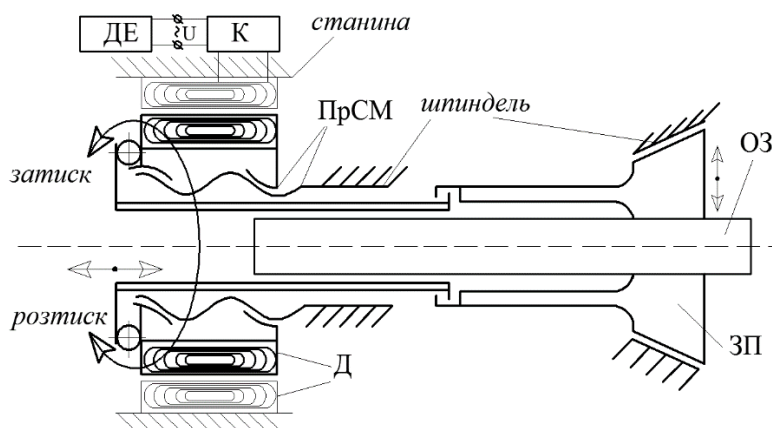


Рис.1 – Принципова схема ЕМПрЗ за пат. України №95323

Живлення привода відбувається від джерела електроенергії ДЕ, який має напругу U , через пристрій К (комутуючий пристрій), який виконує регулювання параметрів струму статора асинхронного двигуна Д. Звідси, на

короткозамкненому роторі двигуна виникає обертальний момент M_d і відповідно, надає йому обертовий рух з кутовою швидкістю ω_d . Обертовий момент ротора переходить в осьову силу (в самогальмівному механізмі, виконаний у вигляді гвинтової передачі), що передається до затискного патрона (ЗП) і переходить у його конічному з'єднанні в зусилля, що діє в радіальному напрямку на об'єкт затиску (ОЗ). За допомогою електронних пристроїв управління роботою двигуна привода затиску є можливість, відповідно до області застосування, задавати різні режими роботи ЗМ, такі як: «кнопковий» режим управління, застосовується для виконання налагоджувальних операцій і автоматичний та напівавтоматичний цикли.

Висновок. Перехід до потужніших і складніших систем привода затиску зумовлений розширенням технологічних можливостей токарних верстатів. У рамках дослідження були проаналізовані сучасні і перспективні приводи затиску заготовок у токарних верстатах, проведена їхня оцінка, а також наведено приклад найбільш оптимального варіанту.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов Ю. М. Аналіз процесу затиску-розтиску тіл обертання в затискному механізмі з електромеханічним приводом / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний // Вісник ХНТУ. 2015. №4(55). С. 48–56.
2. Кузнецов Ю. М. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів: монографія / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний; за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.М. Кузнецова. Луцьк Вежа. Друк, 2016. 352с.
3. Пат. 95323 Україна, МПК В23В 15/00, В23В 13/10. Пристрій для затиску пруткового матеріалу/ Кузнецов Ю.М., Придальний Б.І., Редько Р.Г.; заявник і власник патенту Луцький національний технічний університет. №а200906409; заяв. 19.06.2009; опубл. 25.07.2001, Бюл. №14.
4. Хамуйела Ж.А.Герра Генетико-морфологический синтез зажимных патронов: монография /Ж.А.Герра Хамуйела, Ю.Н.Кузнецов, Т.О.Хамуйела; под ред. Ю.Н.Кузнецова.-Луцк: Вежа-Друк, 2017. 328с.
5. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем /В.Ф.Шинкаренко. К.: Наук. Думка, 2002. 288с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Кот А.І. – бакалаврант, antonkot666@gmail.com
Кохановський В.О. – к.т.н., доц., v.kokhanovskyi@kpi.ua
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження. Істотну роль в роботі друкарських машин грає електрообладнання. Надійна система електроприводу та відповідність його характеристик вимогам забезпечують зменшення простоїв машин, зниження браку, збільшення середньої фактичної швидкості роботи машини.

Метою роботи є визначення порядку вибору електрообладнання електроприводу для друкарських машин відповідно до їхніх експлуатаційних характеристик.

Вибір системи електроприводу для будь-якої машини повинен проводитися на підставі порівняння наступних показників:

1. Відповідності характеристик приводу технологічним вимогам.
2. Експлуатаційних характеристик: трудомісткості і складності догляду, надійності обладнання в експлуатації, ймовірності пошкоджень, а також можливості і легкості їх виявлення та усунення, умов ремонту, вартості та можливості отримання запасних частин і необхідних матеріалів в процесі експлуатації.
3. Енергетичних характеристик: величини споживання енергії, коефіцієнта потужності (тобто споживання реактивної енергії) і сумарної ціни енергії, споживаної при різних системах приводу.
4. Вартості, ваги і габаритів електрообладнання. При цьому необхідно орієнтуватися на те електрообладнання, яке освоєно або намічається до освоєння електропромисловістю на початок поточного семиріччя, причому в звичайному виконанні (по напрузі, конструкції тощо), а не спеціально пристосоване для потреб поліграфічного машинобудування.

В умовах поліграфічного виробництва істотне значення має також площа, займана електрообладнанням поза машиною.

Електропривод друкарських машин повинен задовольняти наступним вимогам:

- забезпечувати можливість отримання будь-якої робочої швидкості обертання друкарського циліндра машини в заданих межах;
- плавна зміна швидкості (причому плавність повинна підвищуватися з збільшенням швидкості);
- діапазон регулювання робочої швидкості не менше, ніж 1-2,5;

- можливість безупинної двозмінної роботи при швидкостях, що лежать в межах до 60% від максимальної робочої швидкості;
- стійку налагоджувальну (заправну) швидкість, яка становить 10-15% повної робочої швидкості;
- реверс двигуна (тільки на налагоджувальній швидкості) для змивання і встановлення форм та ін. операцій;
- плавний перехід з налагоджувальної швидкості на робочу, без поштовхів і ударів в механізмі машини (можливість короткочасної, до 15-20 хв., роботи машини на проміжних швидкостях між заправною і найменшою робочою швидкістю);
- надійне і просте дистанційне керування машиною як в усталених, так і у перехідних процесах роботи машини.

Висновок. В цілому, по сумі порівнюваних показників, системи електроприводу друкарських машин можна розташувати в наступному порядку: колекторні двигуни змінного струму, асинхронний двигун з фазовим ротором і регулюванням швидкості, іонний привід, двигун постійного струму з регулюванням швидкості, система ГД (всі модифікації), асинхронний двигун з фазовим ротором і регулюванням швидкості за допомогою релейно-контактної апаратури.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Мамчур І.Є. – студент, ee-19db-149@snu.edu.ua

Алтухов В.М. – к.т.н., доц., VAdivli111@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність. Від точності виготовлення конічних зубчастих передач і правильності монтажу залежить надійність і безшумність роботи машини [1, с. 93]. Часто причиною скарг на короткочасну роботу конічних зубчастих передач є невмілий монтаж і регулювання, що в поєднанні створює сприятливі умови для зносу передач і виходу її з ладу. Тому підвищення точності регулювання зачеплення є актуальним.

Мета роботи. Розробка конструкції конічної зубчастої передачі з підвищеною точністю регулювання зачеплення.

Основний матеріал. Самим важливим критерієм оцінки якості конічної зубчастої передачі є пляма контакту на поверхні зубів. Регульовані зубчасті колеса встановлюють шляхом пригону компенсаторів або за допомогою регульовальних гайок.

Недоліком відомих пристроїв є низька точність регулювання, обумовлена тим, що за один оборот регулювальної гайки шестерня переміщається по валу на величину, рівну кроку різьби.

Розроблена конструкція конічної зубчастої передачі з підвищеною точністю регулювання конічного зачеплення. На рис. 1 представлено пристрій для регулювання зачеплення конічних шестерень; на рис. 2 – розріз А-А на рис. 1.

Пристрій для регулювання зачеплення конічних шестерень містить конічну шестерню 1, встановлену на валу 2 з можливістю осьового переміщення по напрямній шпонці 3. Регулювальна гайка 4 встановлена по різьбі на маточині шестерні 1. В гайці 4 виконані вікна для гайкового ключа. У шестірні 1 рівномірно по колу розміщені радіальні виїмки 5. На валу 2 виконано бурт 6. Торець 7 маточини шестерні 1, що звернений до бурта 6 валу 2, виконано конічним. Пристрій обладнаний рівномірно розташованими по колу між буртом 6 валу 2 і конічним торцем 7 маточини шестерні 1 кульками 8. Пристрій забезпечений двоплечими важелями 9, встановленими в радіальних виїмках 5 шестерні 1 з можливістю повороту навколо осей 10, мимобіжних відносно осі шестерні 1. У гайки 4 зовнішня поверхня 11 виконана конічною. Двоплечі важелі 9 спираються одним плечем на зовнішню конічну поверхню 11 гайки 4, а іншим – на відповідну кульку 8. Взаємодія важелів 9 з зовнішньою конічною поверхнею 11 гайки 4 і кулькою 8 забезпечується підтисканням шестерні 1 тарілчастою пружиною 12. Тарілчаста пружина 12 наводиться в стислий стан за допомогою болта 13 з шайбою.

Пристрій для регулювання зачеплення конічних шестерень працює наступним чином.

Регулювання зачеплення здійснюють шляхом обертання регулювальної гайки 4 ключем. При обертанні гайка 4 переміщається по різьбі уздовж маточини шестерні 1 в напрямку бурта 6 валу 2. Зовнішня конічна поверхня 11 гайки 4, яка взаємодіє з одним плечем двоплечих важелів 9, при русі гайки 4 повертає важелі 9 на осях 10. Оскільки важелі 9 іншим плечем взаємодіють з відповідними кульками 8, рівномірно розташованими по колу між буртом 6 валу 2 і конічним торцем 7 маточини шестерні 1, то при повороті важелів 9 на осях 10 шестерня 1 під дією кульок 8 переміщається на валу 2 по напрямній шпонці 3, долаючи зусилля тарілчастої пружини 12, яка була приведена в стислий стан за допомогою болта 13 з шайбою. Обертання гайки 4 здійснюють до отримання повного зачеплення конічної шестерні 1 зі сполученим конічним зубчастим колесом. За рахунок зовнішньої конічної поверхні 11 гайки 4, конічного торця 7 маточини шестерні 1, співвідношення плечей важелів 9 забезпечується висока точність регулювання зачеплення, оскільки, при обертанні гайки 4 на один оборот, шестерня 1 переміщається на валу 2 на величину, значно меншу величини кроку

різьби регулювальної гайки 4.

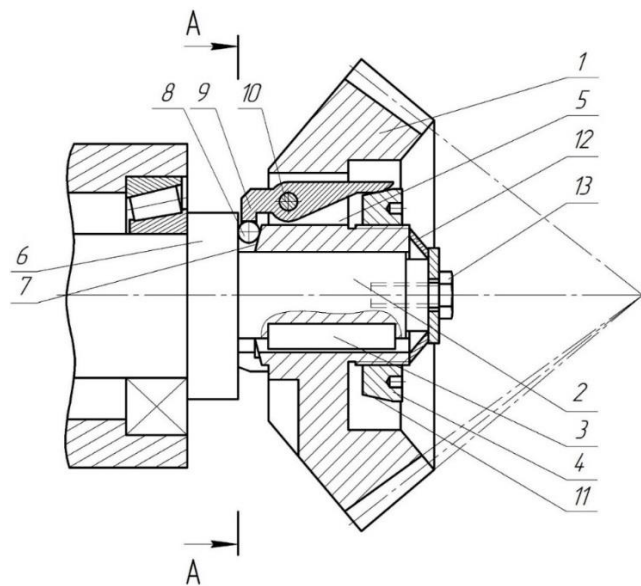


Рис. 1 – Пристрій для регулювання зачеплення конічних шестерень

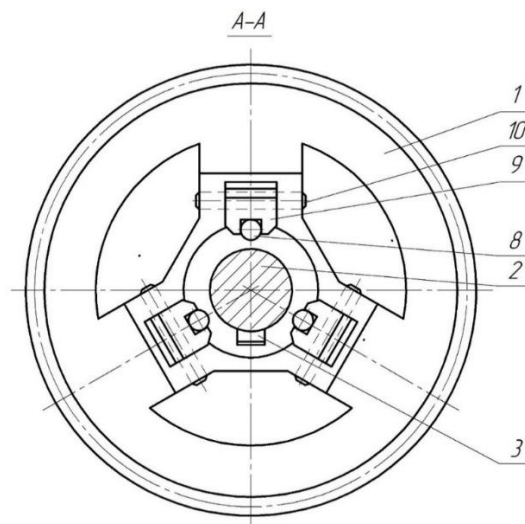


Рис. 2 – Розріз А-А на рис. 1

Переваги пристрою полягають в збільшенні точності регулювання зачеплення конічних шестерень, що підвищить надійність і довговічність роботи зубчастої передачі.

Висновки. Розроблений пристрій для регулювання конічної зубчастої передачі дозволяє підвищити точність регулювання зачеплення, надійність і довговічність роботи зубчастої передачі.

Література

1. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Х.: НТУ ХПІ, 2020. 275 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗБІРНО-РОЗБІРНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

Марценюк О.О. – студент, famcruel@gmail.com
Попов С.В. – к.т.н., доц., stanislav.popov@pdaa.edu.ua
Полтавський державний аграрний університет

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю використання універсальних збірно-розбірних пристосувань під час реалізації технологічних процесів у машинобудуванні для виробів, що мають значні габаритні розміри. Це особливо актуально для виробів сільськогосподарського машинобудування.

Метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану елементів пристосувань (базових плит) під розмір пазу 16 мм.

Основна частина. Значення технологічного оснащення у виробничому процесі є суттєвим. Воно не лише підвищує продуктивність, ефективність процесу, але й забезпечує задану точність та якість виготовлення виробів машинобудування. Його застосування усуває помилки, що залежать від індивідуальних особливостей, кваліфікації та навичок робітника [1, 2].

Дослідженню питань напружено-деформованого стану збірно-розбірних пристосувань присвячено чимало наукових праць. Переважна більшість робіт віднесена до пристосувань під розміри пазів 8 та 12 мм [3, 4]. Що стосується пристосувань для крупногабаритних виробів, то їх поведінка під дією прикладених навантажень потребує подальшого вивчення.

Плити, які досліджувалися, розглядалися як тонкі пластини, встановлені на опорах. Навантажувалися силами, що паралельні до серединної площини пластинки. Ці сили створювали моменти згину.

Розрахунки здійснювалися за методом скінчених елементів. Його особливість полягає у розбиванні усього тіла на окремі елементи. Їх називають скінченими. Ці елементи, внаслідок прикладання навантажень, починають взаємодіяти між собою у певних (вузлових) точках. Плита у середовищі Ansys розбивалася на 64 елементи та містила 81 вузол. Плити виготовлялися із чавуну, обпирання здійснювали у 4, 6 та 9 точках. Товщина плит 45 мм.

За результатами дослідження помічено, що істотний вплив на величину напружень, що діють, має співвідношення сторін плити. Також суттєво впливає кількість опорних точок. Найкращий результат отримано для 9 опорних точок (напруження зменшилися у 5 разів у порівнянні із 4-ма опорами).

Висновки. Проведено дослідження за методом скінчених елементів універсальних збірно-розбірних пристосувань крупногабаритних виробів. На поверхні прямокутної плити діючі напруження у 2 рази перевищують аналогічні для квадратної за однакових умов навантаження. Тому, під час використання

необхідно надавати перевагу базовим плитам із співвідношенням бічних сторін 1:1, тобто квадратним, із обпиранням на 9 точок.

Л і т е р а т у р а

1. Фролов Є.А., Коробко Б.О., Попов С.В., Бондар О.В. Технологічне забезпечення якості складання нероз'ємних з'єднань із використанням зварювальних пристосувань в умовах серійного виробництва: колективна монографія. Полтава: ПДАА, 2020. 256 с.
2. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава, 2019. 204 с.
3. Мовшович А.Я., Изотова К.А., Черная Ю.А. Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С). Машинобудування: зб. наук. пр. Української інженерно-пед. акад. 2012. №9. С. 148-161.
4. Мовшович А.Я., Ищенко Г.И., Черная Ю.А., Бондарь О.В. Исследование деформированного состояния базовых плит универсально-сборных приспособлений для сварочных работ и выбор рациональной схемы их опирания и закрепления. Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. Нац. техн. ун-ту «ХПІ». 2012. Вип. 1 (22). С. 247–251.

ІСТОРІЯ І ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЗАВОДІВ-АВТОМАТІВ МАЙБУТНЬОГО

Осадчий О.І. – студент, oleg.osadchiy.5@gmail.com

Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф. info@zmk.kiev.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність. Основна риса сучасності в умовах викликів четвертої промислової революції «Індустрія 4.0» - створення нової техніки і новітніх технологій в секторі засобів виробництва економічно розвиненої держави, де більше уваги приділяється штучному інтелекту, екології, інтеграції науки, освіти, виробництва і сфері послуг [2,6].

Сьогодні, як ніколи, і особливо в умовах коронавірусу, люди почали замислюватися про майбутнє: своє, як особисті, своєї родини, свого колективу в організації, своєї країни і, навіть, всього людства, задаючи питання: «Що нас чекає в недалекому і далекому майбутньому?». Зараз вчених і мислителів турбує філософія майбутнього і навіть його конструювання, що приводить до ефекту емерджентності і створенню несподіваних рішень на рівні винаходів і наукових відкриттів. Це можливо на основі використання системного підходу, застосування теорій еволюційного і генетичного синтезу стосовно складних технічних систем (ТС), що розвиваються в часі [3,5].

На сучасному етапі еволюції техніки спостерігаються стійкі тенденції зростання складності проблем, що постають перед спеціалістами в різних галузях технічної

діяльності. Це обумовлено процесами конвергенції наук у вигляді нано-біо-інфо-когно-соціо-еко (НБІЕСЕ)-технологій, широким поширенням цифрових технологій, різким збільшенням обсягів інформації, міждисциплінарним рівнем знань і штучним інтелектом [2].

На горизонті починає проглядатися нова промислова революція «Індустрія 5.0», яка якісно відрізняється від чотирьох попередніх розвитком людиноцентриських технологій, спрямованих на підсилення фізичних можливостей Людини, його творчого і інтелектуального потенціалу, підвищення якості, продовження життя [7]. З'явилася нова концепція: **майбутнє технологій-це не технології, що заміщують Людину, а технології, що доповнюють Людину.**

Зараз багато вчених різних країн і в різних сферах діяльності намагаються давати прогнози відносно розвитку техніки і технологій майбутнього, посиляючись на четверту «Індустрія 4.0» і п'яту «Індустрія 5.0» [2,7] промислові революції.

Історія створення заводів-автоматів. Перша інформація про мрії Людини автоматизувати процеси з'явилася ще в 1-му віці до н.е., коли Герон старший, який жив в Александрії, запропонував автоматичний театр ляльок [4]. Реальний розвиток автоматизації почався з того часу, як у виробництві з'явилися машини-це сполучення механізмів і пристроїв, які здійснюють певні цілеспрямовані дії по перетворенню енергії або інформації і виконанню корисної роботи. Є наступні ступені автоматизації [4]: нульова (в присутності Людини скрізь); перша (машини-автомати і напівавтомати); друга (автоматичні лінії різної гнучкості); третя (комплексна на рівні ділянок, цехів, підприємств). Далі мова іде про підприємства-заводи і фабрики. Один з перших заводів-автоматів в Європі був спроектований і побудований в середині минулого століття в ЕНДІМВ, де починаючи від завантаження алюмінієвих чушок у вагранку і закінчуючи упаковкою готових автомобільних поршнів все виконувалося автоматично (4 цехи-автомати).

З появою сучасних верстатів з ЧПК і гнучких роботизованих комплексів з'являються гнучкі автоматичні заводи (ГАЗ) -автономне кероване гнучке інтегроване підприємство, яке пов'язане мережою коопераційних і інформаційних зв'язків із спеціалізованими виробництвами комплектуючих виробів, агрегатів і деталей. , про які давали прогнози по методу Делфі до 1990р. і японські фірми про цех-автомат 2020р. [1]

Погляд у майбутнє. Говорячи про заводи-автомати майбутнього, їх не можна уявити без розвитку світового і вітчизняного верстатобудування [3], без використання сучасних методів наукового прогнозування і генетичного передбачення на 50-100 і більше років вперед [5]. Одним з прикладів є мобільний верстат-робот по патенту України на винахід №101447 (рис.1).

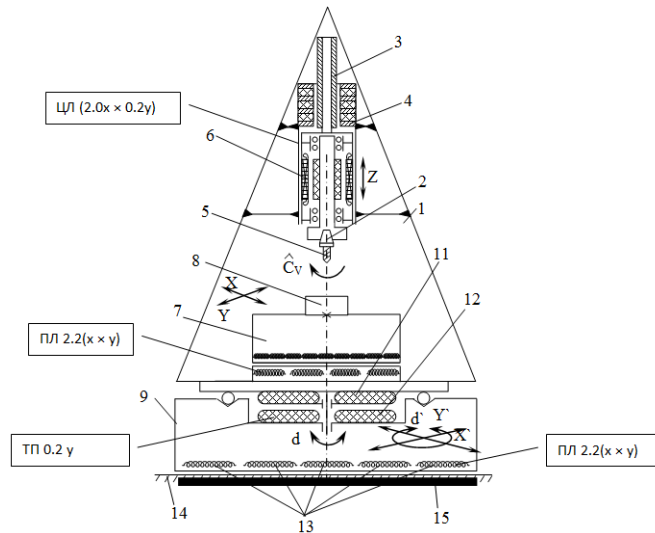


Рис.1 – Багатокоординатний мобільний свердильно-фрезерний верстат-робот без механічних передач с генетичними формулами

Довгостроковий прогноз з вірогідністю 100% можна уявити у вигляді піраміди на 5-ти рівнях (верстати без фундаментів) [3]. З підвищення розміру (ваги) деталі G_d і верстата G_c змінюється їх співвідношення і вид верстата (рис. 2).

Можна уявити автоматичний цех, по стінах і стелі якого рухаються інтелектуальні верстати-роботи або як відкрита площадку під навісом, на підлозі якої встановлена заготовка (можливо виготовленою за допомогою 3D-принтерів), а навколо неї і по ній рухаються інтелектуальні верстати-роботи різного призначення і виконання.

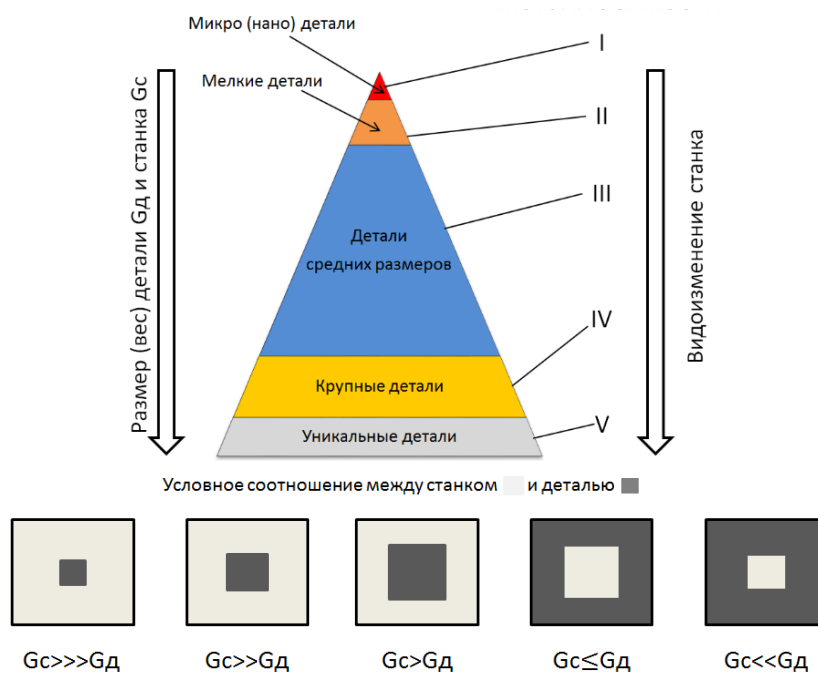


Рис. 2 – Модель еволюції і генетичного передбачення верстатів нових поколінь різних типорозмірів

Висновки. Виконаний історичний огляд автоматизації промислового виробництва з передбаченням майбутнього.

Індустріальні революції і заводи в майбутньому приведуть до того, що відношення людей з машинами на виробництві і в звичайному житті перейдуть на новий рівень. Поки ніхто не може стверджувати, як це відобразиться на суспільстві, в діяльності якого з'явиться «Індустрія 5.0».

Л і т е р а т у р а

1. Васильев В.Н. и др. Проблемы создания автоматизированных производств будущего. М., 1985. 56 с. (Обзор. информация ВНИИТЭМР. Вып.6).
2. Кузнецов Ю.Н. Вызовы четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» перед учеными Украины //Вестник ХНТУ, №2 (61), 2017. с.67-75.
3. Кузнецов Ю.Н. Будущее станкостроения-сердцевины машиностроения //журнал «Вестник Белорусско-Российского Университета, рубрика машиностроения», №2 (55). 2017. с.25-35.
4. Шаумян Г.А. Автоматы и автоматические линии.-М.: Машгиз, 1961.-552с.
5. Шинкаренко В.Ф. Генетическое предвидение как системная основа в стратегии управления инновационным развитием технических систем // Праці Таврійського держ. агротехн. унів. Вип. 11. Том 4. 2011. с.3-19.
6. <https://www.hse.ru/news/expertise/463569696.html>
7. <http://roboticstoday.ru/industriya-5-0-evolyuciya-ili-revolyuciya/>

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ 3D-ПРИНТЕРІВ

*Підгорний Н.А. – студент, nazik.shut@gmail.com
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф. info@zmok.kiev.ua
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Актуальність. На сьогоднішній день налагодження будь-якого виробництва потребує нових підходів, врахування додаткових факторів при виборі обладнання та технологій. Так, крім звичних показників продуктивності, якості та безпеки всевітньо враховуються додаткові вимоги до оптимізації виробництва з використанням модульного принципу для покращення енергоефективності, екологічності і розширенню функціональних можливостей [1].

Однак, відсутня теорія створення малогабаритного ТО на основі зазначених принципів, тому виникає необхідність в проведенні досліджень, направлених на аналіз та синтез структур, схем і конструкцій ТО з обґрунтуванням їх раціональних параметрів, що дозволить створювати вітчизняні конкурентоспроможні моделі малогабаритного ТО, в тому числі і 3D-

принтерів, як вид верстатів для адитивного виробництва [3]. Тому, даний напрямок досліджень є актуальним і необхідним для розвитку верстатобудування в Україні [1].

Метою даної роботи є підвищення техніко-економічних показників і розширення функціональних можливостей малогабаритних інтелектуальних 3D-принтерів з комп'ютерним керуванням за рахунок синтезу нових конструкцій на основі каркасних несучих систем, використанні модульного принципу з обґрунтуванням їх раціональних параметрів, автоматизованого налагодження точності переміщень робочих органів (РО), а також створення науково-навчальної бази для можливості запровадження результатів цієї роботи у навчальний процес. Для досягнення поставленої мети: виконаний аналіз відомих компонок і конструкцій 3D-принтерів [4-7], їх кінематичних схем, типів, методів синтезу нових конструкцій; сформульовані критерії вибору раціональних компонок малогабаритного ТО на рівнях синтезу структур, схем і конструкцій; намічені перспективи розвитку 3D-друку.

Сьогодні ми живемо в час 4-ої промислової революції (так званої Industry 4.0). В основі цієї революції лежить поняття: «Розумне виробництво». Основною ознакою цього поняття є повністю автоматизовані виробництва, в яких людина участі не бере. І саме подібні виробництва дуже активно використовують технології 3D-друку для створення моделей, дрібносерійного виробництва. Залучення таких технологій дозволяє зберегти максимальну гнучкість та економічну вигоду виробництва.

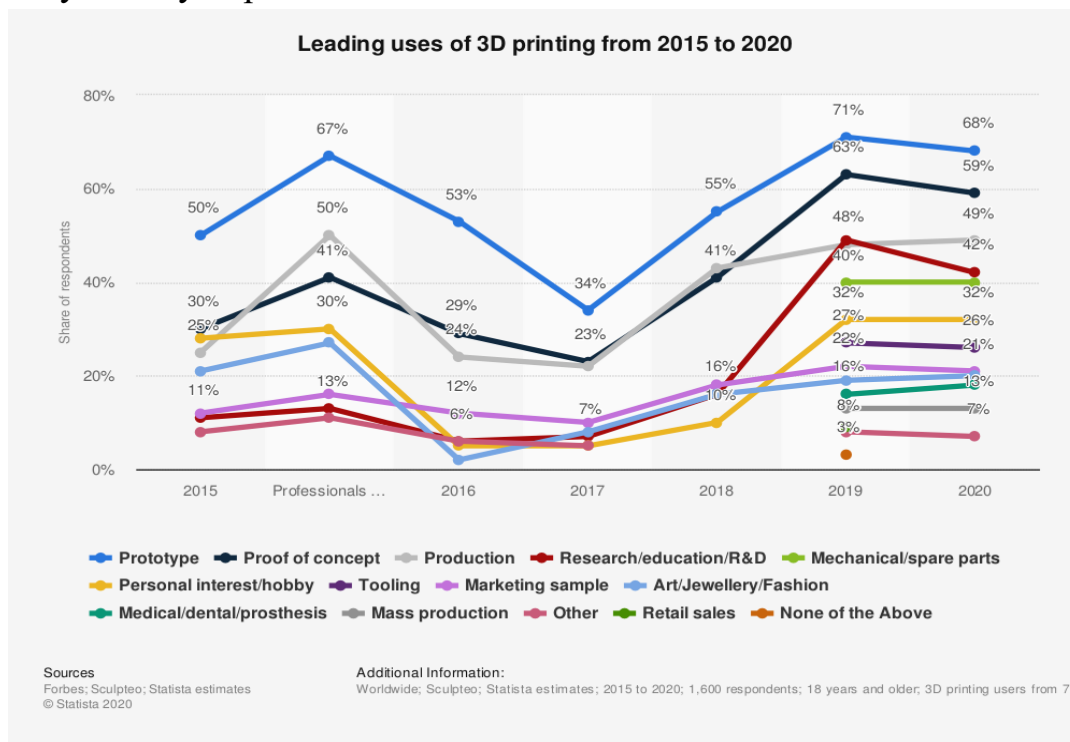


Рис. 1 – Зміна використання 3D-друку з 2015 по 2020 р.

Опираючись на данні статистичного інтернет-порталу «Statista» (рис.1),

можна побачити, що починаючи з 2017 року використання 3D-друку почало стрімко зростати в таких галузях, як: прототипування, створення концептів, виготовлення продукції, ба навіть у науковій та дослідницькій діяльності. А з 2019 року його почали застосовувати у масовому виробництві, створенні запчастин, інструментів, а також у медицині. Розглядаючи цей графік можна зробити висновок, що потреба у 3D-друці зростатиме, а отже і збільшуватимуться витрати на цю галузь.

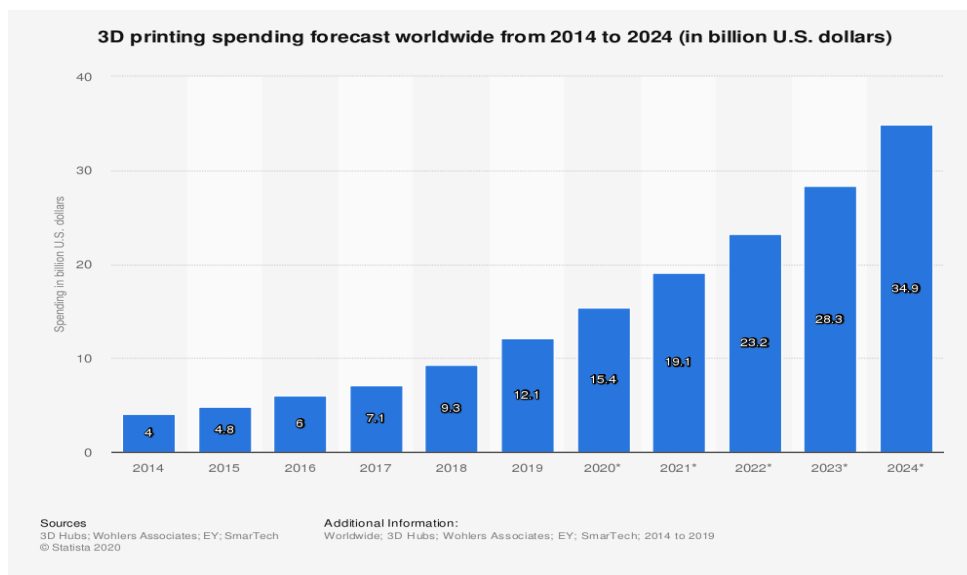


Рис 2 – Прогноз витрат на 3D друк у всьому світі з 2014 по 2024 р. (в млрд доларів)

Ці думки підкріплюються прогнозами від того ж таки статистичного інтернет-порталу «Statista» (рис.2). Спостерігається суттєве зростання витрат на 3D-друк, тим паче це зростання дуже стрімке і у перспективі може ще значно збільшитися. Ми бачимо, що 3D-принтери стають все «розумнішими» і «популярнішими». Методи друку удосконалюються, винаходяться і застосовуються нові матеріали, збільшується якість, легкість друку, точність, міцність надрукованих об'єктів. До їх послуг чим далі, тим більше звертаються, а область 3D-друку постійно розширюється. Витрати на цю галузь збільшуються і все більше молодих перспективних інженерів спрямовують свою увагу на неї. Натомість самі принтери стають все менші, зручніші й простіші у застосуванні.

Висновок. Виконаний аналіз відомих технічних рішень, що застосовуються в світовій практиці для створення верстатів, в яких використовується принцип 3D-принтера, а також аналіз перспективи розвитку цього напрямку. Запропоновані класифікація і модульний принцип побудови 3D-принтерів з розширеними функціональними можливостями з використанням системно-морфологічного підходу.

Література

1. Кузнецов Ю.М. Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верстатів в Україні // Вісті Академії інженерних наук України, №1(41), 2011. С.2-10.
2. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления. Монография. Под ред. Л.Л. Таважнянского, А.И. Грабченко. Харьков: ОАО «Модель вселенной». 2002. 140с.
3. Солнцев О.В., Кузнецов Ю.М. Створення 3D-принтера на базі триглайда з використанням методу морфологічного аналізу // збірник тез наукових доповідей ІІ Всеукраїнської інтернет-конференції м. Северодонецьк, 27-28 квітня 2017 р. Северодонецьк: вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. 172 с.
4. Багатофункціональний 5AXISMAKER печатає, сверлит, сканирує і режет. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://3dsmart.com.ua/blog/mnogofunktsionalnyj-5axismaker-pechataet-sverlit-skaniruet-i-rezhet>.
5. Hexbot – багатофункціональний манипулятор от Kirckstarter. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://3dprinter.ua/hexbot-mnogofunkcionalnyj-manipuljator-ot-kickstarter>.
6. Febtop Tech пропонує реконфигуруємує багатофункціональний 3D-принтер Optimus. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [printer-optimus](http://printer-optimus.com).
7. Обзор многофункционального 3D- принтера Snapmaker. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/403923/>.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Рильщиків І.В. – магістрант, mpm.snu.edu@gmail.com

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

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена підвищенням ефективності вентиляційних систем підприємств машинобудівних виробництв.

Метою роботи є розробка математичного апарату для моделювання характеристик дифузійних процесів в системах вентиляції підприємств машинобудівних виробництв.

Дифузійні процеси мають величезне значення у всіляких галузях науки і техніки [1-4]. 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 підприємств і атомних станцій шкідливих речовин.

Для аналізу дифузійних процесів у каналах вентиляційних систем запропонована узагальнена математична модель масопереносу в турбулентному потоці [5-7], побудована на базі моделі турбулентної течії при використанні k - ϵ гіпотези турбулентності та рівняння дифузії, перетвореного відповідно гіпотезі Фіка-Бусінеска.

Особливістю турбулентних потоків є те, що дійсно усталений рух середовища є усталеним рухом тільки для середніх у часі значень швидкості й тиску, у той час як миттєві значення швидкості й тиску випробовують нерегулярні пульсації. Внаслідок неупорядкованості не представляється можливим описати рух у всіх деталях як функцію часу та просторових координат. При цьому виявляється можливим визначити середні значення швидкості, тиску, концентрації й т.п. Турбулентність є ізотропною, якщо її статистичні характерні риси не залежать від напрямку, так що має місце досконала неупорядкованість. У цьому випадку не може існувати середньої напруги зрушення й, отже, градієнта осередненої швидкості. Коли осереднена швидкість має градієнт, турбулентність буде неізотропною, або анізотропною.

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 і критерії, зокрема, дифузійне число Пекле.

Встановлені закономірності початкових етапів дифузії аерозолів в турбулентному потоці [8-10]. 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. Апроксимація коефіцієнта Лагранжевої кореляції основного потоку експонентною залежністю дозволила отримати вираз для коефіцієнта дифузії аерозолів, який є перемінним під час перехідного періоду.

Висновок. Таким чином, в роботі запропоновано математичний апарат для моделювання характеристик дифузійних процесів в системах вентиляції

підприємств машинобудівних виробництв.

Л і т е р а т у р а

1. Соколов В.И., Коваленко А.А., Калюжный Г.С. и др. Инженерные задачи диффузии примеси в потоке. Луганск: ВНУ, 2000. 168 с.
2. Sokolov, V.: Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems. In.: Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 63, pp. 278-283. Springer, Cham (2019).
3. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).
4. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system. EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 3. Pp. 52–58.
5. Соколов В.И. Аэродинамика газовых потоков в каналах сложных вентиляционных систем. Луганск: ВУГУ, 1999. 200 с.
6. Sokolov V., Azarenko N., Sokolova Ya. Simulation of the power unit of the automatic electrohydraulic drive with volume regulation. ТЕКА Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. 2012. Vol. 12. No 4. Pp. 268 - 273.
7. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. 160 с.
8. Андрийчук Н.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М. Пути совершенствования систем теплоснабжения. Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2003. 244 с.
9. Андрийчук Н.Д., Иващенко Е.А., Коваленко А.А., Соколов В.И. Термодинамика для инженеров-строителей. Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2005. 304 с.
10. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2018. 148 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ SIGNAL PROCESSING

Слепченко К.І. – магістрант, alisakatrine@gmail.com

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

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена урахуванням зміни законів коливань при виконанні процесу фрезерування важкооброблювальних металів.

Метою роботи є оцінка динамічної якості шпиндельного вузла (ШВ) фрезерного верстата полігармонічному закону коливань.

При вирішенні завдань динаміки коливальних систем найбільш поширеним законом зміни сили $F(t)$ як вхідної характеристики є гармонійний закон [1-3]. Кращим наближенням до дійсної картини коливань ШВ є полігармонічний процес, що представляє суму постійної складової та певної кількості гармонік. Як показав експеримент, періодичний коливальний процес шпиндельного вузла (на

прикладі ШВ фрезерного верстата другого типорозміру) утворений сумою двох гармонійних процесів з частотами 20 і 28 Гц, тобто. період цього процесу дорівнює 0,2 с.

Розглянемо конструктивну схему двохопорного ШВ (рис.1) як балку на пружних опорах [4, 5].

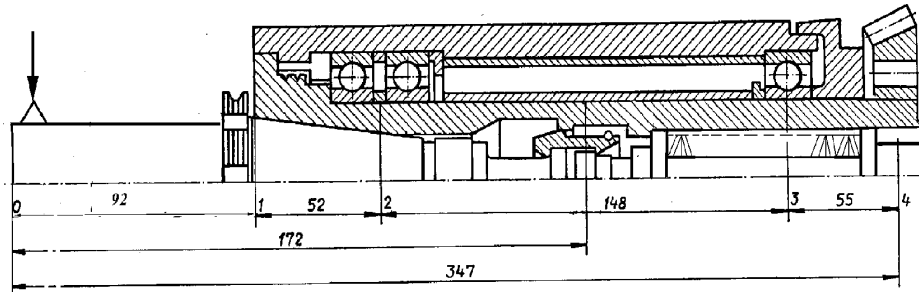


Рис. 1 – Шпиндельний вузол: конструктивна схема

Розглянемо залежність $F(t)$ як полігармонічний сигнал з амплітудами F_1 та F_2 :

$$F_i(t) = F_1 \sin 2f_1 t + F_2 \sin 2f_2 t, \quad (1)$$

який поєднується з процесом на виході генератора випадкового шуму (сигнал типу "білий шум"). Зміна сил у часі на вході шпиндельного вузла має хибний характер, що моделюється шумовим сигналом. За допомогою програмного середовища "Signal processing" [6, 7] процедура відтворення складного сигналу та виділення періодичності здійснюється наступним чином:

- 1) задати інтервал та дискретність тимчасової осі: $t=0:0,001:0,6$;
- 2) ввести вираз сигналу $F_i(t)$ (1);
- 3) змоделювати випадкову складову типу "білий шум" за допомогою команди "rand('normal')" [7] з нульовим середнім та одиничною дисперсією;
- 4) об'єднати сигнал шляхом накладання випадкової складової на гармонійну: $Z_i(t) = F_i(t) + 2\text{rand}(t)$;

- 5) обчислити спектральну щільність $S_F(i\omega)$:

$$S_F(i\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\bar{Z}_i(i\omega) \cdot \bar{Z}_i^*(i\omega)}{2T},$$

де $\bar{Z}_i(i\omega) = \bar{Z}_i^*(-i\omega)$ — комплексно-пов'язані функції, що представляють перетворення Фур'є для функції $Z_i(t)$ [7].

Для реалізації останнього етапу розрахунку і подальшої графічної інтерпретації випадкової функції (рис. 2) користуємося дискретним перетворенням Фур'є. При числі відліків $N=256$ (256-очкове швидке перетворення Фур'є (БПФ)) реалізувати БПФ сигналу $y_i(t)$ можна за допомогою Matlab -

команди "fft":

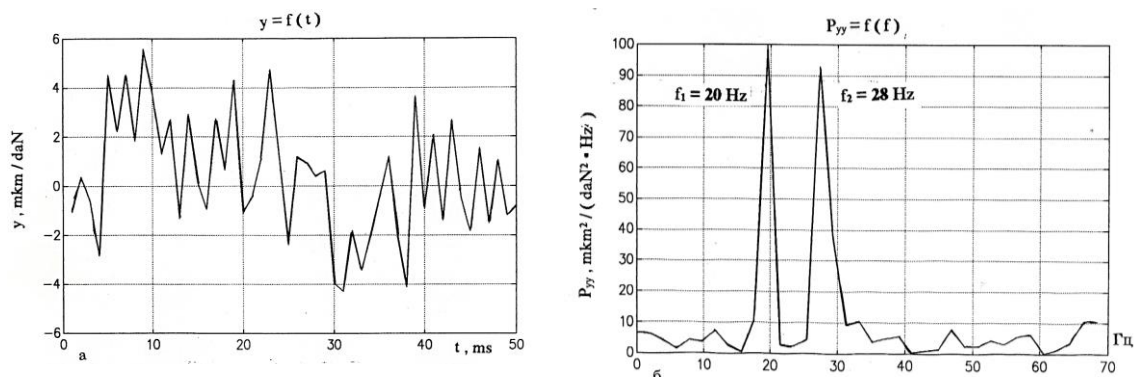


Рис. 2 – Вихідний сигнал $y = f(t)$ та його спектр $P_{yy} = f(f)$

Висновок. В результаті проведеного дослідження отримана оцінка частотних характеристик зміни сили $F(t)$ як вхідної характеристики шпиндельного вузла за полігармонічним законом. Запропоновано алгоритм розрахунку спектральної щільності, як основної спектральної характеристики динамічного явища при фрезеруванні різноманітних конструкцій корпусних деталей. Побудовані спектральні характеристики випадкової функції отриманої за допомогою дискретного перетворення Фурье в середовищі Signal Processing.

Л і т е р а т у р а

1. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. P. 52–58. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
2. Krol O.S., Juravlev V.V. Modeling of spindle fur turret of the specialized tool type SF16MF3. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 4, Lublin. Poland. Pp. 141–147.
3. Krol O., Suhorutchenko I. 3D-modeling and optimization spindle's node machining centre SVM1F4. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 3, Lublin. Poland. Pp. 114–119.
4. Krol O., Sokolov V. Rational choice of machining tools using prediction procedures // EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 4. Pp. 14–20. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00667>.
5. Кроль О.С. Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография / О.С. Кроль. Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2013. 260 с.
6. Кроль О.С. Твердотельное моделирование и исследование шпиндельного узла обрабатывающего центра / О.С. Кроль, А.А. Кроль, Е.И. Бурлаков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. № 16(989). С. 14–18.
7. Krol O., Porkuian O., Sokolov V., Tsankov P. Vibration stability of spindle nodes in the zone of tool equipment optimal parameters. Comptes Rendus de l'Academie Bulgare Des Sciences. – Sofia: “Prof. Marin Drinov” Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2019. Vol. 72. No 11. Pp. 1546–1556. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.11.12>

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ 3D-ПРИНТЕРІВ

Столярчук Д.П. – студент, stlk16dns@gmail.com
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., проф. info@zmok.kiev.ua
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження зумовлена стрімким впровадженням 3D-друку в різні сфери людської діяльності, й якщо практичне використання даних технологій у таких сферах як машинобудування, медицина, кондитерство, електроніка зараз вже не викликає таких сумнівів як раніше, то в такій “об’ємній” галузі як будівельна, використання 3D-друку все ще для багатьох здається дорогою іграшкою.

На сьогоднішній день будівництво є однією з найстаріших і найважливіших галузей, що забезпечує розвиток економіки, культури та повсякденного комфорту населення. Але від інших дана сфера відрізняється підвищеними трудовитратами і малою автоматизацією. Тому перехід від традиційних технологій зведення споруд до адитивних, з використанням будівельного друку, може вирішити ці проблеми.

Окрім наземних перспектив використання даної технології, існують також позаземні. У NASA передбачається, що будинки для перших землян-колоністів будуть створені прямо на Марсі чи Місяці без участі людини, а саме роботами та 3D-принтерами з переважним використанням навколишнього ґрунту для будівництва [1; 2].

Метою роботи є проведення оглядового аналізу існуючих адитивних технологій 3D-друку, умов їх ефективного використання та напрямів майбутніх досліджень із покращення методів планування й організації будівельних робіт, з перспективою широкого впровадження 3D-принтерів у будівельній галузі.

У 2009 році резиденти стартап-інкубатора "Університет Сингулярності" (Singularity University aka Singularity Education Group, засн. в 2008 у NASA Research Park, штат Каліфорнія), під керівництвом Бєрока Хошневіса (Behrokh Khoshnevis), створили проект з розвитку та комерційного застосування технології контурної побудови — Contour Crafting, яка вважається першою будівельною технологією 3D-друку і фактично стала найпоширенішою — це та сама технологія, при якій цементна суміш наноситься екструдером, подібно пластику при друку FDM [3].

Слід зазначити, що різні принтери відрізняються своїми кінематиками та методами зведення стін. Найбільш поширеними є конструкції з двома, трьома або чотирма опорами, це так звані “козлові” принтери. Такі 3D-принтери зазвичай

володіють більшою продуктивністю й областю друку, але потребують довгого і відносно складного встановлення перед початком роботи [3].

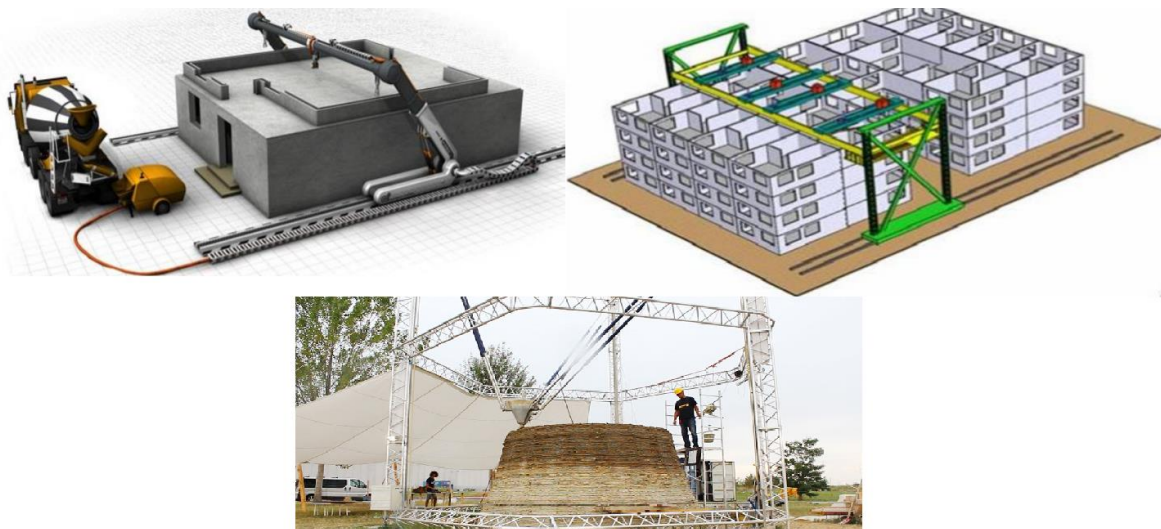


Рис. 1 – Конструкції 3D-принтерів з двома, трьома та чотирма опорами

Однак дедалі більшої популярності набирають будівельні 3D-принтери з однією опорою на базі промислових маніпуляторів або ж кінематики, яка працює в полярних координатах. Такий тип принтерів може встановлюватися всередині будівлі й будувати стіни навколо себе. Основною їхньою перевагою є відносна компактність та легкість встановлення на робочому майданчику й можливість багатоповерхового друку перенесенням принтера з поверху на поверх.



Рис. 2 – Конструкції 3D-принтерів з однією опорою

Для зведення високих об'єктів цілком можливо використовувати іншу вже запатентовану технологію, яка полягає в наступному:

Квадрольот 1 піднімається у повітря над будівельним майданчиком. Насос 9 з бункера 10, до якого транспортний засіб 11 завантажує будівельну суміш, подає її по трубопроводам 5 і 6 у приймальний бункер 3. Відповідно до програмного забезпечення, квадрольот 1 переміщується, а головка друку 4 подає суміш і

формує окремі будівельні конструкції 9, 10 або споруду повністю [4, с. 19].

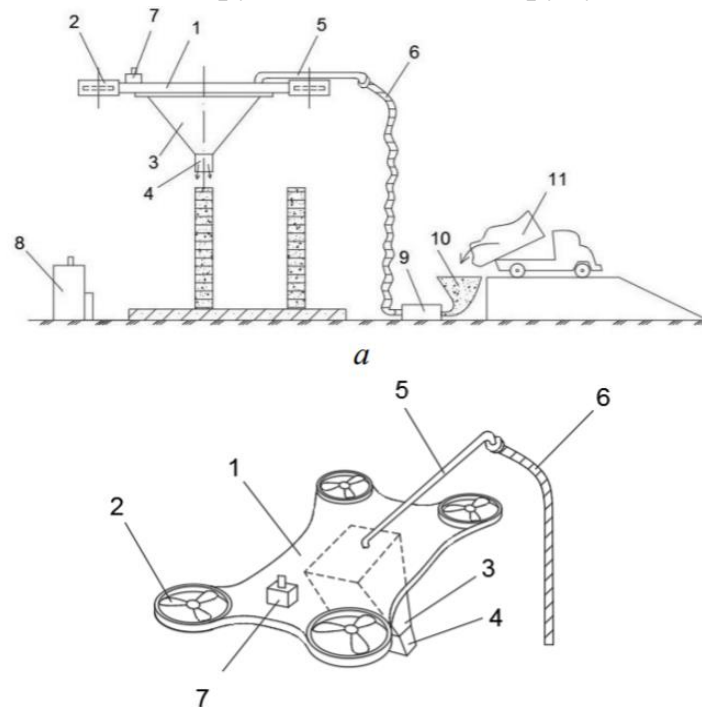


Рис. 3 – Пристрій для 3D-друку будівельних об'єктів

Висновок. В результаті проведеного аналізу адитивних технологій в будівельній сфері з використанням 3D-принтерів варто відмітити основний недолік – можливість будівництва тільки вертикальних конструкцій в обмеженій робочій зоні. Також, крім цього, потрібно зазначити дороговизну обладнання, встановлення якого в робоче положення та його калібровка потребують деяких затрат на підготовчі роботи.

Безумовними перевагами будівельного 3D-друку є зниження трудомісткості робіт, витрат матеріалів, ризику травматизму, будівельних відходів і значне підвищення автоматизації та швидкості будівництва. Очікується, що завдяки цим перевагам обсяг будівництва на основі 3D-друку виросте на будівельному ринку в десять разів протягом прогнозованого періоду і до 2027 року досягне 280 млн дол. США у порівнянні з 29 млн дол. США у 2019 році (3D printing, 2020) [4, с.20].

Л і т е р а т у р а

1. 3D-принтери на Марсі та ще 5 фантастичних історій цього літа – Режим доступу: <https://blog.iqb.ru/3d-printing-on-mars/>.

2 Д.В. Лаухін, Л.М. Дадіверіна, О.М. Твердохліб, І.М. Мацюк. Аналіз застосування в будівельному виробництві адитивних технологій 3D-друку – Режим доступу: <http://znr.nmu.org.ua/pdf/2020/61/PDF/14.pdf>.

3. 3D-друк у будівництві: як це працює, технології та 3D-принтери – Режим доступу: <https://top3dshop.ru/blog/3d-printing-of-buildings-technologies-and-3d-printers.html>.

4. Економічне обґрунтування застосування технології 3D-друку у галузі будівництва – Режим доступу: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2021/04/3D-printing.pdf>.

5. Мухаметрахімов Р.Х. Вахитов І.М. Адитивна технологія зведення будівель і споруд із застосуванням будівельного 3D-принтера – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnaya-tehnologiya-vozvedeniya-zdaniy-i-sooruzheniy-s-primeneniem-stroitel'nogo-3d-printera>.

6. Застосування 3D технологій у будівництві - статті компанії Нові Зодчі – Режим доступу: <http://www.n-zodchie.com/ua/articles/pro-zastosuvannya-3d-tehnologiy-u-budivnytstvi.html>.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

Яновська А.Р. – студент, mpt.snu.edu@gmail.com

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

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена підвищенням ефективності вентиляційних систем підприємств машинобудівних виробництв.

Метою роботи є розробка математичної моделі для розрахунку параметрів вентиляційних систем підприємств машинобудівних виробництв.

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 [1-4].

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 [1, 5-7].

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 витрат 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).

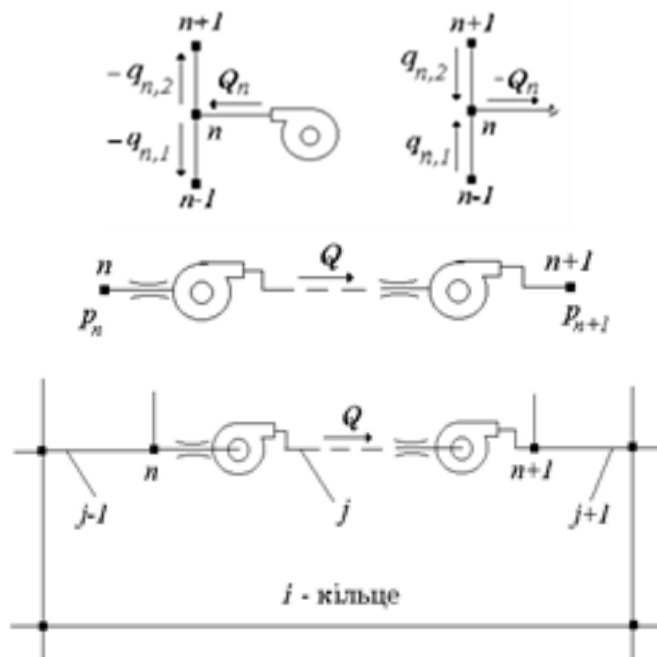


Рис. 1 – Розрахункові елементи

Виконано аналіз та обґрунтування чисельних методів розрахунку характеристик вентиляційних систем на узагальненій математичній моделі. Розглянуто методи Ньютона і Зайделя, метод ітерацій та половинного ділення. 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 [8-10].

Висновок. Таким чином, в роботі розроблено математичну модель для розрахунку параметрів вентиляційних систем підприємств машинобудівних виробництв.

Л і т е р а т у р а

1. Соколов В.И. Аэродинамика газовых потоков в каналах сложных вентиляционных систем. Луганск: ВУГУ, 1999. 200 с.
2. Sokolov, V.: Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems. In.: Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 63, pp. 278-283. Springer, Cham (2019).

3. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).
4. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system. EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 3. Pp. 52–58.
5. Андрийчук Н.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М. Пути совершенствования систем теплоснабжения. Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2003. 244 с.
6. Sokolov V., Azarenko N., Sokolova Ya. Simulation of the power unit of the automatic electrohydraulic drive with volume regulation. ТЕКА Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. 2012. Vol. 12. No 4. P. 268 - 273.
7. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. 160 с.
8. Андрийчук Н.Д., Иващенко Е.А., Коваленко А.А., Соколов В.И. Термодинамика для инженеров-строителей. Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2005. 304 с.
9. Соколов В.И., Коваленко А.А., Калюжный Г.С. и др. Инженерные задачи диффузии примеси в потоке. Луганск: ВНУ, 2000. 168 с.
10. Соколов В.И., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2018. 148 с.

Секція 5: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ

АНАЛІЗ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Андрєєв А.А. – студент, starblogger2000@gmail.com
Ставинський А.А. – д.т.н., професор, andrey.stavynskiy@mnaui.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження. Технічні рішення вибору активної частини трансформатора малої потужності з просторовим магнітопроводом. Запропонована й описана система магнітопроводу може бути використана в трансформаторі малої потужності у випадку його удосконалення. Удосконалення трифазного трансформатора можливо шляхом зміни конструкції і конфігурації перетинів стрижнів і ярем магнітопроводу.

Мета досліджень. Проаналізувати шляхи вдосконалення малих трифазних трансформаторів за рахунок зниження питомої і технологічної матеріалоемності.

Результат дослідження. Запропонована й описана вище система магнітопроводу може бути використана в трансформаторі малої потужності у випадку його удосконалення.

Удосконалення трифазного трансформатора можливо шляхом зміни конструкції і конфігурації перетинів стрижнів і ярем магнітопроводу.

Забезпечення маловідхідного автоматизованого виробництва малих трифазних трансформаторів зі зниженою питомою і технологічною матеріалоемністю, що є головною задачею даного проекту, можливо на основі маловідхідного магнітопроводу, що містить кільцеве вите ярмо і стрижні, виконувани шляхом порізки кільцевої заготовки [1].

У трансформаторі с симетричним просторовим магнітопроводом зазначеного типу, перетин кожного з трьох стрижнів повинен складатися з двох секторів abc и $a'b'c'$, утворених радіусом, рівним довжині ярма $l_{я}$ і центральними кутами 60° , а також розташованими між секторами прямокутником $abb'a'$ с довжиною, рівною $l_{я}$ і шириною, рівною ширині грані ярма з конфігурацією, описаної нижче, на стику зі стрижнем [2]. Конструктивно стрижні замкнуті з торців кільцевими навитими ярмами з конфігурацією внутрішнього контуру у виді симетричного шестигранника з трьома гранями шириною b_c і трьома гранями шириною b_o обмотувального вікна. Стрижні у відповідності зі способом доцільно виконувати розрізанням кільцевою тригранною навитою заготовкою [3].

При зборці такого трансформатора сполучаються ділянки контурів трьох

стрижнів між площами розрізів заготівлі з відповідними їм ділянкам зовнішнього і внутрішнього контурів ярма при обмотувальних вікнах з паралельними стінками [4]. При цьому забезпечується практично безвідхідне виробництво, оскільки відходи мінімальні, тому що ширина обмотувального вікна набагато більше ширини інструмента, що ріже, (нитку електрода, фреза, алмазний диск). У порівнянні з традиційними аналогами знижуються маса сталі і міді активний частини.

Висновок. Порівняння для конкретних еквівалентних трансформаторів показує, що $l_{\text{втр}} > l'_{\text{втр}}$ на 10-15 %, тому що мінімальній довжині витка, що охоплює задану площу, відповідає окружність. Крім того, технічні рішення магнітопроводу призначені для трансформаторів малої потужності. В існуючих конструкціях зазначених трансформаторів, у зв'язку з наявністю чотирьох окружностей радіусом, усереднена довжина витка обмотки перевищує значення.

З аналізу трансформаторів також впливає, що маса і матеріалоемність обмотки і трансформатора у цілому знижуються при зменшенні об'єму ярма. На підставі викладеного, можна зробити висновок, що запропоноване технічне рішення магнітопроводу трансформатора забезпечує підвищення технічного рівня і зниження матеріалоемності малих трифазних трансформаторів.

Л і т е р а т у р а

1. Ермолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК: Підручник. К.: Мета, 2003. 543 с.
2. Краснов В.В. Основы теории и расчета судовых электроэнергетических систем. – Л: Судостроение, 1989. 298 с.
3. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1986. 528 с.
4. Ермолин Н.П. Расчет трансформаторов малой мощности. Л.: Энергия, 1970. 190 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ЗАХОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ГІДРОАГРЕГАТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕС ТА ГАЕС

*Бондаренко А.С. – магістрант, andrei.ignatev777@gmail.com
Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., 701_701@ukr.net
Київський національний університет технологій та дизайну*

Актуальність дослідження зумовлена впровадженням новітніх технологій для раціонального та економічного використання енергоносіїв.

Метою роботи є впровадження покращених характеристик, існуючих енергоустановок, шляхом їх модернізації для підвищення енергоефективності та енергозбереження, а також подальшого економічного функціонування

гідроелектростанцій.

Структура електроенергетичної системи локального об'єкту складається з гідроелектростанцій (ГЕС) та гідроакумуючих електростанцій (ГАЕС).

Найбільш технологічно освоєним способом виробництва електроенергії є саме гідроенергетика. Україна володіє значним потенціалом застосування великих річок, але має і значний ресурс малих річок (в основному у західних регіонах), що займає близько 28% загального гідропотенціалу всіх річок України.

Відповідно до «Стратегією розвитку енергетики України на період до 2030р.» подальший розвиток гідроенергетики, повинен ґрунтуватися на наступних положеннях [1]:

– розвиток електроенергетики з оптимізацією структури генеруючих потужностей в Об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України можливий на основі сучасних технологій та обладнання, які забезпечують високу економічну ефективність, надійність, ресурсозбереження, виконання екологічних вимог;

– сприятливе геополітичне положення України, а також наявність потужних електричних зв'язків дозволяють їй стати «енергетичним мостом» між об'єднаними енергосистемами Західної Європи (UCTE), здійснювати паралельну роботу з цими об'єднаннями [2].

Для покращення технічних характеристик ГЕС потрібно реалізувати наступне:

1. розширити діапазон регулювання, що дуже важливо як для роботи самого гідроагрегата так і енергосистеми загалом;

2. встановити гібридні системи з виробництва електроенергії на основі батарейних накопичувачів енергії та фотоелектричних (PV) систем для розширення діапазону регулювання гідроагрегатів [3].

Для прикладу, до реконструкції діапазон регулювання був 60-100%, тобто гідроагрегат міг змінювати свою потужність на вимогу диспетчера в діапазоні потужності 24,9-46,8 МВт, після реконструкції був збільшений діапазон на 20%, на сьогодні він становить 40-100%. Таким чином, гідроагрегат зможе змінювати свою потужність в межах 18,7- 46,8 МВт.

Загальна потужність встановленої системи накопичення становитиме 212 МВт, а загальна потужність сонячних панелей - 63,9 МВт. Впровадження цієї системи буде сприяти поліпшенню якості допоміжних послуг та підтримці інтеграції відновлювальних джерел енергії.

На рис. 1 наведений макет на якому зображено який буде мати вигляд ГЕС після реконструкції. Заходи, що реалізуються на гідроелектростанціях, направлені, у тому числі, на поліпшення техніко-економічних характеристик гідроагрегатів та підвищення їх експлуатаційної безпеки [4].



Рис. 1 – Приклад реконструкції ГЕС «Укргідроенерго»

Висновок. Наведені переваги реконструкції гідроагрегатів, головною метою якої є підвищення експлуатаційної стабільності та надійності енергопостачання шляхом збільшення одиничної потужності реконструйованих гідроагрегатів. Внаслідок реконструкції гідроагрегатів на ГЕС і ГАЕС буде досягнуто приріст виробітку електроенергії та подовжений термін надійної експлуатації ГЕС на 30-40 років, що в цілому дозволить підвищити надійність та ефективність роботи Об'єднаної енергосистеми України за рахунок збалансованої структури потужностей.

Л і т е р а т у р а

1. Поташник С. И. О необходимости полного и эффективного освоения гидроэнергоресурсов Украины до 2030 г. / С. И. Поташник, Ю. А. Ландау, В. К. Рябошапка // Гідроенергетика України. 2011. № 3-4. С. 4-6.

2. Шкробот М.В. Стратегічна модернізація підприємств гідроелектроенергетики, управлінські аспекти забезпечення: монографія / М. В. Шкробот. К: НТУУ «КПІ», 2015. 221 с.

3. Жданов Іван [Електронний ресурс]: Збільшення діапазону регулювання гідроагрегатів «Укргідроенерго» підвищує стійкість енергосистеми / Іван Жданов // 2019. – Режим доступу: <https://expro.com.ua/statti/van-jdanov-zblshennya-dapazonu-regulyuvannya-gdroagregatv-ukrgidroenergo-pdvischu-stykst-enegosistemi->

4. Приватне акціонерне товариство "Укргідроенерго", енергоефективність та енергозбереження [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу:[https://uhe.gov.ua/stalyy_rozvytok/korporatyvna-sotsialna-vidpovidalnist/enerhoefektyvnist-ta-enerhozberezhennya.](https://uhe.gov.ua/stalyy_rozvytok/korporatyvna-sotsialna-vidpovidalnist/enerhoefektyvnist-ta-enerhozberezhennya)

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Бриль А.М. – магістрант, brylartem63@gmail.com

Торопов А.С. – ст.викл., toropov@snu.edu.ua

Морнева М.О. – к.т.н., доц. morneva@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження базується на тому, що в Україні практично відсутня практика врахування надійності електропостачання при оцінці економічних збитків.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу деяких аспектів забезпечення надійності електропостачання у ринкових умовах, а саме електроприймачів трьох категорій [1].

Розвиток економіки України супроводжується зростанням енергопостачання, яке в свою чергу вимагає збільшення кількості обсягів енергоресурсів, підвищення їх надійності та безперервності у постачанні. Таким чином, врахування надійності електропостачання промислових підприємств постає одним із ключових питань при оцінюванні економічних збитків підприємств-споживачів при ненадійному електропостачанні.[2]

Сьогодні енергетичні комплекси (ЕК) повинні розуміти, що головним на ринку є споживач електроенергії. Відповідно у споживача повинен бути вибір, якщо це фізично можливо, у кого йому можна придбати електроенергію і на який рівень надійності він може розраховувати. Надійність електропостачання у ринкових умовах є товаром, що реалізується через ринкові послуги з відповідною ціною, та предметом договірних відносин між суб'єктами енергетичного ринку.

Відповідальність за надійність систем електропостачання у цілому несуть енергетичні комплекси, які забезпечують поставку електричної енергії споживачам у заявленому обсязі відповідно до графіка споживання та договорів електропостачання при виконанні споживачами всіх встановлених технічних і фінансових зобов'язань [3].

У Законі України «Про електроенергетику» є статті, що регламентують відносини постачальників і споживачів. Зокрема, при перерві у постачанні з вини постачальника постачальник несе відповідальність перед споживачем у розмірі 5-кратної вартості невідпущеної електроенергії [4].

Згідно із Правилами облаштування електроустановок усі електроприймачі за надійністю електропостачання поділяються на три категорії, які можуть бути небезпечними для життя людей, чинити значний матеріальний збиток, пошкодження дорогого обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих

елементів комунального господарства.

Електроприймачі I категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних взаємно резервованих джерел живлення, до яких належать дві електростанції або два центри живлення. Для особливої групи електроприймачів I категорії повинно передбачатися додаткове живлення від третього незалежного джерела (місцевої електростанції, акумуляторних батарей і т. п.), що значно підвищує вартість системи електропостачання.

II категорія – електроприймачі, перерви у електропостачанні яких призводять до масового недовипуску продукції, перерв у роботі працівників, значних простоїв механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів. Електроприймачі II категорії в нормальних режимах також повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних взаємно резервованих джерел живлення. Живлення приймачів II категорії при аварії повинно бути збережене або автоматично відновлене. Останній захід на практиці застосовується найчастіше;

III категорія – усі інші електроприймачі, що не входять до I і II категорій. Для електроприймачів III категорії електропостачання може виконуватися від одного джерела живлення за умови, що перерви у електропостачанні, необхідні для ремонту або заміни ушкодженого елемента системи електропостачання, не перевищують однієї доби.

Висновок. В результаті проведеного аналізу виявлено, що надійність електропостачання у ринкових умовах є товаром, що реалізується через ринкові послуги з відповідною ціною, та предметом договірних відносин між суб'єктами енергетичного ринку. Усі електроприймачі за надійністю електропостачання поділяються на три категорії, які можуть бути небезпечними для життя людей, чинити значний матеріальний збиток, пошкодження дорогого обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

Л і т е р а т у р а

1. Мельник Л.Г. Економіка енергетики: підручник /Л.Г. Мельник. – Суми, Університетська книга, 2015. 378 с.

2. Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике: [Учебное пособие для вузов] / Ю.Б. Гук– Л.: Энергоатомиздат. Ленингр.отд-ние, 1990. – 208 с.

3. Про затвердження Кодексу систем розподілу. Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 №310 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#Text> (дата звернення 30.10.2021) – Назва з екрана.

4. Про електроенергетику: закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР (в остат. ред. від 01.07.2014 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

COMPARISON OF SINGLE-PHASE TWISTED AND ADJUSTED STATIONARY AND SPECIAL ELECTROMAGNETIC SYSTEMS

Varfolomiev I.V. – student, vaniskys27@gmail.com
Sobolev V.O. - student, sobolevoleksandr@gmail.com
Sadovyi O.S. – Ph.D., docent., sadovuyos@mnau.edu.ua
Mikolaev National Agrarian University

Relevance of research. Today, magnetic conductors of single-phase electromagnetic static devices (ESD) are made of electrical steel (ETS) by means of straightening, winding or bending of strips and sometimes by flattening and corrugation of strip blanks. The technology of winding the tape (roll) ETS in magnetic circuits with rectangular cross-sections of the rods is considered more advanced and extends to a capacity of 1000 kVA [1]. Single-phase ESPs are available with both twisted and charged magnetic circuits. However, to date, the issue of their analytical comparison has not been resolved [2]. Therefore, the solution of the problem of mass comparison, is material consumption of single-phase static electromagnetic systems (EMS) is important and relevant both theoretically and practically.

The purpose of research. Perform a numerical comparative analysis of the mass of single-phase EMS of low and medium power with twisted and charged rod and armored magnetic circuits.

The result of the study. The main requirement for electromechanisms and single-phase power supply systems, in particular for domestic use, is the minimum weight. Therefore, in accordance with the purpose of this work, a numerical comparative analysis of the technical level of planar rod, armor and spatial armor electromagnetic systems with twisted and charged magnetic circuits. To determine the advantage and justify the choice of single-phase transformer design, a universal method of target functions for optimization of electromagnetic systems with dimensionless technical level indicators and relative controlled variables was used [2,3]. In determining the objective functions based on the condition of electromagnetic equivalence, the materials used, winding current densities, average values of magnetic field induction amplitudes in rods and yokes, as well as performance and methods of cooling electromagnetic static devices were taken as the same.

According to the result of the calculations obtained the following values:

- the mass indices of the twisted magnetic circuit relative to the charged magnetic circuit are lower, with a copper winding by 2.66%, and with an aluminum winding less by 2.77%.

- the mass indices of planar EMS with twisted magnetic circuit, relative to armor EMS with charged magnetic circuit also decreased, by 2.17% with copper windings and by 1.43% with aluminum windings.

- the mass index of the spatial four-contour EMS with a twisted magnetic circuit relative to the planar armor EMS with a charged magnetic circuit decreased by 1.32% for the materials of the copper winding and by 0.44% for the aluminum winding.

Conclusion. It is established that the mass indices in the operating voltage range of the EMC with a twisted rod magnetic circuit have smaller values compared to the analogue of this EMS, but with a tuned magnetic circuit. The mass indices of planar EMC with twisted magnetic circuit are also determined, the values of which are smaller in comparison with planar armored EMS with twisted magnetic circuit. Comparing the mass index of the spatial four-contour EMS with a twisted magnetic circuit relative to the plenary armor analog with a charged magnetic circuit, it was also found that the value of the first EMS is in the range of decrease. Thus, we can say that these results provide promising ways to determine methods for improving EMS.

References

1. Stavinskii, A., Shebanin, V., Avdieieva, Tsyganov, A., Stavinskiy, R., Sadovoy, O. Dependence of the Indicators of Three-phase Transformers with Planar Plate Magnetic Wires from Variants of Rod Configuration. Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019, September 2019, Pages 102-105. DOI: 10.1109/MEES.2019.8896451

2. Садовий О.С. Визначення показників маси та вартості планарних однофазних електромагнітних систем з прямокутними перерізами стрижнів. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2020. Вип. 3/2020 (51). С. 27–33.

3. Stavinskii, A.A., Tsyganov, A. M. Desing and technological proposals for improving a singl-phase transformer with laminated magnetic core. Electrical engineering and electromechanics.2020, №6. Pp.11-18.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Гафінець В.Я. – магістрант, vasiliy.gafinec@ukr.net

Морнева М.О. – к.т.н., доц., morneva@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в основних нормативних документах щодо якості електричної енергії (ЯЕ) є різні формулювання термінів та різні вимоги до норм ЯЕ, що потребують відповідного узагальнення для зручності практичного використання цих документів.

Метою роботи є формулювання рекомендацій щодо застосування стандарту

ДСТУ EN 50160:2014 в сучасних умовах.

Згідно з Законом України «Про стандартизацію» (раніш також за Законом України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності») стандарти застосовуються на добровільній основі, за винятком випадків, коли застосування цих стандартів вимагають технічні регламенти.

Технічний регламент – це закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим.

В договорах, що укладаються між постачальником електричної енергії та споживачем, мають відобразитися зобов'язання постачальника щодо забезпечення стандартних характеристик напруги. Для виконання цих зобов'язань, електропостачальна організація, насамперед, має контролювати ЯЕ, аналізувати результати контролю, розробляти та впроваджувати заходи щодо нормалізації ЯЕ. Всі ці дії базуються на основних нормативних документах, чинних в Україні [1-3].

Таким чином, і ГОСТ 13109 (що був прийнятий як державний стандарт України), і ДСТУ EN 50160:2014 є стандартами, положення яких обов'язкові для виконання. Аналіз цих документів дозволив узагальнити деякі відмінності, насамперед, в термінології, що в них використовується.

Серед нових термінів, що з'явилися в національному стандарті ДСТУ EN 50160:2014 порівняно з ГОСТ 13109-97 слід відмітити такий, як "заявлена напруга". У нормальних робочих умовах, за винятком періодів, під час котрих відбувались переривання напруги, змінення напруги не повинні перевищувати $\pm 10\%$ від величини номінальної (заявленої) напруги U_n (U_c).

Висновок. Таким чином, на період до відміни чинності ГОСТ 13109-97, рішення про застосування цього стандарту або ДСТУ EN 50160:2014 має приймати організація, що забезпечує поставки електричної енергії.

При цьому слід враховувати більш жорсткі норми для забезпечення обов'язковості виконання вимог двох стандартів.

Л і т е р а т у р а

1. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. [Введ.01.01.2000] [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://odz.gov.ua/lean_pro/standardization/files/elektromagnitnaja_sovmestimost_2014_03_1_1_1.pdf (дата звернення 1.11.2021) – Назва з екрана.

2. Методика вимірювання якості електричної енергії в системах електропостачання загального при-значення: СОУ-Н ЕЕ40.1-37471933-55:2011 [Чинна з 31.10.2011]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62307 (дата звернення 1.11.2021) – Назва з екрана.

3. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). [Чинний з 1.10.2014]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51529 (дата звернення 1.11.2021) – Назва з екрана.

УДОСКОНАЛЕННЯ ДВИГУНІВ КЛАСИЧНОЇ СХЕМИ НА ОСНОВІ РЕБРИСТО-ГРАНЕНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО КОНТУРУ І БАГАТОПЛОЩИННОЇ СТРУКТУРИ ЯРМА СТАТОРА

Головань О.Б. – магістрант, alexholovan@gmail.com
Ставинський А.А. – д.т.н., проф., andrey.stavynskiy@mnaui.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження зумовлена тим, що «традиційними» способами рішення задач підвищення технічного рівня електричних машин є використання удосконалених електротехнічних матеріалів, методик оптимізаційних розрахунків та систем охолодження. Однак можливість подальшого розвитку в рамках традиційних (класичних) структур і конструкцій є обмеженими. Тому необхідні нові нетрадиційні підходи до удосконалення електричних машин на основі системного підходу і структурних перетворень активних елементів.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу питомої і технологічної металоємності електричних машин малої потужності, а саме знайдення шляхів зниження цих показників, оскільки це є важливим шляхом підвищення технічного рівня асинхронних двигунів всіх призначень.

Результат досліджень. Під час досліджень ми дійшли висновку, що при існуючих конструкціях і технології виробництва АД коефіцієнт використання електротехнічної сталі складає в середньому 0,53, тобто більше 40% усієї використовуваної дорогої сталі йде у відходи. Невиправдано також збереження в сучасних технологічних процесах металомісткого і екологічно шкідливого ливарного виробництва станин і інших конструкційних елементів.

Ми з'ясували, що більш істотного зниження металоємності при зменшенні зовнішнього діаметра статора можна досягти, застосовуючи в безкорпусному АД багатоплощинного магнітопроводу із просторових тангенціально зміщених елементарних шарів сталі. У таких магнітопроводах (рис. 1) зона ярма з розміщених між гранями сусідніх шарів, накладених один на одного і з'єднаних між собою зварюванням (клеяким електроізоляційним покриттям) похилих ділянок, може виконувати функції жорсткого корпусу. У зв'язку з тим, що внутрішні або зовнішні поверхні похилих зон ярма можуть служити елементами

опори магнітопроводу, (з'єднання з конструкційними елементами), пару статора з підшипниковими щитами можна забезпечити нажимними елементами чашоподібної форми (рис. 2), що спираються на внутрішні поверхні виступів похилих ділянок і з'єднані зі звареними швами магнітопроводу.

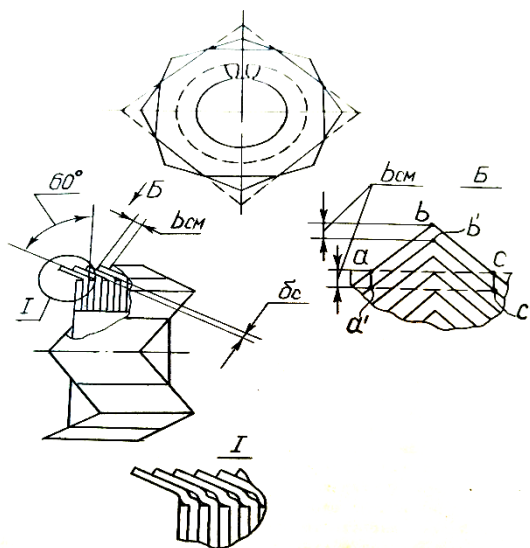


Рис. 1 – Багатоплощинний магнітопровід

Багатоплощинний магнітопровід (рис. 1) забезпечуючи переваги менших габаритних розмірів і металоємності (відсутність опорних планок або ребер жорсткості) при підвищеній жорсткості статора, в разі чотирикутної форми розкряу сталі, може бути отриманий тільки при наявності технологічної операції повороту вихідних пластин. Однак у зв'язку з тим, що ярмо багатоплощинної структури забезпечує функції корпусу, воно може виготовлятися спільно з нажимними елементами, як і станина, окремо. У зв'язку з цим, вимоги до точності штампування пазів можуть не пред'являтися.

Відомий спосіб виготовлення багатоплощинного магнітопроводу включає набір заготовки у вигляді пакету кільцевих пластин з виступами граней, зміщеними в тангенціальному напрямку на половину їхнього кроку в кожній парі сусідніх пластин, установку заготовки на оправку-основу інструменту і формування магнітопроводу відгином виступів зміщенням інструменту на оправці уздовж активної довжини магнітопроводу. Формування магнітопроводу здійснюється послідовним впливом на заготовку деталей оснастки (використовується стандартний прес подвійної дії) - циліндрів обтиску та згинальних виступів Пуансона.

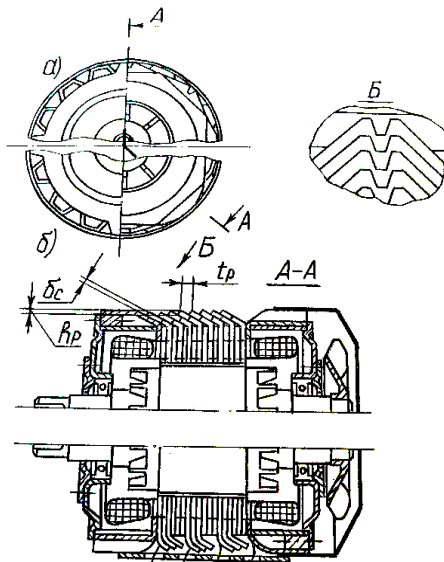


Рис. 2 – Закритий безкорпусний двигун, що обдувається, з багатоплощинним магнітопроводом статора і штампованими конструкційними елементами:

- а) з багатоплощинним магнітопроводом;*
- б) з груповим багатоплощинним магнітопроводом*

Описаний спосіб дозволяє отримати за одну операцію (одне переміщення Пуансона) задану форму і конфігурацію багатоплощинного (рис. 2, а) і групового багатоплощинного (рис. 2, б) магнітопроводів.

Висновок. В результаті проведеного аналізу ми дійшли висновку, що більш істотного зниження металоємності при зменшенні зовнішнього діаметра статора можна досягти, застосовуючи в безкорпусному АД багатоплощинного магнітопроводу із просторових тангенціально зміщених елементарних шарів сталі, що є одним з високоефективних напрямків рішення задачі загального ресурсозбереження при виготовленні електричних машин малої потужності, що не потребує докорінної перебудови виробництва та значних капіталовкладень.

Л і т е р а т у р а

1. Синчук О.Н., Удовенко О.А. Методы уменьшения добавочных потерь в добавочных моментах в низковольтных асинхронных короткозамкнутых двигателях // Праці інституту електродинаміки НАН України. К. 2003. №3(6). С.59-63.
2. Удовенко О. О. Достоинства и недостатки конструкций и технологий изготовления безотходных магнитопроводов электродвигателей Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.09.03/ Криворізькому технічному університеті м. Кривий Ріг.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕТІКАНЬ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Гончарук Я.С. – студент, gon4yarok@gmail.com

Тараненко С.В. – к.т.н., доцент, sytarsvmi@ukr.net

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Компенсація реактивної потужності залишається однією із головних завдань процесу забезпечення електроенергією промислових і цивільних об'єктів. Це пов'язано із істотними коливаннями навантаження електроприймачів. З одного боку, необхідно забезпечити якомога більше використання компенсуючих пристроїв (КП). З іншого боку, необхідно прагнути до повного розвантаження електроенергетичних систем від потоків реактивної потужності. Це можна забезпечити розташуванням КП ближче до потужних споживачів. Все це впливає на вартість виконаних робіт.

Метою роботи є визначення критеріїв оптимальної компенсації реактивної потужності.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для розв'язання задачі оптимального вибору потужності і місць встановлення КП найчастіше застосовуються евристичні методи, інтелектуально-орієнтовані методи, імітація відпалу, еволюційні алгоритми. Вони поєднують характеристики детермінованих і статистичних алгоритмів та можуть забезпечити пошук квазіоптимальних варіантів за прийнятний час. Для формування оптимального критерію необхідно передусім сформулювати математичну модель енергосистеми. Під час розв'язання задач компенсації реактивної потужності критерієм оптимальності є забезпечення максимального економічного ефекту.

Сумарну потужність втрат можна обчислити так:

$$W_{ВТР} = \sum_{i=1}^n \int_0^T R_i \cdot \left(\frac{S_i(t)}{U_i(t)} \right)^2 dt,$$

де $S_i(t)$ – повна потужність кінця i -ї вітки; $U_i(t)$ – напруга на шинах кінця i -ї вітки, R_i – резистивний опір i -ї вітки, n – кількість віток.

Уточнене значення напруг обчислюється так:

$$\dot{U}_i^{(k)} = \begin{cases} U_n, & \text{якщо } k = 0; \\ \dot{U}_{i-1}^{(k)} - z_i \frac{\dot{S}_i^{(k)}}{U_i^{(k)}}, & \text{якщо } k \geq 1. \end{cases}$$

Управління КП здійснюється по значенням коефіцієнта реактивної потужності. Функцію регулятора компенсації реактивної потужності КУ із заданою потужністю секції КП можна записати в такому вигляді:

$$Q_{ку.i}(t) = f(Q_{н.i}(t)) = \begin{cases} \text{round}\left(\frac{Q_{н.i}(t)}{\Delta Q_{ку.c.i}(t)}\right) \cdot \Delta Q_{ку.c.i}, & Q_{ку.i}^{\max} < Q_{н.i}(t) < 0; \\ Q_{ку.i}^{\max}, & Q_{ку.i}^{\max} < Q_{н.i}(t); \\ 0, & Q_{н.i}(t) < 0. \end{cases}$$

Дійсне значення реактивної потужності визначається не площею графіка, а рівнями недокомпенсації чи перекомпенсації реактивної потужності за допомогою КУ (заштрихована ділянка).

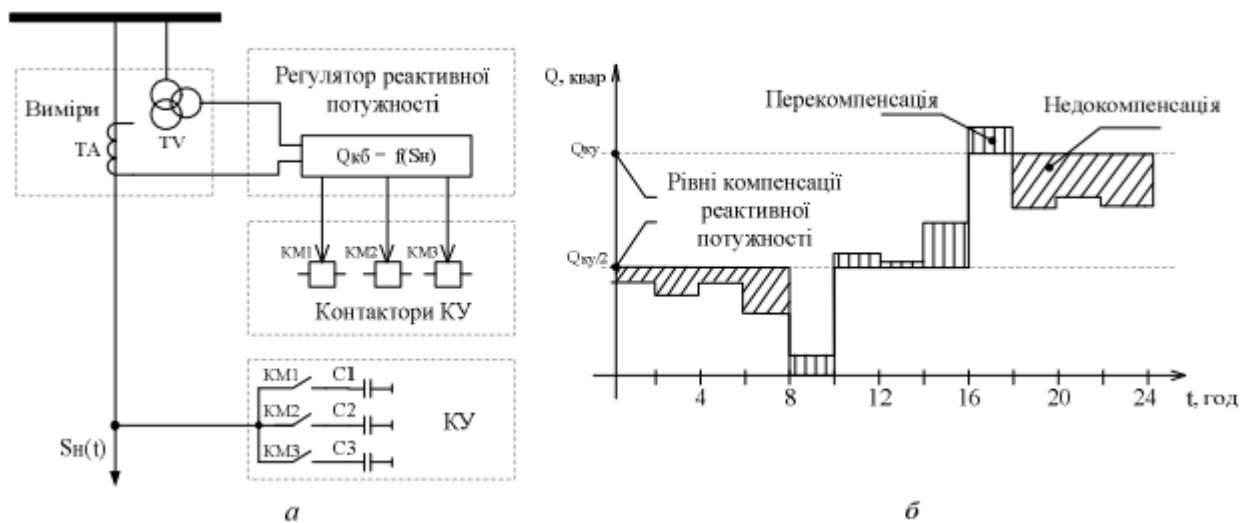


Рис.1 – Компенсація реактивної потужності: а – схема, б – графік роботи

Висновок. Для компенсації реактивної потужності необхідно застосовувати компенсуючі пристрої за розрахунковою методикою для кожної системи відповідно.

Література

1. Выбор компенсирующих устройств при проектировании электрических сетей / И. Н. Ковалев. М.: Энергоатомиздат, 1990. 200 с.
2. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии: Монография / А.А. Герасименко, В.Б. Нешатаев. М.: Проспект, 2015. 219 с.
3. Ефременко В.М., Беляевский Р.В. Расчет оптимального размещения компенсирующих устройств методом множителей Лагранжа // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. 2012. № 6. С. 138–141.
4. Zhang W. Review of Reactive Power Planning: Objectives, Constraints, and Algorithms / W. Zhang, L. M. Tolbert, Fangxing Li // IEEE Trans. Power Syst. 2007. Vol. 3, No. 4. P. 2177–2186.
5. Pires D.F. NSGA-II with local search for a multi-objective reactive power compensation problem / D. F. Pires, C.H. Antunes, A. G. Martins // IEEE Trans. Power Syst. 2012. Vol. 43, No. 1. Pp. 313–324.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ МАГНІТОПРОВОДІВ СТАТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ

Григор'єв М.І. – студент, aqua2106@outlook.com
Ставинський А.А. – д.т.н., andrey.stavynskiy@mnaui.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет

Постанова проблеми На гармонійний склад магнітного поля в робочому зазорі, додаткові втрати і віброакустичні характеристики асинхронних двигунів (АД) крім конструктивно-структурних особливостей зубцово-пазових зон статора і ротора істотний вплив роблять і конструктивно-геометричні особливості ярма статора. Серед причин додаткових втрат найбільш невивченою є тангенціальна періодична несиметрія ярма у вигляді виїмок на його зовнішньому діаметрі, використовуваних в сучасних АД для скріплення пакета муздрамтеатру. Один з напрямків ресурсозбереження, що відрізняється збереженням традиційної технології виробництва АД, засноване на застосуванні пластин муздрамтеатру із зовнішнім контуром, що забезпечує коефіцієнт розкрою електротехнічної сталі близьким до одиниці [1]. Однак така форма пластин з негативними перемичками штампування або Лиско найбільш різко посилює зазначений вид несиметрії.

Метою роботи є аналіз особливостей розподілу магнітного поля в ярмі і обґрунтування технічних рішень, спрямованих на усунення впливу на показники АД гармонійних складових магнітного поля в зазорі при змінному перерізі ярма статора уздовж кутової координати.

Результат досліджень. Відповідно до виду вираження (33) і принципом взаємної компенсації ЕРС і вібровозмущаючих сил [2] можна зробити висновок, що поліпшення характеристик АД, що виготовляються з маловідходних розкриємо електротехнічної сталі, можливо при використанні магнітопроводів з тангенціальним зсувом сусідніх груп пластин [3]. Зазначений зрушення супроводжується зміщенням гармонік тангенціальної несиметрії в сусідніх зонах на половину періоду в межах товщини δ_c електротехнічної сталі або сумарної товщини групи пластин. При цьому додаткові ЕРС взаємно компенсуються, а сумарна ЕРС буде відповідати ЕРС еквівалентного АТ з циліндричним магнітопроводом:

$$\begin{aligned} e'_{\delta c} &= \sum_{v=1}^{\infty} [e_{\delta v} + e'_{\delta v} + e''_{\delta v}]; \\ e''_{\delta} &= \sum_{v=1}^{\infty} [e_{\delta v} - e'_{\delta v} - e''_{\delta v}]; \end{aligned} \quad (1)$$

$$e(x, t) = l_{\delta}(e'_{\delta c} + e''_{\delta c})/\delta_c = \sum_{v=1}^{\infty} e_v.$$

Для виключення аксіальних зазорів і можливості скріплення елементарних шарів в зонах екстремумов $h(x)$, а також збільшення радіальної жорсткості і поверхні тепловідведення ярма магнітопровода (рис. 1, а) щодо ярма статора еквівалентного АТ з класичним циліндричним магнітопроводом ділянки елементарних шарів в зонах Δh_a повинні бути розташовані з нахилом 60° .

Тангенціальне зміщення елементарних шарів стали на a_r забезпечує також взаємну компенсацію найбільш інтенсивних додаткових груп вібровозмущаючих сил, які визначаються середніми складовими, що містять $B_{\delta m_1} \Delta B_1$. Аналогічно (1) можна показати, що для компенсації також і груп вібробурюючих сил з B_1^2 необхідна збірка магнітопровода з взаємно зсунутих на кут a_r модулів з тангенціально зміщених на a_r пластин або зсув на $a_r/2$ сусідніх пар з груп пластин, зміщених на a_r .

При цьому похилі ділянки модулів або груп пластин повинні бути спрямовані в протилежні сторони.

Висновки. 1. Тангенціальна періодична несиметрія ярма статора призводить до утворення в робочому зазорі АД додаткових груп гармонійних складових магнітного поля, найбільш інтенсивні з яких викликані основною гармонійною і проявляються в низькочастотній частині спектра.

2. Частоти і амплітуди додаткових гармонік поля залежать від числа зон розташування мінімальних висот ярма в межах окружності статора, а також співвідношення розмірів зовнішнього радіуса і висот ярма.

3. Ослаблення додаткових втрат і електромагнітних сил, викликаних даним видом несиметрії, можливо при тангенціальному зміщенні елементарних шарів муздратрау на кут, що визначаються числом зон несиметрії.

Л і т е р а т у р а

1. Яковлев А. І. Електричні машини зі зменшеною матеріаломісткістю. М.: Вища школа, 1989.
2. Ставинський А. А. Асинхронні двигуни з багатоплощинною структурою шарів електротехнічної сталі. Електрика, 1992, № 5.
3. Ставинський А. А., Золотухін А. І., Янченко А. В. Зниження вібрації від електромагнітних джерел коливань в двухпакетних асинхронних двигунах. Електротехніка, 1991, № 8.

АНАЛІЗ ВІДМОВ ТА ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Єребакан І.І. – студент, erebakanv300@gmail.com

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

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність проведення досліджень оцінки надійності систем електропостачання зумовлена необхідністю постійного вдосконалення засобів діагностики технічного стану та методів оцінювання і розрахунку надійності елементів, що входять до системи електропостачання, для прогнозування безвідмовної роботи та запобігання аварійних зупинок в період експлуатації.

Метою роботи є проведення аналізу відмов складових системи електропостачання та розгляд методів оцінки і контролю їх технічного стану з визначення надійності системи.

Мережі електропостачання промислових підприємств є складовою частиною електроенергетичних систем. Для систем електропостачання характерні ті ж особливості, що і для електроенергетичних систем, їм також необхідна безвідмовність, яка визначає ефективність їх функціонування. З урахуванням визначення параметрів безвідмовності може бути виконана оцінка техніко-економічних показників та надійності в цілій системі електропостачання. Належна ефективність функціонування систем електропостачання досягається введенням необхідних резервів потужностей джерел живлення і збільшення безвідмовності електрообладнання, тобто підвищенням показників якості обладнання, ліквідацією на стадії проектування джерел ймовірних аварій, здатних привести до його відмов і тривалих простоїв технологічного комплексу.

Ефективність функціонування системи електропостачання залежить в першу чергу від безвідмовності окремих його елементів при підтримці яких, в період роботи в необхідному технічному стані, високий рівень безвідмовності матиме і сама система. Причинами виникнення відмов служать як внутрішні, так і зовнішні фактори обурення. Наслідками відмов будуть економічні втрати, викликані відновленням пошкодженого обладнання і порушенням технологічного процесу.

За тривалістю розрізняють наступні відмови в електропостачанні [1]:

– тривалі перерви в електропостачанні споживача, обумовлені ліквідацією масових ушкоджень в системах електропостачання (СЕП), викликаних, як правило, руйнуваннями опор і проводів ліній електропередачі (ЛЕП) (на період до декількох діб);

– припинення живлення споживачів на час відновлення працездатності елемента, що відмовив, СЕП (4–24 год);

– припинення живлення споживачів на час, необхідний для включення

резервного живлення вручну, діями оперативно-виїзних бригад підприємств електричних мереж (1,5–6 год);

- припинення живлення на час оперативних перемикачів, виконуваних черговим персоналом на підстанціях (кілька хвилин);

- короткочасна відмова в електропостачанні споживача на час автоматичного введення резервного живлення або автоматичного відключення ушкодженої ділянки мережі (кілька секунд).

Самим ненадійним елементом СЕП є лінії електропередачі (ЛЕП) через розосередженість по території і впливи на них різних зовнішніх факторів. Так, в міських електромережах близько 85% відключень доводяться на ЛЕП. В сільських мережах ця цифра досягає 90–95 % [2].

Основними причинами ушкоджень повітряних ліній (ПЛ) є:

- грозові перекриття ізоляції;
- ожеледь-ізморозові відкладення;
- навантаження від вітру;
- вібрація і танок проводів;
- загоряння дерев'яних опор;
- ослаблення механічної міцності деталей опор;
- ушкодження опор і проводів автотранспортом і механізмами та ін.

Силові трансформатори, які є основною складовою СЕП, ушкоджуються значно рідше, ніж лінії електропередачі, однак відмова трансформатора веде до важких наслідків і відновлення його працездатності вимагає тривалого часу.

Основні причини ушкодження трансформаторів наступні [3]:

- ушкодження ізоляції обмоток трансформатора через дефекти конструкції і виготовлення, при впливі зовнішніх перенапруг в мережі, струмів коротких замикань;

- ушкодження перемикачів (в основному регульованих під навантаженням), також викликаних конструктивними і технологічними дефектами;

- ушкодження вводів, в основному при впливі зовнішніх перенапруг в мережі (перекриття зовнішньої або внутрішньої ізоляції, механічні ушкодження, неякісні контактні з'єднання).

Ремонт трансформаторів великих габаритів виконують на місці. Такий ремонт пов'язаний з необхідністю виїмки керна трансформатора, вимагає застосування піднімальних механізмів і триває іноді кілька діб.

Ремонт трансформаторів малих габаритів на напругу 6–20 кВ виконують централізовано в майстернях підприємств електричних мереж. Ушкоджений трансформатор замінюють іншим, працездатним.

Основні способи підвищення надійності експлуатації трансформаторів:

- ретельне приймання в експлуатацію з виконанням контрольних

випробувань;

- періодичні огляди і перевірки в процесі експлуатації з виконанням необхідних строків і обсягу випробувань;

- дотримання режимів роботи трансформатора, які не допускають значного перевантаження на тривалий час;

- установка в мережі засобів зниження потужності коротких замикань і величини перенапруг.

Відмови комутаційних апаратів (вимикачів, роз'єднувачів, відмикачів і віддільників) відбуваються при відключенні коротких замикань, виконанні ними різних операцій, а також в стаціонарному стані [3].

Основна причина ушкоджень комутаційних апаратів – механічні ушкодження, пов'язані з недосконалістю конструкції, порушенням технології виготовлення або правил експлуатації. Електричні ушкодження комутаційних апаратів обумовлені перекриттям ізоляції при зовнішніх і внутрішніх перенапругах, пробоем внутрішньобакової ізоляції вимикачів та ін.

Значна частина лінійних роз'єднувачів 6–10 кВ ушкоджуються через недоліки їхнього конструктивного виконання.

З погляду на інформування відмови електропостачання бувають:

- раптові, коли споживач не одержує ніякої інформації про відмову;

- позапланові відключення, відомості про які надходять споживачеві незадовго до моменту відключення;

- планові відключення, про які споживача попереджують завчасно.

Розрахунок надійності систем електропостачання та оцінка стабільності роботи системи електропостачання і її елементів проводиться на основі структурного аналізу. Практичні аспекти теорії надійності, теорії експертного аналізу і оптимального пошуку наводяться в роботах [4, 5].

Надійність всієї системи електропостачання залежить від надійності її елементів оскільки елемент – це частина системи, надійність якої визначається незалежно від надійності складових його частин.

При аналізі надійності електричних мереж як елементи розглядають ЛЕП, електроустаткування (трансформатори, вимикачі, двигуни), функціональні вузли, відмови яких призводять до однакових наслідків (осередки розподільних пристроїв, шини підстанцій тощо), а також виробничі установки [4].

Для отримання достовірної характеристики надійності елементів потрібно встановити спостереження за їхньою роботою. Спостереження починається від моменту пуску установки (продажу виробу) до закінчення строку її функціонування.

В процесі функціонування елементів час від часу відбуваються відмови. Статистична обробка даних про відмови дозволяє визначити показники надійності. Одним з показників надійності електрообладнання може виступати

відношення часу роботи до суми безпосереднього часу роботи і аварійних простоїв. Цей показник визначає закладену здатність обладнання досягати безперервності в роботі при стабільному характері використання та експлуатації і має назву коефіцієнта готовності.

З підвищенням якості систем електропостачання були введені параметри частоти $\alpha(t)$ і інтенсивності $\lambda(t)$ відмов [5], в той же час частота відмов обладнання в більшій мірі визначається умовами експлуатації [4].

Згідно ряду існуючих методів при розрахунках надійності враховується також кількість аварій електроустаткування в рік без урахування при цьому, його напрацювання на відмову і час відновлення.

Таким чином, надійність електроспоживання - це комплексна властивість, залежна від великої кількості факторів. Для виконання аналізу необхідно знати закони розподілу напрацювань на відмову і залежності часу відновлення устаткування і відмови елементів системи електропостачання, що отримані з обробки статистичних даних [4, 5].

З огляду на зазначене, надійність є основним критерієм оцінки стану систем електропостачання, тому що від її забезпечення залежить виконання основних планових показників. Щоб уникнути виникнення аварійних ситуацій, необхідно постійно виконувати аналіз поточного режиму й оцінювати його надійність. Аналіз режимів можна проводити за допомогою пристроїв телемеханіки, коли параметри поточного режиму передають до диспетчерського пункту. Потім за допомогою блоку оцінювання стану перевіряють на допустимість заданих параметрів режиму (струм, напруга), а також на статичну та динамічну стійкість за найімовірнішими та найнебезпечнішими подіями. У ролі математичної моделі роботи обладнання можуть виступати напрацювання на відмову і середній час відновлення, що дає можливість визначати безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність обладнання [4]. Це дає можливість робити розподіл та прогнозування відмов всіх елементів і апаратів систем електропостачання.

Недоліком сучасних моделей з визначення надійності є залежність точності прогнозів і оцінок від повноти статистичного матеріалу.

Висновок. В результаті проведеного аналізу розглянуті пошкодження складових системи електропостачання, визначені найбільш ненадійні елементи, якими є лінії електропередачі. Пошкодження ліній електропередачі відбувається в основному внаслідок впливу природних факторів. Також виявлені причини ушкодження трансформаторів та основні причини відмов комутаційних апаратів.

Таким чином, надійність є основним критерієм оцінки стану систем електропостачання, тому що від її забезпечення залежить виконання основних планових показників. Щоб уникнути виникнення аварійних ситуацій, необхідно постійно виконувати аналіз поточного режиму й оцінювати його надійність.

Література

1. Казанський С. В. Надійність електроенергетичних систем: навч. посіб. / С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, Б. М. Сердюк. К.: НТУУ «КПІ», 2011. 216 с.
2. Журахівський А. В. Надійність електричних систем і мереж: [навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. електротехн. спец.] / А. В. Журахівський, Б. М. Кінаш, О. Р. Пастух.; Національний університет «Львівська політехніка». Львів: Вид. Львівської політехніки, 2012. 280 с.
3. Рубаненко О. Є. Визначення дефектів трансформаторного обладнання з використанням частотних діагностичних параметрів / О. Є. Рубаненко, М. П. Лабзун, М. О. Грищук// Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. Х.: НТУ "ХПІ", 2017. № 23 (1245). С. 41-46.
4. Гобрей Р. М. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. Частина 1./ Р. М. Гобрей, О. Є. Рубаненко та ін. К.: «ДП НТУКЦ», 2008. 524 с.
5. Губаревич О.В. Надійність і діагностика електрообладнання: Підручник / О.В. Губаревич. Севеодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. 248 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Іванюк Н.Д. – аспірант, onazikus98@gmail.com

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження енергозберігаючих заходів на об'єктах транспортної інфраструктури

Метою роботи є аналіз сучасного стану застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на об'єктах залізничної інфраструктури.

Україна є одним із світових лідерів за розвитком інфраструктури залізничного транспорту. У той самий час для залізничного транспорту та інфраструктури України характерним є споживання значної кількості енергоресурсів, переважно електроенергії (на тягу поїздів та інші виробничі потреби) та дизельного палива. В Україні електрифіковано менше половини залізничних колій (загальна довжина залізничних колій – 21,6 тис. км, з них електрифікованих – 10,2 тис. км або 47,2%) [1]. Тому з подальшою електрифікацією залізничних колій та розвитком інфраструктури (наприклад, будівництвом нових станцій, систем залізничної автоматики та телемеханіки, зарядних станцій тощо) витрати на споживання електроенергії прогнозовано зростатимуть. Все це потребує впровадження заходів з економії електроенергії.

Одним з основних принципів енергетичної політики в області енергозбереження на залізничному транспорті України є постійне збільшення частки використання ВДЕ. Впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій з використанням ВДЕ є частиною комплексної програми з енергозбереження Укрзалізниці. Використання ВДЕ у залізничній інфраструктурі України обмежене. В основному, застосовують геліосистеми для обігріву

будівель та нагрівання води. Так, наприклад, у 2015 р. на Львівській залізниці було встановлено 27 сонячних колекторів для нагріву води [1]. Щорічно виконуються роботи із заміни стаціонарних акумуляторів резервного електроживлення пристроїв сигналізації, централізації та блокування з відкритою поверхнею на герметичні акумулятори та джерела безперебійного живлення, які не допускають викидів в повітря.

Висновки. Таким чином, в результаті проведеного аналізу встановлено, що впровадження ВДЕ на об'єктах залізничної інфраструктури України стає важливим трендом. В умовах постійного підвищення тарифів на електричну енергію використання ВДЕ дозволяє знизити витрати на оплату за споживану з розподільчої мережі електроенергію.

Л і т е р а т у р а

1. Річний звіт АТ Укрзалізниця. – Режим доступу: http://portal.uz.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/Book_UZ_19_UA_FIN_web.pdf

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ПОДРІБНЕННІ МАТЕРІАЛІВ У ДИСКОВОМУ МЛИНІ

Коробейников Д.С. – студент, korobejnikov325@snu.edu.ua

Алтухов В.М. – к.т.н., доц., VAdivli111@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що недоліком дискових млинів є високі енергетичні витрати. низька ефективність процесу подрібнення.

Метою роботи є розробка млина зі зменшеними енергетичними витратами.

Розроблено дисковий млин (рис. 1), що містить роз'ємний корпус 1, встановлені в ньому робочі органи у вигляді співвісних дисків 2 і 3, які утворюють між собою розвантажувальну кільцеву щілину 4 [1].

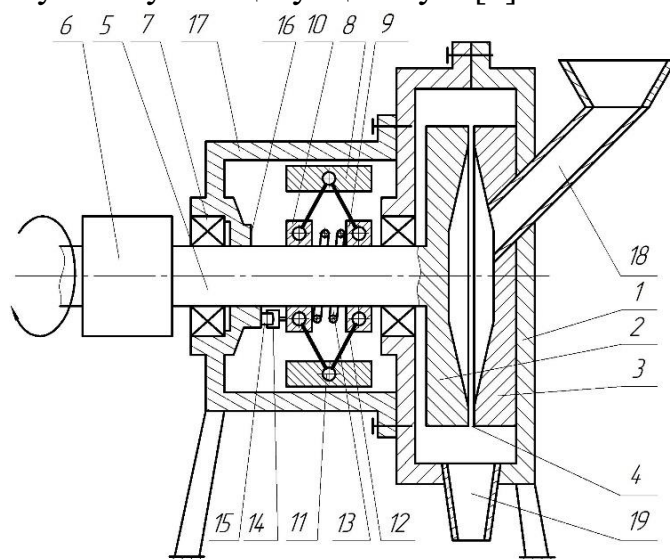


Рис. 1 – Дисковий млин

Диск 2 змонтований на валу 5, з'єднаним з приводом за допомогою обгінної муфти 6. Вал 5 встановлений в підшипникових опорах 7. Вал 5 забезпечений вантажами 8 і двома концентричними кільцями 9 і 10. Вантажі 8 з'єднані за допомогою шарнірів 11 і важелів 12 з кільцями 9 і 10 з можливістю радіального переміщення. Кільце 9 жорстко з'єднане з валом 5, а кільце 10 встановлено на нім з можливістю осевого переміщення. Між кільцями 9 і 10 розміщена пружина 13. На рухомому кільці 10 закріплений роликівий копир 14, виконаний у вигляді тіла кочення 15, розміщеного на осі з можливістю взаємодії з профільованою внутрішньою поверхнею 16 задньої торцевої кришки 17 корпусу 1. Розгортка профільованої внутрішньої поверхні задньої торцевої кришки корпусу наведена на рис. 2. Корпус 1 забезпечений завантажувальним 18 і розвантажувальним 19 патрубками.



Рис. 2 – Розгортка внутрішньої поверхні задньої торцевої кришки корпусу

Пристрій для подрібнення матеріалів працює наступним чином. Матеріал подається в пристрій через завантажувальний патрубок 18 і потрапляє в робочу зону. Вал 5 отримує від приводу обертання і передає його на диск 2. Матеріал, розміщений між робочими поверхнями дисків 2 і 3, піддається дії відцентрових сил. При цьому матеріал подрібнюється робочими поверхнями дисків 2 і 3 і шляхом самоподрібнювання. При обертанні вантажі 8 під дією відцентрових сил прагнуть віддалитися від осі обертання, а пружина 13 прагне розсунути концентричні кільця 9 і 10 відносно один одного. Диск 2 обертається зі змінною частотою обертання, причому регулювання частоти обертання забезпечується профілем внутрішньої поверхні 16 задньої торцевої кришки 17 корпусу 1, з якою взаємодіє тіло кочення 15 роликівого копіра 14. При обкатуванні тіла кочення 15 по профільованій внутрішній поверхні 16 разом з роликівим копіром 14 уздовж валу 5 переміщається кільце 10, долаючи при цьому дію пружини 13. Переміщення здійснюється на величину, рівну висоті профілю поверхні 16. При цьому важелі 12 сходяться, а вантажі 8 віддаляються від осі обертання.

Кінетична енергія вантажів W визначається по формулі:

$$W = \frac{I_B \cdot \omega^2}{2},$$

де I_B – момент інерції вантажів; ω – кутова швидкість.

При видаленні вантажів 8 від осі обертання їх момент інерції I_B збільшується,

оскільки момент інерції I_B прямо пропорційний квадрату відстані від вантажів 8 до осі. Оскільки кінетична енергія вантажів W при цьому залишається умовно постійною, то кутова швидкість вантажів 8, а разом з ними валу 5 з диском 2 – зменшується. При цьому обгінна муфта 6 передає обертання від двигуна. Коли тіло кочення 15 при обкатуванні по поверхні 16 зіскакує з виступу на ділянку з меншою висотою профілю, то рухоме кільце 10 під дією пружини 13 переміщається уздовж осі валу 5, важелі 12 розходяться, а вантажі 8 наближаються до осі обертання. При зменшенні відстані від вантажів 8 до осі обертання зменшується момент інерції вантажів 8, а так як кінетична енергія вантажів W є умовно постійна, то кутова швидкість вантажів 8, а також валу 5 і диска 2, збільшується. Коли кутова швидкість валу 5 буде вище кутової швидкості валу двигуна, обгінна муфта 6 вимкнеться і обертання валу 5 у цей момент здійснюватиметься за допомогою сил інерції. Включення муфти 6 станеться, коли кутова швидкість валу 5 стане менше кутової швидкості валу двигуна. Частота обертання валу двигуна в процесі роботи – постійна. За рахунок зміни кутової швидкості валу 5 з диском 2 забезпечується дія на матеріал змінних відцентрових сил, що інтенсифікує процес подрібнювання матеріалу. Подрібнений матеріал виводиться через розвантажувальну кільцеву щілину 4 і видаляється через розвантажувальний патрубок 18.

Висновки. Переваги дискового млина полягають в підвищенні ефективності процесу подрібнення, зниженні енергетичних витрат.

Л і т е р а т у р а

1. Пристрій для подрібнення матеріалів: пат. 148280 Україна: МПК В02С 7/02. № u 2021 01302; заявл. 15.03.2021; опубл. 21.07.2021, Бюл. № 29. 5 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНІСТЬ ЕНЕРГОСИСТЕМИ В СТАНІ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Куценко О.О. – магістрант, sashaliza1998@gmail.com

Садовий О.С. – к.т.н., доцент, sadovuyos@mnaui.edu.ua

Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження. Питання стійкості енергосистеми є достатньо актуальним зараз, при активному розвитку альтернативних джерел енергії [1]. Розвиток альтернативних джерел енергії веде до здешевіння енергії, але призведе до високої концентрації генеруючих станцій в певних регіонах. Крім того що відбувається накопичення генеруючих агрегатів в окремих регіонах виникає, проблема транспортування в інші регіони та боротьба з реактивною потужністю.

Сучасна енергомережа України використовує гнучку передачу змінного струму для компенсації, що негативно впливає на можливості транспортування енергії. Тому надається особлива увага аналіз вже існуючих та перспективних напрямків з боку оцінки стійкості системи.

Метою роботи є аналітичний огляд вже існуючих та перспективних напрямків для якісної оцінки стійкості енергетичної системи.

Результати дослідження. Виокремлюють три складових надійності системи електропостачання: структурну, функціональну і динамічну. Розглянемо, які стану системи і які події, що впливають на сумарні показники надійності, будуть ставитися до кожної зі складових [2].

З точки зору хронології процесу і обмеження працездатності, можна виділити три типи станів системи: вихідне (нормальний режим), від моменту коротке замикання (КЗ) до його локалізації (аварійний режим) і після локалізації (після аварійний режим).

З моменту виникнення КЗ і до тих пір, поки воно не буде локалізовано, обурення поширюється на всю систему. У разі якщо харчування вузлів мережі не переривається, ступінь впливу обурення на їх режим залежить від електричної віддаленості місця КЗ і джерел харчування. В результаті провалу напруги в вузлі навантаження, можлива втрата динамічної стійкості. порушення функціонування електроприймачів відбувається в результаті нештатного перехідного процесу, тобто «Динамічного відмови» системи електропостачання. Частота виникнення таких відмов характеризує її динамічну складову надійності [3].

Як правило, обурення в мережі, відключаються основний захист не призводять до порушення роботи електроприймачів, оскільки час відключення досить мало. Основну небезпеку представляють обурення, відключаються з додатковою витримкою часу, що може статися при відмові основного захисту і спрацьовуванні резервної.

Частина КЗ, особливо в повітряних лініях електропередачі, ліквідується за рахунок дії автоматичного повторного включення (АПВ), такі замикання називаються нестійкими. У цьому випадку після нетривалого провалу, напруга відновлюється до вихідного рівня. Якщо двигуни не загальмувалися і не вийшли із синхронізму за час спрацьовування автоматики або якщо їх самопуск допустимо і можливий, то їх функціонування не порушується. Якщо КЗ стійке, то після його локалізації, частина елементів системи виявляється виведена з роботи, і система переходить в новий сталий режим, як правило, зі зниженим рівнем функціонування. При цьому в після аварійний режимі системи електропостачання (СЕР) може залишитися в працездатному стані або перейти в повністю або частково непрацездатний стан щодо обраної умови надійності (УН). Якщо в частково непрацездатному стані напруга у вузлі навантаження менше критичного

значення, то функціонування електроприймачів НЕ можливо і вони відключаються. Такі стани характеризуються функціональної складової показників надійності. Стану, коли в результаті відключення обурення повністю переривається харчування вузла навантаження, однозначно призводять до відмови електроприймачів незалежно від їх характеристик і режиму в залишилася частини СЕП [4]. Наявність таких станів і ймовірність їх виникнення залежать тільки від структури СЕП і характеризуються структурної складової показників надійності. Описані стану і події переходів між ними схематично зображені на рисунку 1.

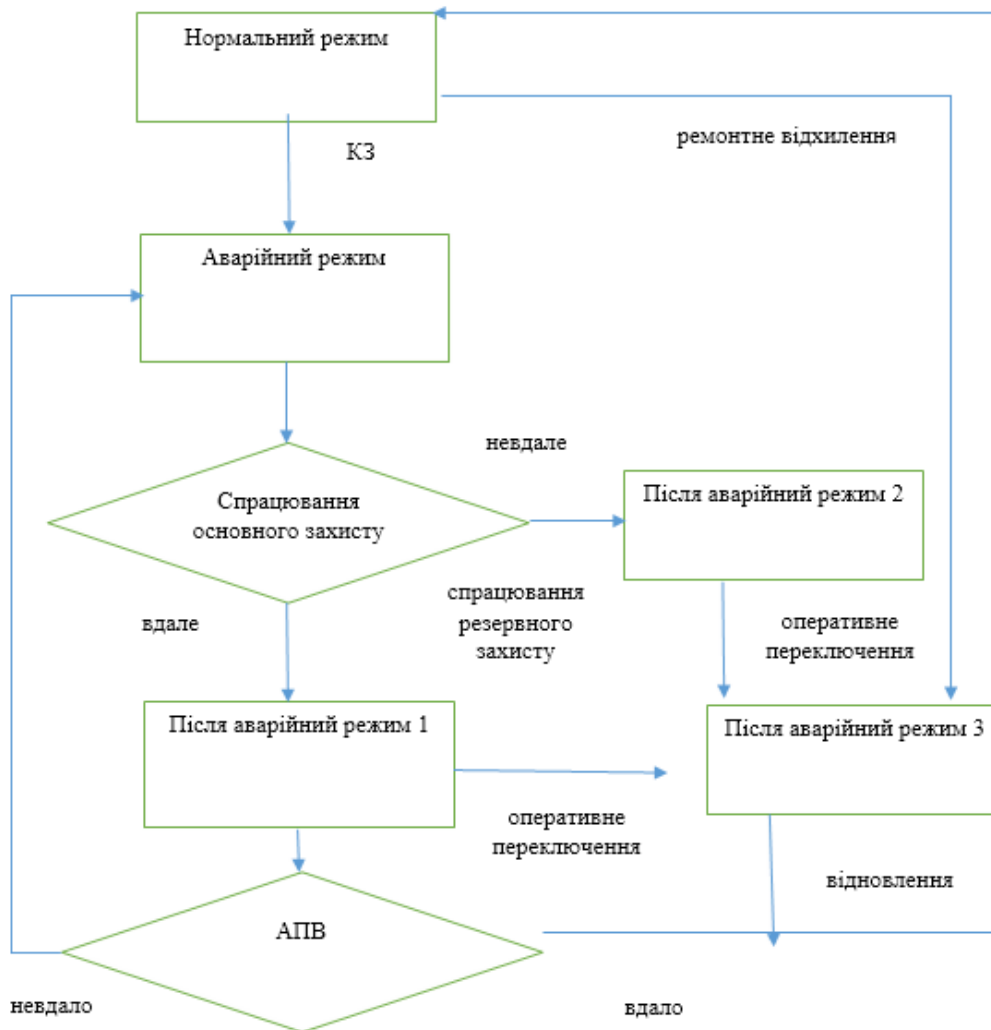


Рис. 1 – Основні стани електричної мережі та події, що враховуються при розрахунку показників надійності

Чутливість різних електроприймачів до провалів напруги різна. Один і той же провал напруги для одних електроприймачів може призводити до порушення функціонування, для інших немає. Для асинхронного двигуна можна визначити граничні значення параметрів провалу напруги, при яких можливий його відмова.

Якщо напруга в аварійному режимі більше критичного значення, то вибігу двигуна не відбувається і порушення його функціонування при таких умовах

неможливо.

Якщо відновлюється напруга в після аварійному режимі з урахуванням самопуску двигуна більше мінімального пускового значення, його самопуску буде успішним. Якщо тривалість провалу напруги менше критичного часу двигуна, то таке обурення так само не призведе до порушення функціонування двигуна.

Таким чином, граничними параметрами провалу напруги є критичне і мінімальне пусковий напруги і критичне час. Для пошуку подій, що призводять до порушення електроприймача, необхідно знайти аварійні і післяаварійні режими, при яких напруга буде менше відповідних граничних значень.

Для того, щоб відразу виключити події, що призводять до тривалих перерв електропостачання, з першу чергу виконується пошук перетинів для розрахунку структурної складової показників надійності.

Висновки. 1. Розглянуто різні аспекти надійності складної системи електропостачання, обрані події і стани в системі електропостачання, які необхідно враховувати при аналізі надійності.

2. Побудовано схему стану електричної мережі та події, що враховуються при розрахунку показників надійності.

Л і т е р а т у р а

1. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Павловський В.В., Левконюк А.В. Підвищення пропускну здатності «слабких» перетинів енергосистем з використанням технології ГПЗС(FACTS)//Техн. електродинаміка. 2009. №2. С. 63-68.

2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа. 1985. 536 с.

3. ГКД 34.20.575–2003. Галузевий керівний документ. Стійкість енергосистеми. Керівні вказівки. Інструкція. Видання офіційне.

4. Kodsı S.K.M., Canizares C.A. Modeling and simulation of IEEE 14 bus system facts controllers. Technical Report, University of Waterloo. 2003. 54 p.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СУМІШЕЙ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Малий Я.С. – магістрант, yarikmaly2899@ukr.net

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень для підтвердження достовірності аналітичного виразу для висоти підвісу магнітного сепаратора дискового типу.

Для підвищення ефективності магнітної очистки сипучих матеріалів в [1]

запропонована конструкція магнітного сепаратора дискового типу, призначеного для встановлення над транспортерною стрічкою. Особливістю сепаратора є покращення умов розвантаження вилучених феромагнітних включень без зупинки робочого процесу. Дисковий магнітний сепаратор містить нерухомий феромагнітний диск, встановлені на диску магніти, розміщені по спіралі на рівних відстанях один від одного з чергуванням полярності полюсів як у напрямку розгортання спіралі, так і в радіальному напрямку, обертовий диск з немагнітного матеріалу, розміщений під магнітами у площині, паралельній площині диску.

Для дискового магнітного сепаратора здійснено постановку динамічної задачі про рух феромагнітного тіла в робочому просторі та отримано розрахункове співвідношення для визначення висоти підвісу над стрічкою транспортера, врахування якого дозволяє забезпечити надійне вилучення феромагнітних включень з немагнітного матеріалу. Для підтвердження достовірності отриманого виразу для висоти підвісу магнітного сепаратора були проведені експериментальні дослідження. На першому етапі визначалася відстань від поверхні магнітної системи, на якій забезпечується надійне вилучення досліджуваних феромагнітних тіл різної геометричної форми та розмірів за умови, що швидкість стрічки транспортера $V_{\text{л}}=0$. Далі визначалася така висота підвісу магнітної системи, за якої забезпечується вилучення досліджуваних феромагнітних тіл при різних швидкостях їх переміщення в робочій зоні: $V_{\text{л}}=1,5; 2,0; 2,5$ м/с.

Висновки. В результаті експерименту встановлено, що при швидкостях переміщення феромагнітних тіл в робочій зоні магнітної системи зі швидкостями $V_{\text{л}}=1,5; 2,0; 2,5$ м/с відстань, на якій відбувається вилучення феромагнітних тіл, не перевищує розрахункові значення.

Л і т е р а т у р а

1. Патент України 116288: В03С 1/24. Пристрій для вилучення феромагнітних включень / Шведчикова І. О., Нікітченко І.В., Морнева М.О. опубл. 10.05.17, Бюл. № 5.

ФАЗОПОВОРОТНИЙ ТРАНСФОРМАТОР ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОТОКОРОЗПОДІЛУ В ЗАМКНЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Меметов Ф.Р. – магістрант, eeov@outlook.com
Шведчикова І.О. – д.т.н., проф., ishved89@gmail.com
Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена розвитком Smart Grid технологій в

електроенергетиці та необхідністю підвищення керованості електричних мереж.

Метою роботи є вивчення можливостей застосування фазоповоротних трансформаторів (ФПТ) для реалізації гнучких систем передачі електроенергії змінного струму.

В даний час одним з актуальних напрямків розвитку електроенергетики є створення керованих (гнучких) систем передачі змінного струму FACTS (Flexible AC Transmission Systems). Розвиток Smart Grid технологій в електроенергетиці передбачає вирішення завдань підвищення керованості електричних мереж шляхом застосування різного роду Facts – контролерів, до яких також відносять керовані ФПТ, як з традиційним (Facts-1), так і з тиристорним управлінням (Facts-2). ФПТ дозволяють регулювати не тільки величину напруги в електричних мережах (скалярне управління), але і фазовий кут напруги (векторне управління).

ФПТ можуть бути застосовані для наступних цілей [1]: для направленої перерозподілу потоків потужності в складних замкнених електричних мережах між системами; для обмеження перевантаження електричних мереж більш низької напруги, що шпунтуються лініями високої напруги; для зниження втрат потужності і електроенергії в електричних мережах; для підвищення динамічної стійкості електричної системи при великих збуреннях; для зняття обмежень на видачу потужності в різних післяаварійних і ремонтних режимах електромережі та для розширення можливого діапазону видачі потужності в нормальних режимах; для контролю великих обсягів торгівлі електроенергією між країнами або між різними операторами системи.

Висновки. В результаті проведеного аналізу обґрунтовано доцільність застосування в магістральних мережах енергосистеми України фазоповоротного трансформатора як засобу, що забезпечує можливість глибокого перерозподілу потоків потужності між мережами з номінальною напругою 330кВ та 750кВ та підвищує техніко-економічні показники експлуатації магістральної мережі в цілому як єдиної системи транспорту енергії.

Л і т е р а т у р а

1. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є., Килимчук А.В. Практична реалізація оптимального керування потоками потужності для компенсації взаємовпливу електричних мереж за допомогою крос-трансформатора // Вісник ВПІ. 2016. № 4. С. 55-60.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІБРИДНОЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ З АКУМУЛЯТОРОМ ДЛЯ ПОТРЕБ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

Опарко М.В. – магістрант, gvitchgg@gmail.com

Черніков О.Р. – магістрант, gvitchgg@gmail.com

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

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є вивчення можливостей підвищення ефективності гібридної фотоелектричної системи (ФЕС) з акумуляторною батареєю (АКБ) для потреб локального об'єкту (ЛО).

Підвищення ефективності використання гібридної ФЕС з АКБ для потреб ЛО, в першу чергу, пов'язано зі зменшенням витрат на оплату електроенергії, що споживається з розподільчої мережі (РМ). Велике значення за цього має ефективне використання АКБ у процесі перетворення і перерозподілу енергії в системі протягом доби. Зменшення споживання електроенергії з РМ досягається виключенням споживання електроенергії в пікові години і протягом світлого часу доби. В пікові години це можливо за рахунок енергії АКБ, за відповідного визначення його енергоемності. Для цього АКБ на початок пікових годин повинен мати певну ступінь заряду Q . Значення Q залежить від генерації ФБ у відповідні інтервали часу. Якщо ранкова генерація ФБ є великою, не має сенсу заряджати АКБ на 100%, адже буде мати місце зайве споживання енергії з РМ вночі. К вечірньому піку, навпаки, слід мати 100% заряд АКБ. Отже необхідно формувати визначений графік $Q(t)$.

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено:

- ефективний енергоменеджемент ФЕС з АКБ передбачає використання короткочасного прогнозу потужності генерації ФБ у процесі формування графіку ступеню заряду АКБ. За цього згідно прогнозу на наступну добу визначається ступінь заряду АКБ на початок ранкового піку і графік навантаження. Поточний прогноз протягом дня використовується для коригування навантаження ЛО;

- в разі використання свинцево-кислотного (гелевого) АКБ, що має достатньо тривалий час заряджання, в процесі формування ступеню заряду доцільним є використання предикції $Q(t)$ на крок вперед з дискретністю прогнозу генерації ФБ, що дозволяє зменшити споживання з РМ у вечірній час. В автономному режимі використання предикції $Q(t)$ на крок вперед дозволяє забезпечити максимальну ступінь заряду АКБ до темного часу доби.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ ГЕНЕРАТОРІВ

Ходько С.А. – студент, sergeyhodko123@gmail.com

Тараненко С.В. – к.т.н., доцент, svtarsvmi@ukr.net

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Складність управління режимами електроенергетичних систем пов'язана з багатомірністю нелінійних об'єктів, їх багатозв'язністю та нелінійністю. Для забезпечення стійкого функціонування такого типу електротехнічних систем необхідно досліджувати перехідні процеси на великій кількості різних впливів, що обурюють і управляють. При стійкому функціонуванні системи фазові траєкторії локалізуються в області динамічної стійкості, що містить стійке положення рівноваги. Надійність функціонування та живучість електротехнічних систем при впливі різних збурень забезпечується якістю управління режимами та наявністю запасів динамічної стійкості. В електроенергетиці порушення стійкої паралельної роботи синхронних генераторів в енергосистемі може бути викликано різними причинами: відключенням елемента мережі, однофазним або багатофазним коротким замиканням (КЗ), відключенням потужностей, що генерують, або великого споживача. Внаслідок обурення у системі виникає аварійний режим, який має бути ліквідований засобами протиаварійного захисту та автоматики чи діями оперативного персоналу. Після відключення обурення система перетворюється на післяаварійний режим. Під дією обурення в післяаварійній системі виникає перехідний процес, який може призвести до порушення динамічної стійкості та асинхронного перебігу генераторів.

Метою роботи є визначення критеріїв оптимального режиму паралельної роботи генераторів.

Викладення основного матеріалу дослідження. Одна з основних умов, якій повинен відповідати спрощений критерій існування режиму, полягає в тому, що цей критерій повинен ґрунтуватися на прямому використанні тієї ж самої вихідної інформації, яка необхідна для розрахунку режиму, а саме: інформації про параметри розрахункової схеми, точки підтримки постійних ЕРС (або напруг) та завантаження активною потужністю всіх (крім балансуєчого) генераторів системи. Досі ефективно використання такого роду критерію відоме лише для схем, що зводяться до двомашинного еквіваленту. Дійсно, тільки в цьому випадку існує однозначне і легко визначається співвідношення між граничним кутом і максимальним перетіканням потужності від однієї еквівалентної машини до іншої.

Для формування такого критерію необхідно передусім сформулювати

математичну модель енергосистеми. Причому математична модель повинна містити в явній аналітичній формі залежність активної потужності кожного з вузлів, що генерують, від взаємних потужностей між генераторами.

$$I_{ур} = \frac{U_1 - E_{a2}}{R_{a2}} = \frac{E_{a1} - I_{a1} \cdot R_{a1} - E_{a2}}{R_{a2}},$$

урівнюючий струм буде залежати від ЕРС генераторів та опорів в ланцюгах навантаження. Крім того, в мережі функціонуватиме несиметричний реактивний струм. Відповідно до ДСТУ генератори повинні забезпечувати тривалу стійку паралельну роботу між генераторами однієї серії та генераторами різних серій при граничному співвідношенні потужностей від 1:3 до 3:1. Можливі три варіанти досягнення стійкої паралельної роботи генераторів:

- установкою однакового статизму за реактивним струмом (за статичними характеристиками);
- з зрівняльними з'єднаннями змінного струму;
- з зрівняльними з'єднаннями постійного струму.

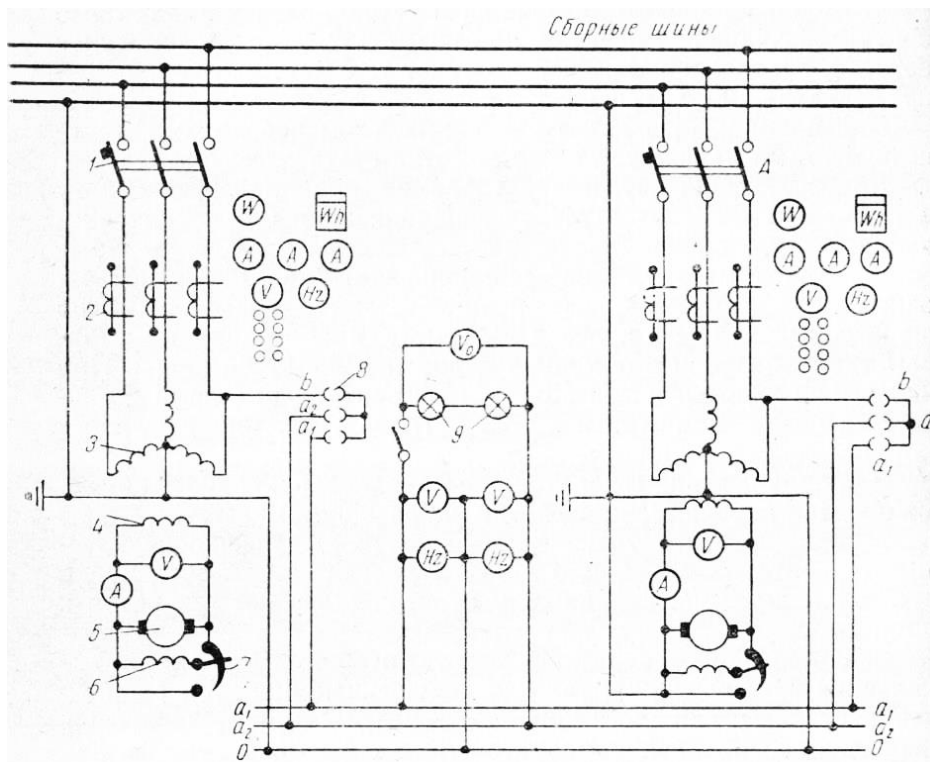


Рис. 1 – Схема паралельної роботи генераторів

Для практичної реалізації застосовують контролери (наприклад AGC), які мають необхідні характеристики: Паралельна робота ДГУ на загальні шини; Паралельна робота ДГУ на загальні шини з керуванням секційним вимикачем; Автоматичне резервування мережі кількома генераторними агрегатами (рис.2).



Рис. 2 – Контролер АГС

Висновок. Основним критерієм паралельної роботи генераторних агрегатів є стійкість. Для її забезпечення необхідно застосовувати технічні засоби із програмним забезпеченням на основі теорії нечіткої логіки.

Л і т е р а т у р а

1. http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/Energy-Economics/statistical-review-2014/BP-Statistical_Review_of_world_energy_2014_workbook.xlsx BP Statistical Review of World Energy June 2014.xlsx
2. BP Statistical Review of World Energy 2015 workbook. Архивировано 20 июня 2015 года.
3. KEY WORLD ENERGY STATISTICS (англ.) iea.org. IEA (2017). Архивировано 15 ноября 2017 года. с. 30
4. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
5. BP Statistical Review of World Energy June 2019. U.S. Energy Information Administration - International Energy Statistics (англ.).

ПІДВИЩЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ З АКУМУЛЯТОРОМ

Циганенко І.А. – магістрант, patrickzirko888@gmail.com
Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com
Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є вивчення можливостей підвищення потужності локального об'єкту (ЛО) вище встановленого постачальником електроенергії (ПЕ) ліміту потужності за використанням гібридної фотоелектричної системи (ФЕС) з акумулятором.

В гібридній системі живлення навантаження ЛО здійснюється від перетворювального агрегату [1] з фотоелектричною (ФБ) та акумуляторною (АКБ) батареями за підключенням до розподільчої мережі змінного струму (РМ). В разі забезпечення ФЕС лише власних потреб ЛО без генерації електроенергії в

РМ середньорічне зменшення споживання електроенергії зменшується лише приблизно в два рази. Більш привабливим, особливо, для об'єктів з сезонним характером споживання виглядатиме рішення, що дозволить підвищити потужність навантаження відносно ліміту ПЕ. Наявність ліміту, зазвичай, обумовлена обмеженнями існуючої РМ. Вирішення питання пов'язано з додатковими витратами на обладнання нового підключення до РМ. В разі використання для підвищення потужності ФЕС додаткові витрати мають окупатися за рахунок економії на оплаті в межах ліміту протягом всього терміну експлуатації ФЕС. До того ж система може функціонувати автономно у разі порушень електропостачання з боку РМ.

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено:

- підвищення потужності ЛО є реальним в денний час з урахуванням годин пікового навантаження, наприклад, з 8.00 до 23.00 за рахунок енергії ФБ та використання енергії АКБ, що накопичується в нічний час;

- за визначених параметрів системи денне навантаження у разі малої генерації ФБ (взимку та похмуру погоду) можна підвищити до 1.5 разів із зменшенням витрат на спожиту з РМ електроенергію на 10%. Влітку підвищення потужності до 1.86 разів із зменшенням витрат до 2.1 разів.

Л і т е р а т у р а

1. Шавьолкін О.О. Перетворювальні агрегати для комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів з поновлювальними джерелами електроенергії. Монографія. К. : КНУТД, 2019. 160 с.

ЕКОІНДУСТРІАЛЬНИЙ ПАРК ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ КРАЇНИ

Шатна О.А. – студент, ksushashatna@gmail.com

Кудільчак С.В. – студент, stepan_kudilchak@ukr.net

Харченко Є.В. – студент, harcenkozeka9@gmail.com

Цареградська К.В. – викладач першої категорії, kat.tsaregradska@gmail.com

Київський електромеханічний фаховий коледж

Актуальність теми. Екоіндустріальні парки (ЕІП) – це ефективний інструмент залучення інвестицій в економічний розвиток країни, про що свідчить факт внесення окремих пунктів щодо розвитку таких парків до Національної економічної стратегії України до 2030 року [1]. Розвиток ЕІП сприяє створенню робочих місць, а також економічному, екологічному та соціальному зростанню регіонів [2]. Крім того, ЕІП стимулюють високотехнологічне промислове виробництво не тільки окремих регіонів, а й цілих країн [3].

Метою дослідження є визначення впливу екоіндустріальних парків на економічний розвиток України.

Основний текст. Станом на 2018 рік у світі було зареєстровано 250 ЕІП [4]. Показовим є приклад Південнокорейських ЕІП («Ulsan Mipo» та «Onsan»), які за 2015-2016 роки досягнули таких результатів [4]: знижено викиди в атмосферу на 665 тис. тон CO₂екв; скорочено енергоспоживання на 279 тис. тон мастила екв.; створено 100 тис. робочих місць. Іншим загальновідомим прикладом ЕІП у світі є Калундборзький ЕІП, де впровадження принципів ЕІП дозволило досягнути таких результатів [5]: 24 млн. євро річного прибутку; скорочення енергоспоживання на 100 ГВт·год/рік при незмінних показниках продуктивності; зменшення генерації твердих відходів на 87 тис. тон/рік. Також, варто відзначити трансформацію трьох індустріальних парків (ІП) В'єтнаму в екоіндустріальні [6], результати яких можна порівняти зі згаданими вище ЕІП Південної Кореї та Данії. У таблиці 1 подано зведені дані та усередненні значення результатів трансформації одного індустріального парку в екоіндустріальний.

Таблиця 1 – Розрахунок усередненого значення результатів трансформації ІП в ЕІП

Параметр	«Ulsan Mipo» та «Onsan» (Південна Корея)	Калундборзький ЕІП (Данія)	«Ninh Binh» (В'єтнам)	«Da Nang» (В'єтнам)	«Can Tho» (В'єтнам)	Середнє значення для одного ЕІП
Інвестиції в один парк, млн. євро	Інформація відсутня	Інформація відсутня	1,57	0,79	1,49	1,3
Річний прибуток, млн. євро/рік		24	1,84	0,40	0,69	6,7
Скорочення викидів в атмосферу, тис. т CO ₂ екв./рік	166	665	24	18	27	180
Скорочення генерації твердих відходів, тис. т/рік	87	0	82	2	0	34,2
Скорочення енергоспоживання, ГВт·год/рік	0,07	100	9	9	38	31,2
Створення нових робочих місць, тис. робочих місць	100	Інформація відсутня				100

На території України три індустріальні парки (КП «Білоцерківський вантажний авіаційний комплекс» в м. Біла Церква, ПрАТ «Агромаш» в м. Запоріжжя, та ТОВ «ІП Патріот» в м. Суми) беруть участь в програмі міжнародної технічної підтримки «Глобальна програма екоіндустріальних парків в Україні: впровадження на місцевому рівні» з метою трансформації в екоіндустріальні [7]. Станом на 29 жовтня 2021 року на території України зареєстровано 53 індустріальні парки. За умови трансформації 10% з них (а саме п'яти парків) в

екоіндустріальні визначено потенціал розвитку економічного сектору України (таблиця 2).

Таблиця 2 – Розрахунок усередненого потенціалу розвитку з використанням усередненого значення трансформації ІІ в ЕІІ

Параметр	Значення для трьох ЕІІ	Значення для п'яти ЕІІ
Річний прибуток, млн. євро/рік	3,9	6,5
Скорочення викидів в атмосферу, тис. т CO ₂ екв./рік	20,1	33,5
Скорочення генерації твердих відходів, тис.т/рік	102,6	171
Скорочення енергоспоживання, ГВт·год/рік	93,6	156
Створення нових робочих місць, тис. робочих місць	300	500

Загальні висновки. В роботі визначено вплив ЕІІ на економіку України. Трансформація 10% з наявних сьогодні в Україні (а саме, п'яти) ІІ в ЕІІ дозволить збільшити їхній річний прибуток на 6,5 млн. євро та створити 500 тис. робочих місць.

Література

1. Про Національну економічну стратегію 2030: Постанова Кабінету Міністрів України від 03 березня 2021 р. № 179. *Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України*.
2. Переваги екоіндустріальних парків. URL: <https://geipp-ukraine.org/perevahy-ekoindustrialnykh-parkiv/> (дата звернення: 13.11.2021).
3. Чи з'являться еко-індустріальні парки в Україні? URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/eko-promislovi-parki-v-ukrajini-chi-mozhливо-ce-novini-ukrajini-50117954.html> (дата звернення: 13.11.2021).
4. Eco-Industrial Parks Emerge as an Effective Approach to Sustainable Growth URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2018/01/23/eco-industrial-parks-emerge-as-an-effective-approach-to-sustainable-growth> (дата звернення: 13.11.2021).
5. Kalundborg's Eco-Industrial Park Transformed Waste Into Savings URL: <https://www.engieimpact.com/insights/eco-industrial-park-case-study-kalundborg> (дата звернення: 13.11.2021).
6. Stucki J., Flammini A., van Beers D., Phuong T., Anh N., Dong T., Huy V. Hieu T. Eco-Industrial Park (EIP) Development in Viet Nam: Results and Key Insights from UNIDO's EIP Project (2014–2019). *Sustainability*. 2019. Vol. 11, No 17. P. 4667.
7. Співпраця з індустріальними парками. URL: <https://geipp-ukraine.org/spivpratsia-z-industrialnumy-parkamy/> (дата звернення: 13.11.2021).

Секція 6: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

MODERNIZATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE GRAIN OF TRANSHIPMENT NORIA

Gordienko O.M. – student, sashagordienko8@gmail.com

Koshkin D.L. – Ph.D., docent, koshkin.mnau@gmail.com

Mikolaev national agrarian university

Relevance of research. Recently, as a source of regulated DC voltage used, as a rule, thyristor converters. The operational qualities of the conveyor (productivity, convenience and simplicity of service and reliability of work) in many respects depend on how well the control system is developed [1]. The requirements of safety, ease and convenience of manipulation, optimum speed are put forward to control systems. Complete thyristor electric drives meet all these requirements. Their use allows to fulfill all requirements of technological process, and also promotes complex automation of the enterprise.

The purpose of the work is to develop a control system for the electric drive of the transport noria, which would provide appropriate conditions for the optimality of the technological process of the elevator.

The belt-type noria is intended for vertical transportation of grain and products of its processing. It is applied at the enterprises on processing of grain and its products. The noria consists of a head with a drive, a shoe, straight pipes, a pipe with an inspection hatch, pipes with a tension and inspection hatches, pipes with an aspiration branch pipe, pipes with an aspiration branch pipe and a sensor, latches, a branch branch pipe, buckets with a bottom and without bottom. The set of delivery of a noria includes the basic knots: a head, drives, latches, a shoe, pipes, ladles with a bottom and without a bottom, a belt, a control board. Norias are completed with sections of pipes of the following types: direct, with an inspection hatch, with a tension and inspection hatches, with an aspiration branch pipe and the sensor, in addition there can be pipes with a roller and explosion-discharge.

The start of the noria is carried out before the start of the download in the following sequence:

- the traction body is driven by the drive;
- make sure of the stable movement of the noria at idle;
- open the latch of the receiving sock of the noria shoe;
- include the supply of grain to the noria through the receiving sock;
- regulate the supply of the product, preventing the overload of the noria [1, 2].

The operation of the electric drive, according to the requirements of the technological process, provides a control system based on a thyristor converter, the electric drive of the grain reloading conveyor must provide a constant speed of the conveyor belt at any allowable load [3]. High accuracy of speed control of the electric drive can be reached by means of the complete electric drive on the basis of the thyristor converter ETU 3601. Its advantages include high efficiency, high reliability, low cost and simplicity of adjustment.

The electric drive provides a bandwidth of the closed speed control system not less than 200 rad / s, allows overload current of about 6 A for a time of 0.2 s. Exceeding the temperature of different parts of the electric drive should not be higher than the limits specified in the technical conditions for components [4]. Thyristor converter - without inertial element, a system of equations describing the electric drive. In the event of a short circuit of the thyristors in the event of a DC circuit, the current-limiting reactor must limit the rate of increase of the emergency current so that it does not exceed the value dangerous for the thyristors during the operation of protective devices.

Each parameter has its own regulator, so you can ensure the optimal settings of each circuit. The control circuit is determined by the outer circuit. The output signal of the speed controller is the master for the internal circuit. The current circuit is subordinate to the speed circuit [5].

On the basis of the specified conditions of optimality of passing of technological process of work of the conveyor, the structural scheme of system of the subordinate control of coordinates of the electric drive was developed.

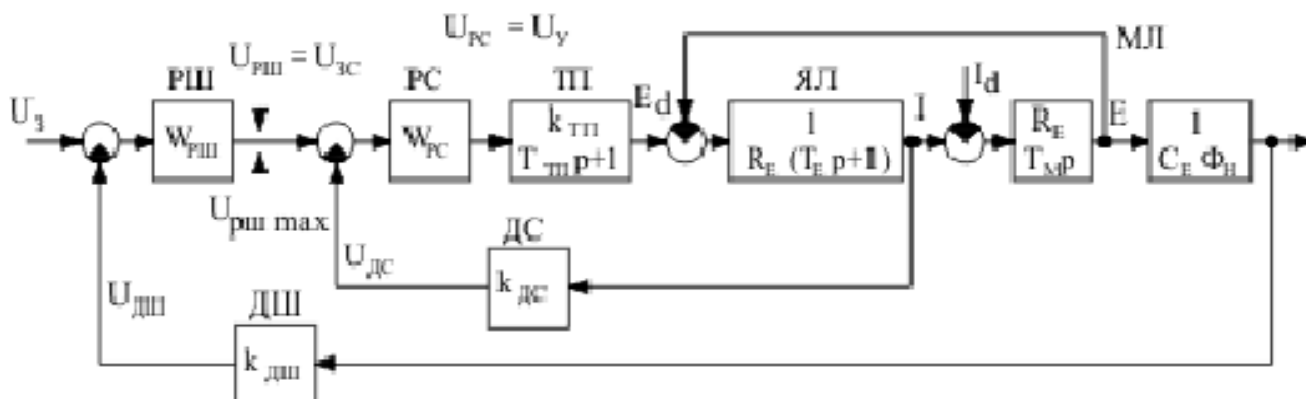


Fig. 1 - Block diagram of the system of subordinate control of coordinates of the electric drive: PШ - speed regulator; PC - current regulator; ТП - thyristor converter; ЯЛ - anchor chain of the engine; МЛ - mechanical part of the engine; ДС - current sensor; ДШ - speed sensor

Advantages of the developed control system:

- the possibility of implementing the optimal control laws of each parameter;
- ease of limiting the maximum values of the adjustable value by limiting the signal at the input of the corresponding controller ;

- simplifies the calculation, setup and implementation.

Disadvantages of the developed control system:

- system speed decreases with increasing number of control circuits;
- grows a small time constant of control circuits.

Conclusion. Assessing the stability of the control system by the logarithmic criterion, we can conclude that the system is stable. Since the margin of stability in amplitude is equal to $\Delta L = 20,5$ dB at a frequency of 408 rad / s. The phase stability margin is equal to $\Delta\varphi = 63.1$ at a frequency of 53.7 rad / s. According to the reaction of the system to the step action, it is possible to determine the indicators of control quality, which are realized by this system. Thus, as the transmission ratio of the speed controller increases, the overregulation and the transition process decrease.

References

1. Башарин Н.К. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. / Н. К. Башарин, В. А. Новиков, Г. Г. Соколовский. Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Пілецький В.Т. Вибір елементів реверсивних тиристорних перетворювачів електроприводів постійного струму. / В. Т. Пілецький. К.: ІСДО, 1994.
3. Долин П. А. Справочник по технике безопасности. / П. А. Долин. М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Ключев В.И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. / В. И. Ключев, В. М. Терехов. М.: Энергия, 1980.
5. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник / [Евзеров И.Х., Горобец А.С., Мошкович Б.И. и др.]. Под ред. В. М Перельмутера. М.: Энергоатомиздат, 1998.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

Кудріцький В.С. – студент, vkudritskiy2002@gmail.com

Войченко Т.О. – к.е.н., доц., larino101266@gmail.com

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Робота на суднах пов'язана не тільки з великою кількістю небезпек, що можуть спіткати моряка під час його рейсу, а ще й із низкою обов'язків, що повинні виконуватися незалежно від регіону та умов плавання. Море таїть в собі велику кількість небезпек і щоб хоч якось мати змогу повідомити про якісь неполадки, проблеми чи яку-небудь іншу поломку чи подати аварійний сигнал на судні є інтегровані контури зв'язку, що і виконують функцію комунікації на борту плавзасобів. Саме засоби комунікації, що інтегровані в комунікаційну сітку судна, можуть допомогти найбільше при вирішенні критичних та рутинних питань, пов'язаних із спасінням судна та його

екіпажу в надзвичайних умовах: чи то порятунок іншого судна, чи то подача власного аварійного сигналу, чи звичайна комунікація між суднами чи береговими станціями з метою отримання інформації чи будь-якого іншого повідомлення варіативного змісту.

Метою роботи є розгляд інтегрованих системи зв'язку як апаратного комплексу, в якому використовуються системно-апаратний підхід автоматизації процесів збору, обробки та передачі чи відображення інформації користувачеві.

Інтегрований контур зв'язку являє собою сукупність приладів для забезпечення комунікації та передачі інформації. За міжнародними правилами кожне судно, що підпадає під вимоги Конвенції SOLAS 74 (Правило 4 Розділ IV) повинно мати мінімальну кількість радіообладнання, щоб забезпечити себе засобами подачі аварійного сигналу та радіокомунікації [1]. Функції, які виконує інтегрований контур зв'язку:

1. Забезпечення заявки GMDSS судна в складі:

- VHF радіостанція із DSC та принтером (основна та резервна);
- MF/HF радіостанція 250 Вт із DSC телексом;
- приймач системи «NAVTEX»;
- переносні VHF засоби зв'язку;
- супутниковий зв'язок через термінал «INMARSAT- C»;
- SART пристрої;
- супутниковий аварійний радіобуй системи «КОСПАС-САРСАТ».

2. Забезпечення VHF та HF зв'язку для обміну даними про морську обстановку та ситуацію із береговими повітряними комплексами сповіщення,

3. Внутрішньосудновий зв'язок:

– безбатарейний зв'язок на навігаційному містку, машинному відділенні, приміщеннях судна (24 абоненти);

– автоматичний телефонний зв'язок до 144 абонентів;

– гучномовний зв'язок на 48 абонентів та командна трансляція по всіх та окремих приміщеннях судна.

Мабуть не варто вдаватись в деталі та розглядати повний функціонал та принципи роботи окремо взятого елемента судового інтегрованого контуру зв'язку, так як все це розглянуто та описано в конвенціях та інструкціях з використання окремих його елементів. Основним в своїй доповіді я хотів би відмітити те, що технології не стоять на місці і розвиваються дуже стрімко, і вже в найближчому майбутньому системи подачі сигналів та радіокомунікація може вже проводитись майже повністю автоматично, лише за невеликої участі оператора.

Дуже активно зараз розвиваються системи, що забезпечують судно доступом

до мережі Інтернет, тому цілком можливо, що вже в найближчому майбутньому на нас чекає новий виток в розвитку комунікацій, і всі сигнали та інформацію зможемо отримувати та передавати через мережу Інтернет. Завдяки даній технології берегові рятувальні станції зможуть напряду отримувати інформацію від суднового VDR в реальному часі та майже миттєво реагувати на будь-яку ситуацію [2].

Поруч із прогресом та активним розвитком технологій завжди лежать проблеми пов'язані, в першу чергу, із кваліфікацією персоналу. Очевидно, що нові технології мають новий, покращений, функціонал, інтерфейс та можливості роботи з собою. Однак не всі встигають цілком і повністю оволодіти тією технікою на достатньо високому рівні, щоб вважати себе справді знавцями та спеціалістами по роботі із тим чи іншим обладнанням.

На сьогоднішній день всі моряки зобов'язані проходити відповідні курси, які надають основні базисні знання та навички по роботі із обладнанням, але зазвичай засоби, на яких проходить навчання вже морально застарілі і майже ніде не використовуюється, тому при посадці на якесь нове судно моряк стикається із рядом проблем, основною з яких є – відсутність необхідних компетенцій по роботі із конкретним пристроєм.

Висновок. На борту судна немає недоліків у стресах та критичних ситуаціях. Це серйозне випробування як фізичної, і розумової сили. Компенсувати брак знань та навичок на борту судна можна, якщо почитати інструкції та опрацювати прочитане на практиці – в роботі, але це може привести до багатьох поломок чи збоїв у роботі пристроїв при неправильній експлуатації обладнання. Хоча кожен виробник і намагається зробити свої пристрої якомога надійнішими і мінімізувати можливість появи збоїв, роблячи інтерфейси інтуїтивними, додаючи відповідні інструкції на корпуси своїх пристроїв, цього може бути недостатньо. Як один з варіантів вирішення даного питання, можна запропонувати, як компаніям-крюїнгам, так і судновласникам надавати морякам можливість перед посадкою проходити відповідні курси чи тренінги, які б навчали особливостям роботи із обладнанням, яке фактично встановлено на борту судна. Це зменшить ймовірні витрати на ремонт обладнання чи його сервіс при неправильній експлуатації та обслуговуванні, а також підвищить рівень кваліфікації та продуктивність роботи екіпажу.

Л і т е р а т у р а

1. http://proukraine.net.ua/?page_id=471 - Нормативно-правова база діяльності морського і річкового транспорту.
2. <http://moryak.biz>.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Фіголь А.Д. – студент, figolartemone@gmail.com
Кошкін Д.Л. – к.т.н., доцент, Koshkindl@mnau.edu.ua
Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження. Автоматизація виробничих процесів на сучасних промислових підприємствах має вирішальне значення як основний спосіб підвищення продуктивності праці. Основою автоматизації теплових процесів є системи автоматичного регулювання важливих енергетичних параметрів. Їхнє широке застосування сприяє підвищенню продуктивності праці, досягненню стабільно високої якості продукції й збільшенню ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Дивлячись на сучасні енергетичні показники опалювальних систем і вартості їхньої роботи, постає питання в економічності та раціональності використання паливних ресурсів.

Мета досліджень. Проаналізувати технології розробки системи автоматичного регулювання подачі паливно-повітряної суміші в топку котла, та визначити фактори які відповідають за підвищення ефективності технологічного процесу.

Результат дослідження. Аналізуючи існуючої системи керування приводом подачі паливно-повітряної суміші ми виявили, що система має ряд недоліків, які не дають змоги отримати найвищі показники якості технологічного процесу роботи. Однією з основних проблем, як в економічному, так і в екологічному питанні, є та обставина, що не регулюється співвідношення «паливо-повітря» в опалювальних системах. Двигуни весь час працюють на максимальній потужності, а оператор опалювальної системи для регулювання подачі повітря та відсмоктування газів, що йдуть вручну відкриває або закриває шибер. Внаслідок такої системи управління швидше зношуються двигуни, мають місце шкідливі викиди в атмосферу через брак повітря, а також знижується ККД через надлишок повітря. Ідеальне співвідношення для горіння паливо-повітря - 1/10, але реально використовують 1/8-1/7, а через ручне налаштування воно може збиватися до 1/3, що призводить до великих паливним втрат і до підвищення вмісту шкідливих газів у викидах .

Для підвищення зазначених показників запропонуються наступні системи автоматичного регулювання. Одним з найефективніших способів енергозбереження при цьому є створення автоматичної системи регулювання подачі палива і повітря в опалювальну систему, яка дозволить оптимізувати процеси горіння палива, що дозволить підвищити економічність роботи

опалювальної системи та істотно знизити шкідливі викиди в атмосферу [1]. Подачу повітря і палива в опалювальну систему необхідно здійснювати в певному співвідношенні: недостатня, або, навпаки, зайва подача повітря може знизити ККД котла. Реальна кількість повітря, яка необхідна для повного згорання кілограма палива, має бути трохи більшою, ніж теоретична, оскільки на практиці при спалюванні палива не весь обсяг теоретично необхідного повітря застосовується. Деяка його частина не бере участі в реакції горіння, що спричинює недостатнє перемішування палива з повітрям, а також те, що повітря не вистачає часу для того, щоб сполучитися з вуглецем, що міститься в паливі, і воно іде у вільному стані в газоходи опалювальної системи, що значно збільшує втрати теплоти. Збільшення рівня надлишку повітря допомагає підвищити температуру точки роси, спричинюючи при цьому корозію поверхонь нагріву з низькими температурами, а зменшення такого коефіцієнта може привести до задимлення і підвищення забруднення поверхні нагріву.

Для конкретних умов згорання палива встановлене конкретне значення коефіцієнта надлишку повітря, яке відповідає мінімальним втратам теплоти. Значення коефіцієнта надлишку повітря для сучасних опалювальних систем незначне, тому діапазон його зміни, в межах яких можливе бездимне згорання палива, досить малий. Тому співвідношення подачі повітря і палива в топку зобов'язане підтримуватися за допомогою автоматичної системи регулювання (АСР) з великою точністю, яка допоможе забезпечити максимальний ККД опалювальної системи, а також мінімізацію втрат теплоти [2].

В промислових системах автоматичного регулювання для керування об'єктами з самовирівнюванням, незалежно від їх динамічних характеристик, як правило, застосовують регулятори, які реалізують стандартний ПІ-алгоритм [3]. Це забезпечує прийнятну якість регулювання та більшу стійкість до впливу зовнішніх збурень, ніж у випадку використання більш складних алгоритмів, особливо тих, які містять диференціальні складові. Тому, я вважаю, що для роботи системи автоматичного регулювання краще вибирати ПІ-регулятори, налаштування яких повинні забезпечувати мінімум середньоквадратичних відхилень при допустимому запасі стійкості.

Висновок. Розглянуті системи керування забезпечують необхідні показники якості керування, асинхронний двигун з фазним ротором, який застосовується, призводить до підвищених масогабаритних розмірів, завишені вартісні показники і знижені показники надійності приводної установки. В запропонованій системі можливі покращення: забезпечення максимального ККД опалювальної системи, мінімізація втрат теплоти, показники з економіки передачі та вироблення теплової енергії, збільшення безпеки і надійності функціонування теплогерела, при цьому, враховуючи, що автоматизація процесу згорання палива веде до

зменшення попадання в атмосферу токсичних викидів, то, зрозуміло, стає очевидним позитивний вплив такої методики на екологічну безпеку.

Л і т е р а т у р а

1. Олейник Е.А. Автоматическое управление технологическими параметрами газового топочного устройства: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://masters.donntu.edu.ua/2012/iii/oliinyk/diss/index.htm>.
2. Ключев А. С. Налягодження систем автоматичного регулювання котлоагрегатів / А. С. Ключев. М.: Энергоатомиздат, 1970.
3. Разработка автоматической системы регулирования соотношения топливо-воздух сварочной зоны. *Freepapers*: веб-сайт. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-47998.html> (дата звернення: 12.10.2021).

Секція 7: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Бабак В.А. – студент, fffscfcv@gmail.com

Довганюк В.М. – студент, v.dovganyuk03@gmail.com

Рященко О.І. – старший викладач, oksanaivanovna561@gmail.com

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена антропогенними проблемами Чорного моря, які формуються і найбільш гостро проявляються в прибережній і шельфовій зоні морів, де сконцентрована господарська діяльність та основні джерела забруднення Чорного моря [1].

Україна є морською державою, яка серед причорноморських держав має найдовшу берегову лінію (1 628 км). Їй належить 57 % загальної площі чорноморського шельфу, у тому числі 87 % північно-західного шельфу. Найбільш потужними джерелами антропогенного забруднення північно-західної частини Чорного моря, особливо прибережної акваторії, є річковий стік та берегові точкові джерела, до яких, у першу чергу, відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, а також морські порти. Всі ці антропогенні джерела та природні фактори (режим температури, солоності, атмосферних опадів, вітру, течій та інше) обумовлюють формування гідрохімічного режиму вод і впливають на стан морської екосистеми [2].

Екологічні наслідки антропогенного забруднення становлять цілий комплекс явищ, найбільш суттєві з яких – прогресуюча евтрофікація, накопичення хімічних токсикантів у різних компонентах екосистеми, зниження біологічної продуктивності, мікробіологічне забруднення прибережних вод. Щорічно з річковими водами в морське середовище надходить 653 тис. тонн зважених речовин, понад 8 тис. тонн органічних речовин, близько 1,9 тис. тонн азоту і 1,2 тис. тонн фосфору [3].

Метою роботи є аналіз просторово-часової динаміки концентрації хлорофілу-*a* в Чорному морі та визначення кореляційних зв'язків між температурою поверхні води та концентрацією хлорофілу-*a*, за допомогою візуалізації та аналізу даних отриманих зі супутникових знімків MODIS Aqua порталу Giovanni NASA.

Методика досліджень полягає в створенні та візуалізації карт з усередненими значеннями концентрації хлорофілу-*a*, температури водної поверхні Чорного

моря за 2015–2020 рр. та визначення між ними кореляційних зв'язків за допомогою інструментів порталу Giovanni NASA. Карти розподілу концентрації хлорофілу-а дають наочне уявлення про біологічну активність в басейні та її просторово-часову мінливість.

Основні результати. На основі супутникових даних MODIS Aqua порталу Giovanni NASA нами було створено карту усереднених значень концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря (рис. 1). Завдяки отриманим даним ми дослідили просторово-часову мінливість концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря за останні 5 років. Максимальні усереднені значення концентрацій хлорофілу-а відмічено в районах прилеглих до зон акумуляції річкових вод. Встановлено, що у міру віддалення від гирлових ділянок в бік відкритого моря концентрація знижується.

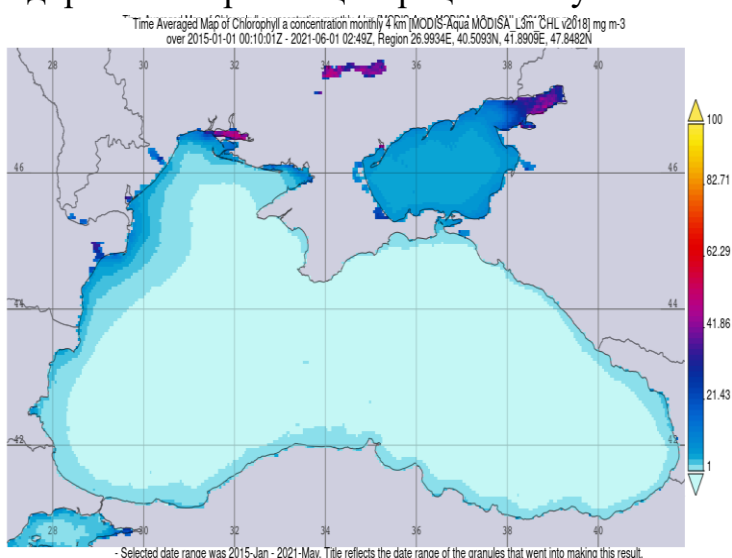


Рис. 1 – Карта усереднених значень концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря за 2015–2021 рр., мг/м³

мг/м³, влітку від 0,8 до 1,6 мг/м³. Мінімальні значення хлорофілу-а в літній період фіксували у 2015, 2016, 2020 роках, саме в липні показники становили в середньому 0,4 мг/м³. Максимальні показники хлорофілу-а в зимовий період було зафіксовано у лютому 2021 р. – 1,5 мг/м³ (рис. 2, б). Істотний вплив на просторово-часову мінливість концентрації хлорофілу а надає річковий стік, особливо в період паводку.

Відомо, що температура поверхні моря також є одним із основних факторів, який здатен істотно впливати на перебіг фізико-хімічних і гідробіологічних процесів. Тому варто провести дослідження термічного режиму басейну Чорного моря, оскільки він має певні особливості. Дистанційні методи вимірювання температури за допомогою супутників є на даний момент одними з найбільш інформативних методів отримання даних про просторовий розподіл температури поверхні моря.

Аналіз супутникових даних показав, що у регіонах змішування вод середньобагаторічні значення концентрації хлорофілу-а коливались від 1,3 до 10,0 мг/м³, мінімальні значення в літній період зафіксовано у червні 2020 р. – 3,2 мг/м³. Найвищі показники хлорофілу-а в зимовий період зафіксовано у листопаді 2020 р. – 5,7 мг/м³ (рис. 2, а). У відкритому морі середні значення хлорофілу-а становили: взимку від 0,4 до 0,5

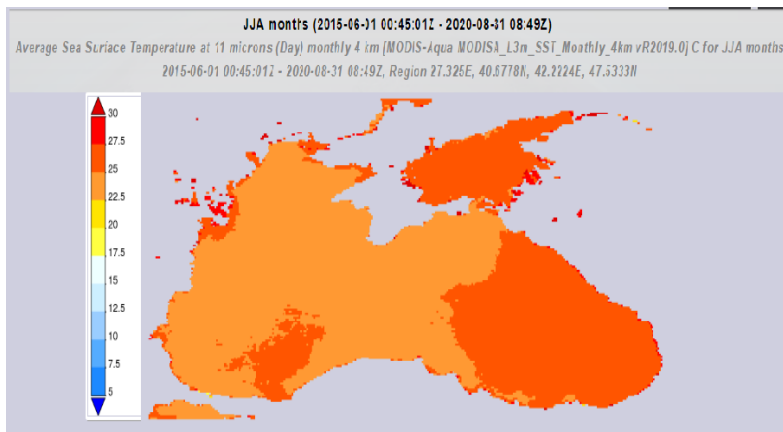


Рис. 2 – Карта усередненої температури водної поверхні Чорного моря за літні місяці (червень–серпень) 2015–2020 рр., С (Modis Aqua, Giovanni NASA)

Аналіз космічних знімків дає можливість не лише характеризувати температуру води у Чорному морі, а й знаходити причини просторово-часових змін. Наведені на рис. 2 дані показують, що існують досить значні відмінності термічного режиму Чорного моря в його мілководній північно-східній ділянці і більш глибокій південно-західній. На

температуру води північно-західної частини Чорного моря впливає прибережна мілина, стік річок Дністра, Дніпра і Дунаю, коливання рівня води біля берегів водойми, викликані дією вітру та водообмін з глибоководними районами моря. Для частини відкритого моря характерна найнижча температура поверхні води в усі сезони року, а середньорічні зміни температури води в прибережній зоні Чорного моря мають добре виражений сезонний характер.

Висновки. Ефективним засобом моніторингу стану водойм і, зокрема, Чорного моря є дистанційне зондування Землі, а також відповідна обробка, отриманих космічних знімків на платформі Giovanni NASA. Описані методи дають змогу встановлювати температуру поверхні води, концентрацію хлорофілу та визначати між ними кореляційну залежність.

На основі супутникових даних MODIS Aqua порталу Giovanni NASA нами було визначено концентрацію хлорофілу-а у відкритому морі та районах прилеглих до зон акумуляції річкових вод. Створено карту усереднених значень концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря за 2015–2021 рр. Створено карту усередненої температури водної поверхні Чорного моря за літні місяці (червень–серпень) 2015–2020 рр.

Л і т е р а т у р а

1. Комплексна оцінка впливу природних та антропогенних факторів на стан морського середовища України. *Звіт про науково-дослідну роботу НДУ «Український науковий центр екології моря»*. Том VI. 2018 р. С. 102.
2. Стан довкілля Чорного моря. *Національна доповідь 1996 – 2000 рр.* Український науковий центр екології моря
3. Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А. Модель евтрофикации морских и лиманных экосистем северо-западного Причерноморья. 2018. 21. С. 75–89

SPECIFIC FEATURES OF MARINE JOB INTERVIEW

Bondarenko V. – student, vladislav02020202@gmail.com

Zaitseva D. – senior lecturer, dina.al.zaitseva@gmail.com

*Danube Institute of Water Transport
of State University of Infrastructure and Technologies*

The relevance of the study is due to the growing competition among seafarers as well as their number. As a result, the requirements for seamen are becoming more and more and it is more and more difficult for them to go on a voyage.

Job interview is the last stage in the job seeking process and there are many ways on how to pass a job interview with ease. A person may do all the exams and tests but fail to get a job if he/she makes a poor self-presentation at a job interview. A job interview thus proves to be vital for a job seeker [1].

The purpose of the work is to assist cadets and/or future job applicants in successful passing the interview with the further position placement for the voyage.

An interview is one of the most important stages of selection for a job or internship. At the interview, both candidates and interviewer identify mutual interest and get answers to questions. During the interview, the employer assesses your qualifications, level of motivation, and whether you understand what you want to get from this position. Considering interviews in terms of benefits for the candidate, then they give you the opportunity to evaluate the company, its concordance with your expectations and goals. Moreover, an interview is always a great opportunity to improve the skill of self-presentation, which is extremely important in the modern world. To pass the interview, you need to prepare for it well, so that there are as few unexpected questions from the recruiter as possible [2].

There are some simple steps to help you with your interview:

STEP 1: Start by researching the company and your interviewers

Understanding the specifics of the company you are applying for can help you pass the interview with confidence. You will be able to estimate how your experience correlates with the information published by the company on the website and in social networks and what exactly in your experience makes you a great fit for the vacancy.

STEP 2: Practice your answers to common interview questions

Prepare your answer to the common question: “Tell me about yourself, and why are you interested in this role with our company?” The idea is to quickly communicate who you are and what value you will bring to the company and the role—it’s your personal elevator pitch.

STEP 3: Reread the job description

We recommend you additionally familiarize yourself with the job description in advance and highlight the key requirements for the candidate. Think about what in your

past or current experience meets these requirements.

STEP 4: Be prepared with examples of your work

At the interview, you will be asked about specific tasks that you have performed previously. Be prepared to provide examples of specific cases that correspond to the tasks for the vacancy in question.

STEP 5: Dress for interview success

The first impression you make on a potential employer can make a big difference in the outcome of your job interview. Therefore, it is important to look in accordance with the company's dress code. Nevertheless, the classic style (shirt, trousers, shoes) will always look better than the informal one (sweatshirt, jeans, sneakers).

STEP 6: The power of gestures

Crossed arms can appear defensive and off-putting. Try to be focused and confident, which will immediately have a positive impact on your interviewer.

STEP 7: Prepare smart questions for your interviewers

Interview is a two-way street. Employers expect you to ask questions: they want to know that you're thinking seriously about what it would be like to work there. For example: What my day-to-day responsibilities on this position will be?

STEP 8: The power of gestures

Crossed arms can appear defensive and off-putting. Try to be focused and confident, which will immediately have a positive impact on your interviewer.

STEP 9: Be positive and friendly

Smile. You should not talk about experience in a negative way, even if it took place in the past. If the recruiter did ask you about this, then talk about it as neutral as possible and emphasize what useful lessons you could learn from this situation.

STEP 10: Try to handle stress

Try not to focus on negative thoughts. You can imagine that a person you know is sitting in front of you instead of the recruiter and you are presenting your experience to him. This will help you feel more comfortable and confident. [2]

If you don't know the answer to a question say so rather than making something up. Also, lying about previous achievements or experience is always likely to come back to haunt you if you get the job.

Try to lead the interviewer towards areas of your experience that you want to talk about. Capture their interest and ensure you pause during your answers to give them a chance to expand on their questions.

Avoid yes/no answers at all costs and try to support your answers with specific examples from your experience. Try to avoid talking too much otherwise you may be in danger of talking yourself out of a job. [3]

Here is the list of questions that are most often asked at a job interview. Be sure to prepare answers for yourself to each of these questions.

1. What are duties of watch engineer?
2. What types of diesel engine do you know? What types of blowing?
3. What maintenance works must be done for engine?
4. What tools do you use for your work?
5. Describe process of injection of fuel into cylinder? [4]
6. Do you suffer from sea-sickness?
7. Tell me about your health/medical certificates.
8. What alarms do you know? What must you do in case of alarm?
9. What are the universal/typical safety rules onboard a ship?
10. What maritime conventions do you know?

Summary. Once your interview is done and you've left the room, there are still a few things you should do to boost your chance of getting a callback. These interview tips will help you impress the employer after the interview is over.

1. Always thank the interviewer. You want to thank your interviewer when you leave the room and send a thank you email the following day.

2. Act interested but not desperate while waiting for feedback. Sometimes you won't hear from the employer for many days after your interview. They might need to meet more candidates, or might need time to finalize their decision.

We'd recommend wrapping up your interview by asking when you can expect to hear feedback. That way, you won't be too anxious waiting at home. If that time passes, it's okay to follow up with the employer to get an update from them. But be patient and never sound needy/desperate. Delays happen.

If they tell you, "sorry, things are taking longer than we expected and we are still making our decision," the worst thing you can do is to act frustrated or upset. This isn't going to help you get hired!

The best thing you can do is to keep applying for jobs while you wait. It's never smart to wait around for one single employer because so many unexpected things can cost you the job or cause a delay in the process [5].

References

1. <https://content.wisestep.com/how-to-pass-a-job-interview/>
2. <https://gsb.hse.ru/en/careercentre/career/interview>
3. <https://www.how2become.com/pass-interview/>
4. <https://english-odessa.com/stati/marine/obucheniye/129-voprosy-k-sobesedovaniyu-dlya-mekhanikov>
5. <https://careersidekick.com/interviewing-tips-how-to-pass-a-job-interview/>

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Гончарук Я.С. – студент, gon4yarak@gmail.com
Пастух О.В. – старший викладач, alpastukh@ukr.net
Київський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Автоматизація судових електростанцій одна із головних моментів у системі комплексної автоматизації суден. Управління кожною судовою електростанцією, незалежно від призначення судна, потужності та кількості судових генераторів, полягає у виконанні таких основних операцій, як:

- пуск, зупинка, контроль роботи та захист генераторних агрегатів;
- синхронізація та включення на паралельну роботу судових генераторів;
- розподіл реактивного та активного навантаження між паралельно працюючими генераторами;
- розвантаження генераторних агрегатів шляхом відключення другорядних споживачів електроенергії;
- включення резервних агрегатів в залежності від завантаження електростанції;
- пуск аварійного дизель-генератора при зникненні напруги на шинах ГРЩ;
- контроль опору ізоляції.

Мета дослідження. Дослідження автоматизації судових електростанцій та пропозиції щодо удосконалення управління.

Вахтовий персонал неспроможний точно і своєчасно виконати перелічені операції за допомогою найпростіших пристроїв чи апаратів ручного управління. У зв'язку з цим виникла необхідність створення комплексної системи автоматичного виконання операцій щодо підтримки якісної роботи електростанції та забезпечення судових споживачів електроенергією необхідної якості. З цією метою в даний час розроблені та використовуються пристрої: автоматичної точної синхронізації УСГ-1П; автоматичного розподілу активних навантажень УРМ або УРЧН; автоматичного регулювання напруги генераторів УБК-М та статичні системи; автоматичного включення резерву УВР; автоматичного розвантаження генераторів УРГ; контролю ізоляції УКИ; захисту асинхронних двигунів від обриву фаз та зниження напруги ЗОФН; світловий і звуковий сигналізації УС і УЗС.

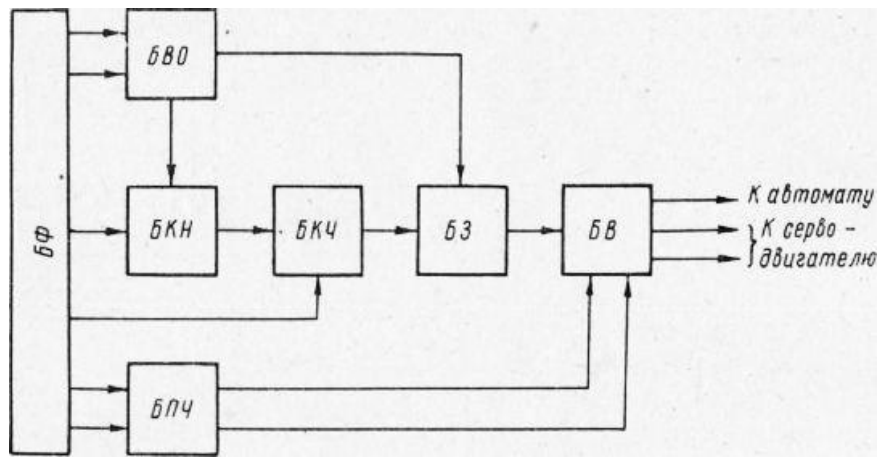


Рис. 2 – Функціональна схема пристрою типу УСГ-1П

Головним пристроєм автоматичної синхронізації суднових генераторів в даний час є пристрій точної автоматичної синхронізації, який складається з шести пов'язаних між собою блоків: функціонального блоку БФ, який видає в схему напругу генератора, напруга биття і їх похідні; блоку контролю різниці напруг БКН, який задає уставку по різниці напруг, що синхронізуються; блоку контролю різниці частот БКЧ, який при значеннях частоти, що відповідають уставці, спільно з блоком часу випередження.

БВО впливає блок заборони БЗ, викликаючи спрацювання вихідного блоку БВ. У разі необхідності вирівнювання частот в роботу вступає сьомий блок - припасування частоти БПЧ, що впливає на серводвигуни генераторних агрегатів.

Пристрій синхронізації типу забезпечує точну автоматичну синхронізацію кожного генератора з шини ГРЦ. Однак після включення генератора на шини ГРЦ його завантаження корисною потужністю здійснюється лише в результаті роботи пристрою розподілу потужності типу УРМ або УРЧН.

Пристрій автоматичного включення резерву УВР застосовується для підвищення надійності забезпечення електроенергією суднових споживачів. Воно забезпечує:

- запуск резервного генераторного агрегату при збільшенні навантаження працюючих агрегатів понад задану;
- зупинку або сигнал про можливість зупинки резервного генераторного агрегату при зниженні навантаження до заданої;
- відключення працюючого та включення резервного агрегату при тривалому зниженні або зникненні напруги.

Пристрій УВР встановлюється на кожному агрегаті і при досягненні навантаження на генераторі, що дорівнює приблизно $0,85 P_{ном}$, виробляє сигнал на включення резервного агрегату, який призначається оператором заздалегідь. При зниженні навантаження паралельно працюючих генераторних агрегатів (наприклад, до $35\% P_{ном}$) резервний агрегат відключається або спрацює

світлова та звукова сигналізація, і оператор вирішує, чи є подальша необхідність у паралельній роботі генераторів. Якщо після видачі пристроєм УВР сигналу на запуск резервного агрегату він не буде запущений, спрацьовує аварійна світлова і звукова сигналізація.

Експлуатація судна супроводжується постійними включеннями та відключеннями суднових споживачів електроенергії. Одночасне включення кількох потужних споживачів (компресор головного двигуна, пожежний насос та інших.) може викликати навантаження працюючих генераторів. Перевантаження генераторів можуть бути викликані аварійним відключенням захистом одного з паралельно працюючих генераторів і деякими іншими причинами.

Експлуатація судна супроводжується постійними включеннями та відключеннями суднових споживачів. Використання резервного агрегату в кожному випадку перевантаження призвело б до неприпустимо частих його включень, що викликає підвищений знос і скорочення терміну служби резервного агрегату. Разом з тим значні перевантаження могли б викликати відключення перевантаженого генератора захистом, перш ніж включиться резервний. Тому для усунення навантажень генераторних агрегатів в електроенергетичних системах застосовуються пристрої розвантаження генераторів УРГ. У разі перевантаження генератора такої пристрій вимикає частину другорядних споживачів електроенергії. Щоб уникнути помилкових відключень від пускових струмів асинхронних двигунів, пристрій УРГ спрацьовує з витримкою часу.

Усі споживачі в залежності від їх важливості розбиті на групи та відключаються від шин ГРЩ у певній черговості. Так, якщо навантаження на будь-якому генераторному агрегаті досягне 110% $P_{ном}$, то через 1-2,5 с відключиться перша черга другорядних споживачів. Відключення другої черги відбувається через 1 -1,5 с після відключення першої черги споживачів, якщо навантаження агрегату не стало менше 110% $P_{ном}$. При аварійному відключенні одного з паралельно працюючих генераторів може бути передбачено відключення обох черг без витримки часу.

Надійність роботи більшості елементів електроенергетичної системи значною мірою залежить від стану ізоляції струмопровідних частин щодо один одного та землі (корпусу судна). Старіння ізоляції в процесі експлуатації електроустаткування викликає появу витоку струму на корпус і може перейти в коротке замикання. Крім того, струми витоку сприяють корозії корпусу судна та суднових механізмів.

Для своєчасного попередження обслуговуючого персоналу про погіршення стану ізоляції елементів електроенергетичної системи застосовується пристрій для контролю ізоляції типу УКІ або «Електрон». Оскільки періодичний контроль ізоляції не дає надійної оцінки її стану в період між вимірюваннями, пристрій УКІ

призначений для безперервного контролю опору ізоляції установок змінного струму з ізолюваною нейтраллю напругою до 400 В. Цей пристрій підключається до контрольованих точок через джерело стабілізованого живлення. Схема забезпечує контроль опору ізоляції суднових електричних мереж, що відходять від шин ГРЩ, розподільної секції аварійного дизель-генератора, а також статора кожного генератора. При зниженні опору ізоляції нижче 200 кОм схема видає світловий і звуковий сигнали.

При обриві однієї з фаз трифазної системи змінного струму асинхронні двигуни, які є основними споживачами електроенергії на суднах, продовжують працювати на двох фазах, а аварійна ситуація якийсь час залишається непоміченою. В результаті асинхронні двигуни, що працюють з великими навантаженнями, при цьому перегріваються і виходять з ладу. Для попередження можливих аварій застосовується пристрій захисту типу ЗОФН, який спрацьовує та відключає автомат, що подає приймачеві дві фази трифазної напруги. Пристрій ЗОФН також використовується для сигналізації про аварійне зниження напруги на шинах ГРЩ.

Для забезпечення дієвого контролю за роботою електроенергетичної системи схеми управління передбачають використання пристроїв світлової та звукової сигналізації, яку за характером та призначенням можна розділити на сигналізацію положення, попереджувальну та аварійну сигналізацію.

Сигналізація положення визначає положення комутаційних та регулюючих апаратів за допомогою сигнальних ламп розжарювання, вмонтованих у мнемонічну схему на ЦПУ, а також положення селективних автоматів на ГРЩ. Попереджувальна сигналізація повідомляє обслуговуючий персонал про перевантаження, неприпустиме підвищення температури, пошкодження ізоляції та інші ненормальні режими роботи установки. Аварійна сигналізація супроводжує спрацювання захисної апаратури під час аварії в електроенергетичній системі.

Попереджувальна та аварійна сигналізація виконується у вигляді світлових та звукових сигналів, причому звуковий сигнал може бути знятий за бажанням оператора натисканням кнопки зняття звукового сигналу. Однак при цьому зберігається можливість автоматичного увімкнення дзвінка при надходженні наступних аварійних сигналів. Сигнали попереджувальної та аварійної сигналізації повинні відрізнятися за звуком.

В даний час на суднах зазвичай застосовуються пристрої звукової та світлової сигналізації типу УЗС, а також пристрої миготливого світла типу УС.

Система керування судновою автоматизованою електростанцією, схема якої наведена на рис. 3 забезпечує послідовне управління великою кількістю операцій.

Один із генераторів суднової електростанції є резервним і в нормальному

режимі не працює. У разі збільшення навантаження до певного значення спрацьовує пристрій УВР і запуск резервного дизель-генератора. Після того як дизель-генератор розженеться до нормальної швидкості і на затискачах генератора з'явиться напруга, пристрій УСТ забезпечить підключення його на паралельну роботу з працюючими агрегатами.

Після закінчення процесу синхронізації автоматично підключається пристрій УРЧН (або УРМ), представлений на схемі датчиками активного струму (або потужності) ДАТ і частоти ДЧ і підсилювачем, і зрівнює потужності генераторів електростанції. Зменшення навантаження на шинах електростанції викликає зворотне спрацювання УВР, що відключає резервний генератор.

При різкому збільшенні навантаження в результаті включення потужних споживачів та інших аналогічних причин спрацьовує пристрій УРГ та розвантажує генератори, декількома чергами відключаючи від шин ГРЩ другорядних споживачів.

Автоматичне регулювання напруги здійснюється пристроєм АРВ, безперервний контроль ізоляції системи - пристроєм УКВ або «Електрон».

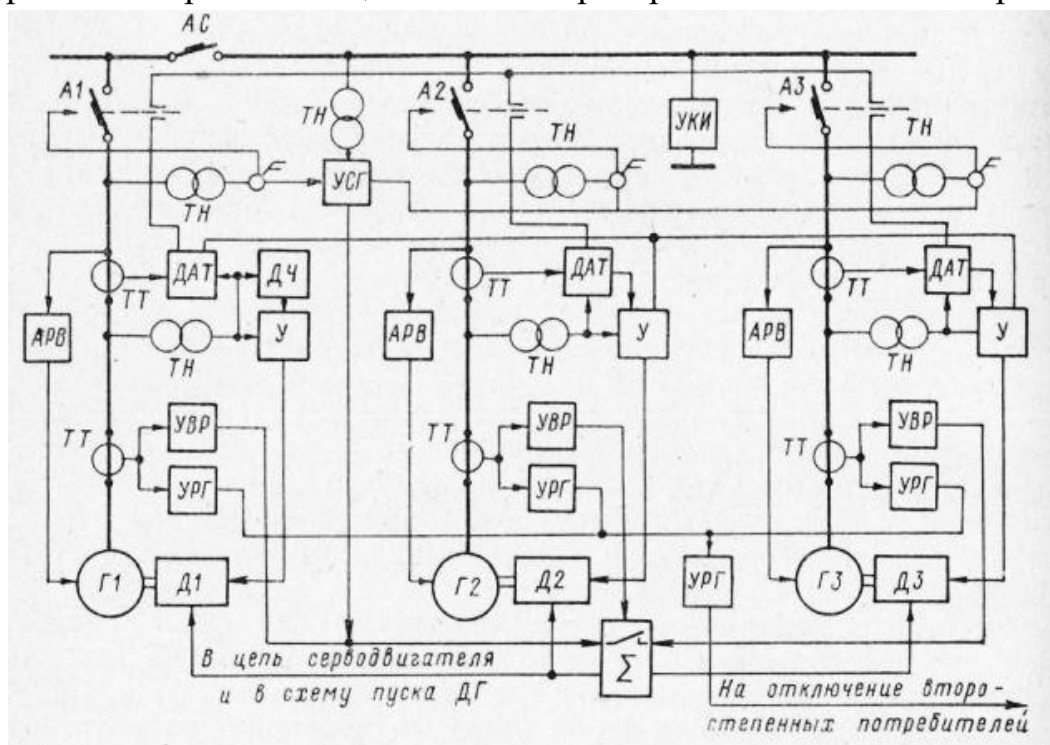


Рис. 3 – Схема управління судовою автоматизованою електростанцією

Висновки. Досвід експлуатації суднових автоматизованих електростанцій показує, що розглянуті пристрої забезпечують роботу суднових електроенергетичних систем в оптимальних режимах, дозволяють підвищити якість електроенергії та домогтися безперебійності постачання відповідальних споживачів. При цьому втручання оператора в роботу системи потрібне тільки при отриманні аварійного сигналу для періодичного контролю роботи

електроенергетичної установки, у разі необхідності зміни режимів роботи електростанції тощо.

Подальший розвиток автоматизації суднових електростанцій пов'язаний із заміною окремих автоматичних пристроїв взаємопов'язаною системою автоматичного контролю та управління, розробкою та застосуванням систем з використанням ЕОМ, мікропроцесорної техніки, що дозволяють автоматично накопичувати та переробляти інформацію про роботу електроенергетичної установки з метою вибору оптимального режиму її роботи.

Сучасні системи автоматизації суднових електростанцій дозволяють керувати процесом без участі вахтового механіка, що дозволяє забезпечення роботи в системі UMS (безвахтове машинне відділення).

Л і т е р а т у р а

1. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. М: Транспорт, 1988. 328с.
2. Яковлев Г.С. Электроэнергетические системы морских судов / Г.С. Яковлев. М: Транспорт, 1987. 386с.
3. Сергиенко Л.И. Электроэнергетические системы морских судов / Л.И. Сергиенко. М.: Транспорт, 1991. 264с.
4. Миронов В.В. Конспект лекций Электрооборудование судов /В.В. Мироров. Х: ХМУ, 2015. 760 с.
5. Хайдуков О.П. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник / О.П. Хайдуков, А.Н. Дмитриев, Г.Н. Запорожцев. М.:Транспорт, 1988. 223с.

БЕЗПЛОТНИЙ ФЛОТ – МАЙБУТНЄ ЧИ НІ

Загорулько В.І. – студент, vlad.zagorulko.2000@gmail.com

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

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. З кожним роком все впевненіше набирає оберти розвиток безпілотного транспорту. Уже з'явилися на вулицях і в некерованих автоматичних машинах і літаках, тепер же річ зайшла про судна. З першого погляду це здається неможливим, оскільки добре відомо, що судно – це складна система, нормальна робота, якого залежить від наявності висококваліфікованого екіпажу. До теперішнього моменту вважається, що без нього не можна, але, як показує практика, в наш час це не обов'язково. Сучасні технології вже зараз дозволяють скоротити до мінімуму роль людини в управлінні судном або ж зовсім обійтися без нього.

Метою роботи є зрозуміти чи є безпілотний флот нашим майбутнім, чи навпаки. Наскільки це на сьогодні необхідно, корисно або буде завдавати шкоди.

Досвід побудови та використання безекіпажних суден вже є в розвинених країнах світу. Японська компанія Nippon Yusen розробила проект безпілотного вантажного судна, який може передвигатися в самостійному режимі – він керує штучним інтелектом, який постійно аналізує обстановку, оцінюючу, наприклад, ймовірність приближення інших судів та можливість зіткнення з ними та приймає потрібні рішення. Використовуючи цю технологію, розробники планують побудувати відразу кілька сотен автономних суден Japan Marine United.

Норвезьке конструкторське бюро Kongsberg та виробник добрив Yara розробили проект автономного електричного контейнеровозу під назвою Yara Birkeland вартістю \$30 млн. Судно завдовжки 70 та шириною 15 метрів розраховане на перевезення 120 контейнерів. За допомогою камер, радарів, системи GPS-моніторингу та інших датчиків Yara Birkeland здатне без екіпажу на борту прокладати маршрут та підходити до причалу. Повністю автономним воно має стати до 2022 року. Військово-морський флот США хоче протягом наступних п'яти років придбати десять безпілотних надводних кораблів довжиною понад 90 метрів та водотоннажністю приблизно 2000 тонн загальною вартістю \$2,7 млрд.

Недоліки. Але цілком можливо, що це стане набагато пізніше, оскільки до них не вирішується низка правових та технічних питань. Наразі безпілотний флот фактично перебуває поза законом, оскільки у міжнародному морському праві такого поняття немає. На сьогоднішній день будь-яке судно, що знаходиться у відкритому морі без екіпажу на борту, вважається нічиїм, відповідно, його може присвоїти будь-хто, хто підніметься на борт. Відповідно до Конвенцій ООН 1982р., кожна держава зобов'язана комплектувати свої судна екіпажем відповідної кваліфікації та чисельності. Але як бути у разі відсутності екіпажу на судні? Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі 1974р. зобов'язує екіпажі суден брати участь у рятувальних операціях, розшукуючи та піднімаючи на борт вцілілих у аварії корабля. Але якщо на борту немає екіпажу, хто ж займатиметься порятунком?

Чи не відпрацьовані до кінця і технології управління. Зараз зв'язок із суднами в океані здійснюється за допомогою супутників, але він дуже дорогий і дістає не скрізь. Пропускна здатність супутникових каналів не дуже висока, до того ж залежить від природних умов. Незрозуміло питання з безпекою таких суден. Маючи відповідні технології, зловмисники можуть перехопити дистанційне керування судном або перервати його. За відсутності екіпажу та охорони корабель може бути захоплений піратами.

Переваги. І все-таки, незважаючи на всі перешкоди, безпілотні судна у найближчі 5-10 років стануть реальністю. Їх затребуваність обумовлена як

тенденцією автоматизації всього і вся, а й конкретними вигодами як цивільних компаній, так військово-морського флоту.

Використання таких суден дає можливість скоротити витрати на заробітну плату екіпажу, його перепідготовку та створення умов для проживання на борту. За підрахунками консалтингової компанії Moore Stephens LLP, вміст екіпажу великого контейнеровозу коштує 3299 доларів на день, що становить майже 44% від загального обсягу операційних витрат. А от якщо судна будуть автономними, то витрати значно впадуть.

Але це ще не все. За оцінками фахівців компанії Rolls-Royce, такі судна перед завантаженням будуть на 5% легші за звичайні, і, як наслідок, споживання палива скоротиться на 12-15%.

Безпілотні судна допоможуть вирішити питання з дефіцитом кваліфікованих моряків, що особливо актуально для Арктики з її хронічною нестачею необхідних фахівців. Їхнє застосування допоможе в разі скоротити кількість аварій: за даними страхової компанії Allianz, щорічно в морі тонуть 40-50 транспортних суден. При цьому від 75 до 96% катастроф пов'язані з людським фактором. Так, у 2013 році через помилку капітана в Японському морі перекинувся російський траулер «Шанс 101». У 2015 році через помилку іншого капітана разом із командою затонув контейнеровоз «Ель-Фаро».

Безпілотне судно зможе взяти на борт більше вантажів, збільшивши прибуток судновласника. Відсутність приміщень для екіпажу збільшить площу розміщувальних контейнерів з вантажем по всьому судну. Стосовно Арктики це означає, що можна буде доставляти туди набагато більше корисного вантажу.

Використання безекіпажних кораблів у військово-морських силах збереже життя моряків – відсутність екіпажу допоможе уникнути втрат, крім того, це зніме витрати та ризики, що виникають при тривалому плаванні. Військові кораблі-роботи можуть застосовуватися для розмінування, боротьби з підводними човнами, розвідки, радіоелектронної боротьби, виявлення, відстеження та знищення цілей різного ступеня віддаленості. Там можна розмістити багато різноманітного озброєння.

Висновок. Прогрес не стоїть на місці, і вже скоро можна буде побачити безпілотні судна у дії. Це дуже корисний й навіть необхідний напрям розвитку, потрібний вже сьогодні. Авжеж це наше майбутнє.

Л і т е р а т у р а

1. <https://goarctic.ru/work/bezlyudnoe-more-v-arktike-skoro-poyavitsya-bespilotnyy-flot/>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПРАВИЛА МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНА

Кумейко А.Г. – студент, anton.kumeyko@ukr.net

Слінуха Т.І. – асистент, dubrova17@ukr.net

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Експорт зерна у світі розвивається стрімкими темпами. Найбільшими світовими експортерами є Росія, Сполучені Штати Америки й Канада. Ці країни продають значні обсяги зерна в рік, частину реалізують через морські перевезення. Так, великими американськими портами є Південна Луїзіана і Х'юстон. У Канаді – Ванкувер. У Росії зернові перевезення здійснюють через порти Новоросійськ та Приморськ. Крім того, провідні морські порти світу знаходяться в КНР.

Практично у всіх морських портах України побудовано зернові термінали для тимчасового зберігання та перевалки зерна, яка включає завантаження суден. Більша частина зернових терміналів збудована та перебуває у володінні приватних зернотрейдерських компаній або ж створена на умовах державно-приватного партнерства. Така ситуація зумовлена досить високою конкуренцією на ринку експорту зерна та прагненням зернотрейдерів до максимальної автономізації своєї роботи на ринку.

Поряд з цим за усередненою вартістю перевалки у перерахунку за 1 тону українські порти поки що є дещо дорожчими, порівнюючи з європейськими. Причиною цього є не до кінця допрацьована інфраструктура, а також відсутність суден більшого тоннажу. Як відомо, чим більшою є місткість для вантажу, тим менша усереднена ціна на зерно в порту кожної тони перевезеної продукції.

Щоб морський тип перевезення зерна був по-справжньому ефективним, важливо дотримуватися правил. Відсіки із зерном повинні бути максимально заповнені. Це життєво необхідна вимога, закріплена в нормативних документах – Конвенції СОЛАС, Резолюції Асамблеї ІМКО, Кодексі безпечного навантаження та ін. Хоч можливі і різночитання в цифрових чи процентних показниках, оскільки на момент завантаження і після навіть незначної качки отримаємо різні результати.

Зерновий вантаж піддається обов'язковій штивці, а саме переміщенню вантажу у вантажному приміщеннях судна з метою його розрівнювання або заповнення подпалубних пустот. Зазвичай проводиться при навантаження навалочних і насипних вантажів. Розрівнювання поверхні забезпечить мінімальні значення зсуву, відповідно – загроза крену (іноді перекидання) менша. Здійснюється автоматизованим способом або вручну з обов'язковим дотриманням техніки безпеки.

Остійність судна повинна відповідати кількості, фізико-біологічним

властивостям вантажу. Відповідальний за виконання правила – капітан, який звіряє інформацію в супровідних документах на зерно та судновій технічній документації, за необхідності він же виконує додаткові розрахунки. Це дозволяє отримати документи схвалення, без яких заборонено виходити з порту.

Можливе встановлення тимчасового обладнання для кріплення:

- спеціальних поздовжніх перебірок для зменшення, по-перше, моменту крену, по-друге, висоти шару зерна;
- суцільного дощатого настилу (стропінг-метод);
- бандлінга;
- живильників, шифтинг-бордсів.

Допускається заповнення вільного місця відсіків зерном у мішках. Останнім часом використовується рідко через трудомісткість, тривалість процесу мішкування.

Завантаження обов'язково здійснюється за вантажним планом, з урахуванням усіх способів – повністю, частково, комбіновано; типу судна; кількості, властивостей вантажу. Простіше скласти карго-план, ураховуючи вантажопідйомність/місткість, для однорідних вантажів; трохи складніше – для різнорідних (прораховуючи вагу, плинність, різкі запахи, послідовність вивантаження). Очевидно, що після повного завантаження, не повинно бути навіть натяку на крен.

Національні вимоги і правила в своїй основі базуються на вимогах міжнародних документів, які відтворюють специфіку і транспортні характеристики вантажу в умовах знаходження його на судні в процесі перевезень.

Зернова маса – складна біологічна система, сукупність живих організмів, які за певних умов проявляють свою життєдіяльність (дихання, живлення, розмноження тощо). Внаслідок цього втрачається маса сухих речовин, погіршується якість зернового вантажу. Процеси, які відбуваються в зерновій масі внаслідок життєдіяльності живих компонентів, що входять до її складу, називаються фізіологічними. Це дихання, самопроростання, самозігрівання. Знання і врахування фізичних властивостей зернових мас набувають особливого значення у зв'язку з небезпечністю їх при перевезенні морем.

Один з найбільш ефективних і популярних методів боротьби з комахами - шкідниками зерна, як під час зберігання на складах, так і в процесі морського перевезення є фумігація зернових вантажів. Фумігація полягає в обробці зерна газами-інсектицидами (фумігантами), найпоширенішими серед яких є фосфід водню (фосфін) і бромистий метил. Ці речовини є сильнодіючими отрутами, вони впливають на зернову масу протягом певного часу, в результаті цього комахи гинуть від отруєння.

Таким чином знання сучасної технології морських перевезень, виконання вимог відносно вантажів і суден обумовлюють ефективність и якість перевезень вантажів і забезпечують безпеку вантажу, суден і, що саме важливе забезпечують безпеку людського життя на морі.



Рис. 1 – Завантаження судів-зерновозів

Л і т е р а т у р а

1. Безкровний Є.М., Тихоніна І.І. Технологія морських перевезень: Навчальний посібник / Є.М. Безкровний, І.І. Тихоніна – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2015. 277 с. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.sworld.com.ua/files/uchebnik/ucheb-ua-020.pdf>.

2. Експорт зерна через морські порти. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ambarexport.ua/blog/grain-export-through-seaports>.

3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://consumerhm.gov.ua/1209-shcho-take-fumigatsiya-i-dlya-chogo-vona-vikoristovuetsya>.

THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN ENGLISH TEACHING IN THE DANUBE INSTITUTE OF THE NATIONAL UNIVERSITY "ODESSA MARITIME ACADEMY"

Morozov R. – 1 year cadet, morozov166@ukr.net

Tykhonova I. – senior lecture, ilonatihonova777@gmail.com

Danube Institute of the National University "Odessa Maritime Academy"

Problem statement. Due to the fact that at the present stage of reforming and modernizing Ukrainian education is especially relevant there is a great need to improve the quality of foreign language teaching of future professionals in the maritime industry. Ukraine's integration into the European community requires a high level of foreign

language teaching using the latest technologies.

The purpose of the article is to prove the need for the use of innovative technologies in the teaching of English for professional purposes in higher educational institutions which train future mariners. Thus, we can identify the use of innovative technologies as a leading direction in the process of reforming education. Presentation of the main material. It is expedient for a modern lecturer to have in his arsenal the latest teaching methods, special teaching techniques and approaches in order to rationally select one or another teaching method in accordance with the level of knowledge, needs and interests of cadets. Teaching methods are not simple algorithmic units, their optimal and motivated use in foreign language classes requires a creative approach on the part of the lecturer[1, p. 76]. At present, it is impossible to imagine the process of high-quality language training of cadets without the use of modern innovative educational technologies. Modern innovative technologies in education are the use of information and communication technologies in teaching, project work in teaching, work with educational computer and multimedia programs, distance technologies in teaching foreign languages, creating presentations in a software environment, using resources of the World Wide Web. Another important tool for innovative learning is the use of a multimedia system (MC) as part of an interactive whiteboard, a personal computer and a multimedia projector. This complex combines all the advantages of modern computer technology and brings the learning process to a qualitatively new level. Due to the clarity and interactivity of MK allows the teacher to involve the whole class in active work [3, p. 81]. To achieve communicative competence - communicative skills formed on the basis of language knowledge, skills and abilities - a foreign language lecturer uses the latest teaching methods that combine communicative and cognitive goals. Innovative methods of teaching foreign languages, based on a humanistic approach, are aimed at the development and self-improvement of the individual, the disclosure of its reserve capabilities and creative potential. In practice, the following forms of work proved to be quite effective: individual, pair, group and team work. The most effective are the following forms of pair and group work: inner (outer) circles (inside / outside circles); brain storm; jigsaw reading; think-pair-share; pair-interviews and others [2, p. 3].

Conclusion. As a result of the analysis it was determined that foreign language teaching will be effective due to the integrated use of the latest innovative technologies and depends on the teacher's ability to apply a humanistic approach to learning, understanding the need to abandon the authoritarian method of teaching.

References

1. Traditions and innovations in methods of teaching foreign languages / Textbook for students and teachers, ed. M.K. Kolkova. 2017. 267 p.

2. Kovalenko O. Conceptual changes in the teaching of foreign languages in the context of the transformation of foreign language education. / O. Kovalenko. / Foreign languages in educational institutions. Pedagogical press, 2018. Pp.3-7

3. Klevtsova NI Methodical and didactic principles of creation and use of multimedia educational presentations in teaching a foreign language / N.I. Klevtsova. Kursk, 2018. 178p.

COMMUNICATIVE MOTIVATION OF FUTURE MARINERS WHILE STUDYING PROFESSIONAL ENGLISH

Radov D. – 1 year cadet, radov@ukr.net

Tykhonova I. – senior lecture, ilonatihonova777@gmail.com

Danube Institute of the National University “Odessa Maritime Academy”

Problem statement. The professional communication of modern maritime professionals is mostly in English, which is the lingua franca for multinational crews of the merchant marine and is regulated by the International Convention on Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, as amended by the Manila Amendments (PDNV 1978/95). The relevance of the study is due to the social significance of the problem of professional foreign language training of future specialists of merchant marine, its lack of development in theoretical, methodological and practical aspects, the need to create and implement effective technology for teaching foreign language communication with foreign partners of future marine specialists. Therefore, formation of readiness of cadets of maritime educational establishments for professional foreign language communication is one of the priority tasks of the discipline "English for Professional Purposes".

The purpose of the article is a search of effective ways to form communicative motivation in the process of studying the discipline "English for Professional Purposes". To achieve this goal, it is necessary to develop in cadets a positive motivation first to learn marine English, to develop interest in the discipline and to form a desire to continue independent foreign language training. In the case of seafarers, it is about learning the language during professional life. It should be noted that the development of communicative motivation will help to improve the level of professional foreign language competence of English language acquisition.

Presentation of the main material. Communicative motivation is a kind of intrinsic motivation and is based on the human need for communication. It is intrinsic motivation that has the greatest motivation. Motive - the internal driving force that motivates a person to action. Communication motives are relatively stable attributes of a person that satisfy his interests by communicating with others. Motives are organically related to the needs that generate interests and motivate a person to communicate [2]. In pedagogy, motivation is considered the most indisputable and studied factor in the

success of learning in general and learning English in particular. It launches any activity. The issue of increasing the communicative motivation of cadets must be addressed comprehensively. This is, firstly, the creation of a special system of tasks, and secondly, the involvement of educational activities and expanding the use of English. We consider the pedagogical conditions, which were singled out and substantiated by the researcher SV Tymchenko, to be appropriate. They can be used in the process of teaching English for professional purposes, namely dialogic interaction, which provides a favorable psychological microclimate, enhances interpersonal interaction and creates a positive communicative environment for professional communication; active learning, which allows immersion in a specially created real atmosphere of communication and stimulates communicative activity of students; extracurricular activities, which include more opportunities for informal communication between teacher and students, contribute to the transformation of each of its active participants from the object to the subject of the communicative process. [3].

English language training in the professional field in accordance with the requirements of the IMO is carried out by communicative methods. Communicative motivation is provided within the communicative method. This is usually facilitated by the individualization of learning a foreign language activity as a means of communicative motivation. It should be noted the leading role in communicative motivation is personal individualization, which directly affects the creation of communicative motivation, while individual and subjective only indirectly. It is also necessary to emphasize the expediency of using new information technologies in foreign language teaching. It contributes to the intensification of the educational process, cadets' interest, intensifies the cadet's educational activities, opens opportunities for individual learning, creates conditions for the practical use of knowledge and skills, strengthens communicative motivation. [4].

Conclusion. Thus, we highlight the need for external feedback (teacher-cadet control), which promotes self-control and adequate self-assessment by cadets. We agree with the opinion of M. Lily on the activation of educational activities in the presence of internal activity, no additional methods of activation are required, because the student solves a linguistic and mental problem that affects him as a person and he willingly comes into contact.

Based on the above, the implementation of certain conditions will contribute, in our opinion, a quality educational process aimed at forming communicative motivation and awareness of future marine professionals of the vital need to speak English, which, in turn, will improve their self-esteem and chances to get a job on the international labor market.

References

1. Maksimenko SD General Psychology: Textbook / S.D. Максименко, В.О. Solovienko. 2nd ed., P. K.: МАУП, 2001. 255 с.
2. Timchenko SV Formation of communicative skills of future air traffic controllers in the process of studying professionally oriented disciplines: dis. Cand. ped. Sciences: 13.00.04 / Kirov. Flight Acad. nat. avia. un-t. Kirovograd, 2014. 234 p.
3. Tokmenko O. Languages in vocational education: key concepts. / O. Tokmenko. // Foreign languages in educational institutions. K. : Pedagogical Press, 2011. №1 - p. 108-111.

ALTERNATIVE MARINE ENGINES AND PROPULSION SYSTEMS

Semianin O. – student, sashasem2904@gmail.com
Leontieva I. – scientific advisor, iryna.leontyeva@gmail.com
Danube Institute of Water Transport
of State University of Infrastructure and Technologies

The relevance of the study is due to the fact that today the problem of air pollution from fuel combustion is one of the essential problems in ship engineering. Scientists from all over the world are trying to solve this problem. They try to find alternatives to engines, which use carbon types of fuels or to minimize the harmful effects of these types of engines on the environment. Fortunately, research progress in this area is not standing still. Some types of alternative marine engines are already used on ships.

The aim of the article is to analyze current types of alternative marine engines and propulsion systems, as well as to trace the trends of their development.

It is considered that as of now the most promising and perspective types of alternative marine engines are as follows:

1. Gas-turbine propulsion systems

The characteristic features of the gas turbine unit are low weight and small dimensions, ease of maintenance and reliability in operation. Gas turbine units consist of a gas generator and a turbine.

In its simplest form, a gas turbine is a kind of "internal combustion turbine" in which air is sucked in from the atmosphere by means of a compressor, compressed by a pressure of several atmospheres, and directed into the combustion chamber.

The following types of fuel are used in gas turbine plants:

- natural gas;
- kerosene;
- biogas;
- diesel fuel;
- associated petroleum gas;
- coke oven, wood, mine gas and other types.

The gases formed during combustion, heated to a temperature of 600 - 800 °

Celsius, rotate the turbine discs. The spent products of fuel combustion are either removed into the atmosphere, or used to heat the air entering the combustion chamber.

Gas turbine engines are installed mainly on ships of the navy. On commercial ships, they have not paid off - today gas turbines are used only on a small number of ships. The reasons for the decreased interest in this type of engines are low efficiency, rather high fuel consumption and high operating temperatures, which require the use of high-strength and expensive materials. The advantages of a gas turbine engine include small overall dimensions in comparison with the achievable power and low unladen weight.

2. Nuclear power plants

The successes of modern science in the use of atomic energy have made it possible to use a new type of fuel in the Navy - nuclear. To date, a large number of nuclear-powered ships have been built - these are icebreakers, aircraft carriers and even submarines. Their power plant capacity ranges from 22,000 to 60,000 liters. with.

The power plant of a nuclear-powered ship includes a reactor, a steam generator and a turbine plant that drives the ship's propulsion system. A reactor is an installation for producing nuclear chain reactions, during which energy is generated, which is further converted into mechanical energy. It is known that the energy released when using 1 kg of uranium is approximately equal to the energy obtained during the combustion of 1500 tons of fuel oil. The heart of a nuclear installation is a reactor: a controlled nuclear reaction is carried out in it, as a result of which heat is generated, which is removed with the help of a coolant - water. Radioactive coolant water is pumped into a steam generator, where, due to its heat, steam is generated from non-radioactive water. The steam is directed to the turbine disks, which drive turbine generators powered by propeller motors, and the latter rotate the propellers. The exhaust steam is sent to a condenser where it is again converted to water and injected into a steam generator.

Much attention is paid to the safety of the operation of a nuclear installation, since the people on the ship are to some extent exposed to the danger of radioactive radiation, therefore, the nuclear reactor is isolated from the environment by a protective screen that does not allow harmful radioactive rays to pass through. Another, even more significant drawback, is, despite all protective measures, the danger of environmental contamination both during the normal operation of the power plant due to waste of used fuel, release of bilge water from the reactor compartment, etc., and during accidental ship accidents. and a nuclear power plant.

3. Anaerobic propulsion systems

One of the most promising was the direction associated with the conversion of chemical energy directly into electrical energy, without the combustion process or mechanical movement, in other words, with the generation of electrical energy in a

noiseless way. We are talking about electrochemical generators. In practice, this method has found application on the modern German submarine U-212.

The electromechanical generator is based on fuel cells. Basically, it is a rechargeable battery with constant recharge. The physics of its work is based on the reverse process of water electrolysis, when electricity is released when hydrogen combines with oxygen. In this case, the energy conversion occurs silently, and the only by-product of the reaction is distilled water, which is quite easy to find application on a submarine.

According to the criteria of efficiency and safety, hydrogen is stored in a bound state in the form of a metal hydride (an alloy of a metal combined with hydrogen), and oxygen is stored in a liquefied form in special containers between the light and durable hulls of the submarine. Between the hydrogen and oxygen cathodes, there are proton exchange polymer electrolyte membranes that function as an electrolyte. The power of one element reaches 34 kW, and the efficiency of the power plant is up to 70 percent.

4. Solar energy

Solar panels are devices that convert light from the sun into electricity. Solar panels on ships are not very common at present, but some installations have been done over the last years. Generating electricity from solar panels requires a large installation area and therefore only vessels that do not depend on deck space can use the system, such as car carriers. In order for solar panels to work on board ships in extreme conditions, they need to be more robust than ground-based installations. The energy produced by the solar panels will not be enough to move the ship, but it will be enough for the solar panels to replace the auxiliary engines.

Summary. The future of marine engines and propulsion systems development depends on how practical and adequate will be the choice for each particular type of vessels and on the resources used to implement the use of particular marine engines.

R e f e r e n c e s

1. http://korably.net/news/sudovye_silovye_i_ehnergeticheskie_ustanovki/2010-05-31-577
2. <https://www.greatlakesscuttlebutt.com/news/news-from-west-marine/alternatives-in-marine-engines/>
3. <https://www.marineinsight.com/main-engine/different-types-of-marine-propulsion-systems-used-in-the-shipping-world/>

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ СУДЕН

Старцев М.О. – студент, nikitastarr09@gmail.com
Тришин В.В. – старший викладач, trv.argent@gmail.com
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена міжнародними вимогами до вихлопних газів суднових двигунів, щодо обмежень викидів токсичних хімічних сполук CO, CH, NO_x, SO_x та твердих частинок [1].

Метою роботи є проведення оглядового аналізу актуальності використання та впливу на екологію зрідженого природного газу на транспортних судах.

Прагнення людини знизити викиди парникових газів (greenhouse gas – GHG), до яких насамперед відносять двоокис вуглецю CO₂, а також зростаючі вимоги щодо обмежень викидів токсичних хімічних сполук CO, CH, NO_x, SO_x та твердих частинок (particulate matter – PM) у відпрацьованих газах сучасних двигунів внутрішнього згоряння позначили актуальною інженерну задачу впровадження газомоторного палива для перспективного морського транспорту.

Зріджений природний газ (ЗПГ, Liquefied natural gas – LNG) як енергоносіє для транспортних засобів має цілу низку переваг, якщо його порівнювати з іншими видами перспективного та вже застосовуваного на флоті альтернативного палива, такого як зріджений нафтовий газ (Liquefied petroleum gas – LPG), метанол (Methanol), біодизельне паливо (HVO Biofuel, Hydrotreated Vegetable Oil), аміак (Ammonia), водень (Hydrogen). ЗПГ дешевше за нафтове паливо, у нього більш висока об'ємна теплота згоряння. Деякі прогнози визначають, що природний газ є найбільш надійним і найчистішим заміном нафтового палива на багато років уперед.

Газ дійсно дозволяє повністю виключити викид оксидів сірки та твердих частинок, знизити на 90% викиди оксидів азоту та зменшити викиди CO₂ на 30 відсотків.

Зараз морські судна використовують ЗПГ як паливо в декількох відсотках випадків. До кінця 2018 року на ньому працювало близько 230 ЗПГ-танкерів, а також 125 морських суден (зокрема пасажирських поромів), причому половина з них припадала на Норвегію, яка є світовим лідером у сфері використання ЗПГ як суднового палива. Ще 5 одиниць налічуються у європейському річковому судноплавстві. Нагадаємо що загальний світовий парк складає близько 93 тисяч одиниць суден. В основному їх заправляють мазутом – 80 відсотків випадків, решта припадає на судновий дизель. Бункерування ЗПГ як складова частина портової інфраструктури поки що перебуває у стадії зростання та вдосконалення.

Однак дуже скоро світову газову промисловість чекає бурхливий підйом і до 2040 року попит на природний газ як найекологічніший викопний енергоносіє збільшиться на планеті приблизно на 45% до 5400 мільярдів кубометрів [2].

Майбутнє СПГ-бункерування безпосередньо залежить від двох важливих об'єктивних передумов. Перша пов'язана з посиленням екологічних вимог у сфері морських перевезень і регулювання викидів шкідливих речовин у Світовому океані та боротьба проти глобального потепління, що вимагає скорочення викидів в атмосферу парникових газів. Друга передумова – економічна доцільність перемикавання на СПГ із нафтопродуктів.

У 2015 році в зонах особливого контролю викидів сірки (SECA) заборонили використовувати паливо із вмістом сірки понад 0,1 відсотка, а в решті акваторій – понад 3,5 відсотка. З 2020 року Міжнародна морська організація (ІМО) запровадила жорсткіший режим для морських акваторій: з 2020 року Міжнародна морська організація посилила екологічні вимоги до морського палива. Так, максимально допустима частка сірки знижена з 3,5% до 0,5%, що змушує операторів суден і суднобудівників замислитися про більш екологічні види палива: або дорожче дизельне паливо, або судновий газойль із низьким вмістом сірки. Також можлива установка дорогих скрубєрів (очисників вихлопних газів) для зниження сірчистості мазуту. Інша альтернатива – бункерування СПГ. Його застосування не суперечить екологічним стандартам і веде до повного скорочення викидів оксиду сірки та твердих частинок, а також скорочення викидів CO₂ на 80 відсотків порівняно з флотським мазутом [3].

Ключові економічні чинники розвитку СПГ-бункерування – наявність портової інфраструктури, вартість та продуктивність двигунів, що працюють одночасно на дизпаливі та СПГ, а також співвідношення світових цін на газ та цін на мазут і дизпаливо. Сьогодні питома вартість СПГ для бункерування суден на 19 відсотків нижча за вартість мазуту і на 56 відсотків нижча за вартість дизпалива. Щоправда, є і мінуси: без дозаправки танкер на СПГ ходитиме в морі на три дні менше, корисне завантаження судна впаде щонайменше на 5,5 відсотків через установку балонів і зросте відсоток паливних втрат через випаровування [2, 3].

Висновок. Техніко-економічні особливості СПГ-бункерування вказують на вигідність цього палива при середньо- та довгостроковому використанні суден, усереднених параметрах завантаження та витрат, а також наявності всієї інфраструктури. Галузь розвивається повільно, через малу кількість портів (є всього три великі порти, в яких є необхідна інфраструктура для бункерування СПГ-танкерів – Роттердам, Ванкувер і Сінгапур) та низької ліквідності світового ринку газу. Прискорити процес розвитку, серед іншого, можуть посилення екологічних вимог та штрафи за їх порушення.

Фахівці з Shell Deutschland вважають, що у 2040 році на ЗПГ працюватимуть 6000 суден, у тому числі 2200 контейнеровозів, 1660 танкерів, 1100 суден для наливних (навалочних) вантажів. Пасажирських суден та круїзних лайнерів виявиться близько 600 одиниць. В абсолютних цифрах це порівняно небагато, проте саме в цьому сегменті ринку буде найбільша частка суден, що перейшли на зріджений газ: пароплавствам доведеться реагувати на зростаючу екологічну свідомість своїх пасажирів і прискореними темпами переводити флот з дизеля на чистіше паливо [2].

Л і т е р а т у р а

1. <http://shipregister.ua/books/Marpol.pdf>.
2. <https://www.dw.com/ru/shell-предсказывает-бум-спг-как-топлива-для-судов-и-грузовиков/a-47603972>.
3. <http://www.nefterynok.info/uk/statti/chi-zavoyu-lpg-more>.

УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВІДМОВИ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

Тимошук О.М. – д.т.н., проф., mnielena7@gmail.com

Мельник О.В. – к.т.н., к.е.н., доц., olga-melnik81@ukr.net

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності використання суден шляхом поліпшення якості та надійності механізмів та суднового обладнання, а також удосконалення практичних методів дослідження надійності суднових енергетичних установок (СЕУ).

Метою роботи є дослідження шляхів забезпечення надійності суднових енергетичних установок та їх елементів у процесі експлуатації. Для оцінювання допустимості подальшої експлуатації СЕУ та їх елементів з визначенням залишкового ресурсу механізмів та можливістю вибору найбільш ефективних та економічних шляхів для його збільшення в процесі ремонту та модернізації пропонується використовувати метод формалізованої оцінки безпеки.

В даний час проблема управління ризиками і їх оцінка в мореплаванні є актуальною, їй присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних авторів. Згідно з дослідженням [1], так звані ризики в морській галузі є сукупністю ймовірностей виникнення відмови техніки і наслідків, які вони можуть викликати. Пропонується застосування методу ФОБ (формалізованої оцінки безпеки) з метою визначення можливості та раціональності його застосування в процесі

прийняття рішень про рівень безпеки та допустимість подальшої експлуатації СЕУ. При цьому необхідно провести аналіз відмов основних елементів СЕУ, розробити структурну модель, що описує склад елементів СЕУ, технічний стан яких істотно впливає на рівень надійності установки. Надійність СЕУ впливає не тільки на безпеку мореплавства та експлуатації судна, а й у значній мірі обумовлює тривалість простоїв судна, вартість та трудомісткість ремонтів та технічного обслуговування судна.

Тому розробку заходів щодо підвищення довговічності та безвідмовності деталей та вузлів СЕУ, обґрунтування нормативів витрат та запасів змінно-запасних частин, оцінку рівня безвідмовності виробів, планування обсягів та періодичності технічного обслуговування та перевірок, включаючи комплекс діагностичних та планово-попереджувальних заходів, а також підготовку рекомендацій щодо можливості або неприпустимості подальшої експлуатації частково зношеного виробу слід проводити на основі детального аналізу надійності.

За результатами аналізу наукових робіт [2] встановлено, що основою досліджень може виступати сформований зв'язок: «конструктивне рішення - технічний стан - модель зміни технічного стану - рівень ризику - аналіз витрат на створення системи, її функціонування, технічне обслуговування (ТО), ремонт, модернізація - порівняння з допустимим рівнем безпеки - ухвалення рішення про зміну конфігурації та параметрів об'єкта дослідження - вимірювання та оцінка рівня ризику після зміни технічного стану системи».

ФОБ є методом, що дозволяє визначити потенційно небезпечні ситуації заздалегідь, до аварії, з тим, щоб, оцінивши ризик її виникнення, провести оцінку витрат і вигод, пов'язаних із застосуванням можливих варіантів управління ризиками, і на підставі систематизованого аналізу прийняти обґрунтовані рішення щодо зниження ризику.

Методи ймовірнісної оцінки ризиків забезпечують логічну структуру аналізу, за допомогою якої аналітик може визначати частоту і наслідки небажаних подій.

На базі побудованого дерева подій (рис. 1) розробляється математична модель та відповідний програмний комплекс, що дозволить з використанням імітаційного моделювання розрахувати залишковий ресурс СЕУ і ймовірність виходу з робочого стану її компонентів протягом досліджуваного періоду часу.

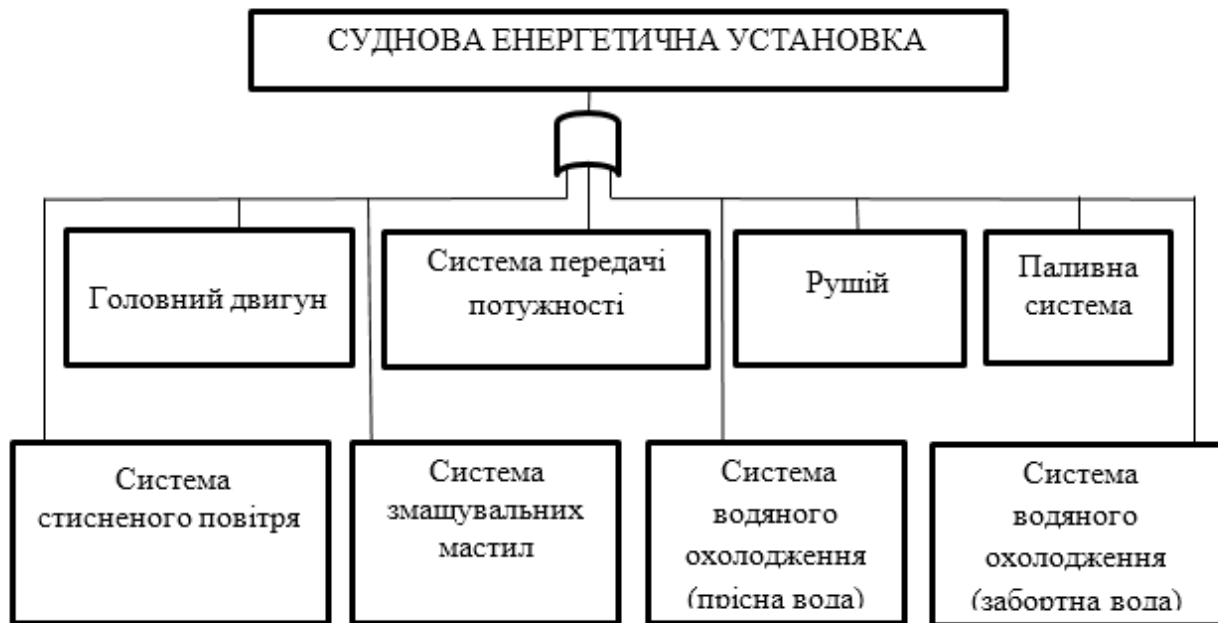


Рис. 1 – Типове «дерево подій» для СЕУ

Методи ймовірнісної оцінки ризиків забезпечують логічну структуру аналізу, за допомогою якої аналітик може визначати частоту і наслідки небажаних подій.

Теоретично повинні бути розглянуті і кількісно оцінені за значимістю чи небезпекою всі випадки, що впливають на ризик і безпеку. З таких оцінок ризику, як правило, видно найбільш вразливі з точки зору безпеки та ризику місця. Тому особи, які приймають рішення, отримують обґрунтування для ефективного вкладення коштів на поліпшення стану безпеки і зниження рівня ризику.

Перевага методології ймовірнісного аналізу ризику в тому, що вона інтегральна і кількісна – інтегральна в тому сенсі, що має можливість розглянути всю систему, і кількісна, тому що широко використовує кількісні показники для аналізу наслідків, ймовірності розвитку подій і невизначеностей, пов'язаних з кількісним визначенням і використанням різних методів оцінки. Доведено, що ефективним шляхом забезпечення високої надійності суднової енергетичної установки (СЕУ) у процесі експлуатації є керування її технічним станом, засноване на кількісній оцінці ризику відмов її елементів [3].

Висновок. Відомий метод формалізованої оцінки безпеки (ФОБ), рекомендований ІМО, може бути використаний як основа при створенні сучасної методики, що дозволяє з необхідною ступенем достовірності визначати залишковий ресурс елементів СЕУ та всієї енергетичної установки. Це дозволить не тільки підвищити безаварійність мореплавства через зниження до мінімуму ймовірності виникнення несподіваних відмов обладнання в процесі експлуатації,

а й значно підвищить рентабельність судноплавства за рахунок виключення передчасного списання обладнання, що виробило нормативний тимчасовий ресурс, але фактично ще не досягло меж небезпечного технічного стану і здатності безаварійно працювати протягом тривалого часу.

Л і т е р а т у р а

1. Захаров А.А. Формализованная оценка безопасности - универсальный инструмент для снижения риска на транспорте / А. А. Захаров // Транспорт Российской Федерации. 2006. № 3.

2. Даниловский А.Г. Модели технико-экономического анализа судовых энергетических установок: учеб. пособие / А.Г. Даниловский, В. А. Бируля. - СПб.: Издат. центр СПбГМТУ, 2000.

3. Башуров Б.П. Эксплуатационная надежность и контроль технического состояния элементов судовых установок. - Новороссийск: НГМА, 2001. 82 с.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА СУДНАХ МОРСЬКОГО ФЛОТУ

Щербатюк І.І. – студент, vanaserbatuk@gmail.com

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

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Торопов А.С. – старший викладач, toropov@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження. Сучасні морські енергетичні установки розроблені для підвищення ефективності роботи судна. Це підштовхнуло конструкторів морської техніки до пошуку нетрадиційного палива для цих установок. Протягом попередніх років дизельне паливо широко використовувалося на борту суден. Через високу ціну на легке дизельне паливо та екологічні проблеми, пов'язані з використанням мазуту, виникла необхідність пошуку альтернативи традиційним видам палива.

Метою роботи є пошук альтернативних видів палива. Водень є одним з найбільш перспективних чистих видів палива з потенційним застосуванням для морського транспорту.

Водень можна виробляти без викопного палива, використовуючи відновлювані джерела енергії для розщеплення води в процесі, який називається електролізом. Цей процес дорогий, і наразі з його використанням виробляється лише 0,1% водню, але саме на нього покладається основна надія на екологічно чисте паливо для морського транспорту. "Зелений водень може бути дійсно вільним від викидів на протязі повного життєвого циклу", каже Марія Губатова, експерт з викидів судноплавства з Фонду захисту навколишнього середовища.

«Це означає від точки, де паливо видобувається або виробляється, до точки згоряння». Водневi двигуни внутрiшнього згоряння можуть спалювати водень для отримання води як єдиного вiдходу [1].

Водень слiд використовувати як паливо для суден у двигунах внутрiшнього згоряння; було запропоновано використовувати iснуючi дизельнi двигуни, що використовуються, щоб запобiгти виробництво нових систем i мiнiмiзувати вартiсть лише модифiкуя iснуючi двигуни. Запропонований двигун працюватиме на воднi, який безпосередньо впорскується в цилiндри. Паливнi насоси повиннi мати електронне керування (без кулачкiв), щоб забезпечити оптимальну роботу в рiзних умовах експлуатацiї [2].

Для приведення в рух судна iснує багато силових установок, одна з них полягає у використаннi водневого двигуна внутрiшнього згоряння, з'єднаного з гвинтом через коробку передач, а iнша — сучасного механiзму, що генерує електроенергiю генераторами змiнного струму для приводу електродвигунiв, з'єднаних з гвинтами. Кожна схема має свої переваги та недолiки вiдповiдно до сфери використання [3].

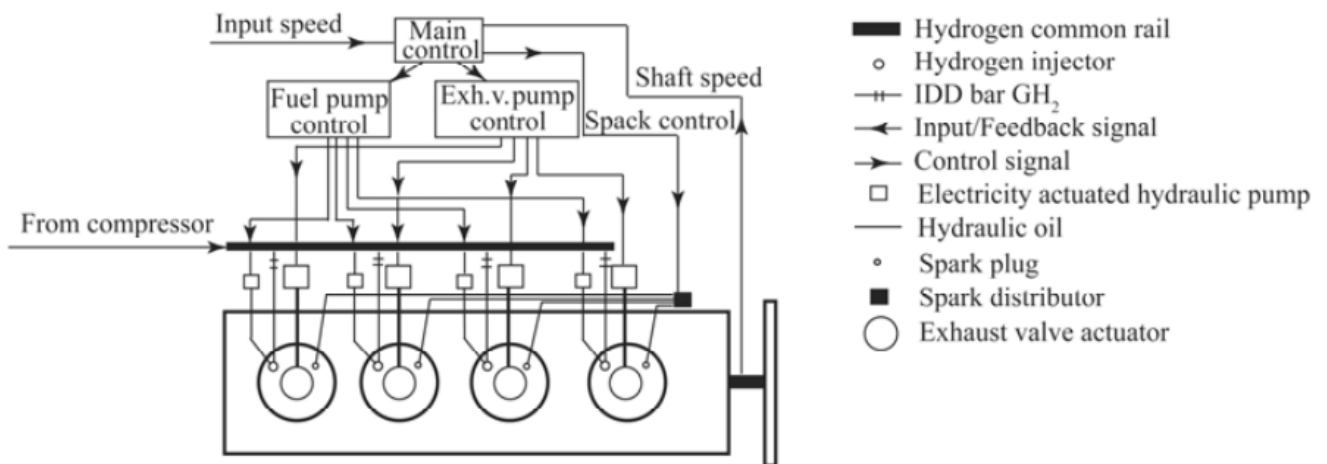


Рис.1 – Схема системи керування двигуном

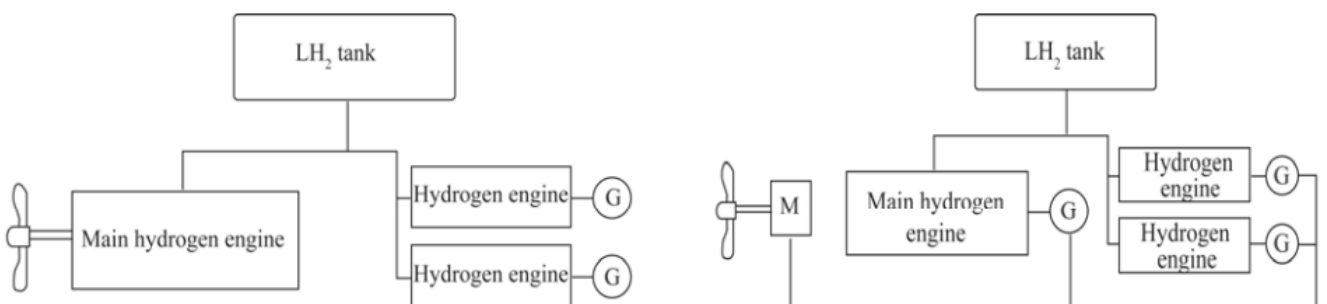


Рис.2 – Рухова установка з прямою муфтою

Воднева електрична тяга

Висновок. При спробі прийняти новий тип палива, як-от водень, необхідно враховувати кiлька питань, особливо для морських застосувань, де суворi правила та норми контролюють проектування та виробництво водних транспортних

засобів. Проблеми безпеки та зберігання є основними питаннями, які виникають, коли говорять про використання водню як палива. Спалювання водню в двигунах внутрішнього згоряння було і залишається предметом численних дослідницьких програм у багатьох країнах. Як і у випадку з природним газом, однією з основних проблем, пов'язаних із застосуванням водню в двигунах внутрішнього згоряння, є стукіт двигуна; Було встановлено, що співвідношення повітря-паливо та температура впуску є основними причинами цієї проблеми, і їх оптимізація є необхідною для того, щоб двигун без детонації.

Л і т е р а т у р а

1. “The fuel that could transform shipping” <https://cutt.ly/IRYAQni>.
2. Ibrahim S Seediek “The hydrogen-fuelled internal combustion engines for marine applications with a case study” Department of Marine Engineering Technology, Arab Academy for Science, Technology & Maritime Transport, Alexandria, Egypt.
3. El-Gohary: Overview of past, present, and future marine power plants. Journal of Marine Science and Application.

Секція 8: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АПАРАТАМИ ЕЛЕКТРОВОЗУ 2ЕЛ-5

Амеріканов В.Ю. – магістрант

Гулак С.О. – к.т.н., доцент, sgoolak@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Анотація. Особливістю мікроелектронної елементної бази, га якій реалізовані підсистеми управління електричними апаратами на електровозах 2ЕЛ-5, є наявність короткочасних збоїв, що самоусуваються, інтенсивність яких зростає зі збільшенням швидкості виконання операцій. Для підвищення безпеки розглянуто метод маскування відмов у цифрових системах через застосування апаратно надлишкових структур. Запропоновано функціональну схему цифрової підсистеми автоматичного керування зі зворотним зв'язком на основі мажоритарної системи. Проведено порівняльний аналіз ймовірностей безвідмовної та безпечної роботи мажоритарної багатоканальної системи та одноканальної системи управління.

Постановка проблеми. Питання вдосконалення підсистем управління електромеханічними апаратами особливо актуальний для електровозів вітчизняного виробництва серій ДС-3 та 2ЕЛ-5, оскільки дозволяє: зменшувати кількість задіяних індивідуальних каналів передачі керуючих команд; замінити схемну логіку управління виконавчими програмними апаратами логікою, вдосконалити діагностичні функції. Короткочасних збоїв, що самоусуваються, підсистеми управління електричними апаратами може призвести до формування помилкової команди на виконавчий електроапарат [1]. У зв'язку з цим для мікроелектронних і мікропроцесорних систем на перший план виходять завдання безпеки, відмовостійкості та контролепридатності. Пропонується замінити схемно-логічні ланцюги з використанням електромеханічних блокувальних елементів на програмно-логічні функції із застосуванням цифрових каналів для передачі інформаційних та керуючих команд дозволить суттєво підвищити надійність та діагностичну інформативність підсистем управління апаратами та агрегатами, що визначають робочу функціональність («живучість») електровоза [2].

Основні матеріали дослідження. Запропоновано з метою підвищення надійності підсистеми управління електричними апаратами, що застосовується на

електровозах серії 2ЕЛ-5, замінити систему з використанням електромеханічних блокувальних елементів замінити на цифрову мажоритарну систему. При заміні принципів передачі сигналів керування через індивідуальні канали цифровою передачею даних через інтерфейс дозволить спроектувати систему управління з найвищими показниками безпеки та безвідмовності.

Виконані розрахунки ймовірностей безвідмовної роботи (рис.1) та співвідношень між безпекою та безвідмовністю (рис. 2) мажоритарної багатоканальної системи та одноканальної системи.

З погляду безвідмовності показники мажоритарної багатоканальної системи поступаються показниками одноканальної системи. Так, в області великих значень λt ймовірність безвідмовної роботи мажоритарної системи стає менше ймовірність безвідмовної роботи одноканальної системи (рис. 1).

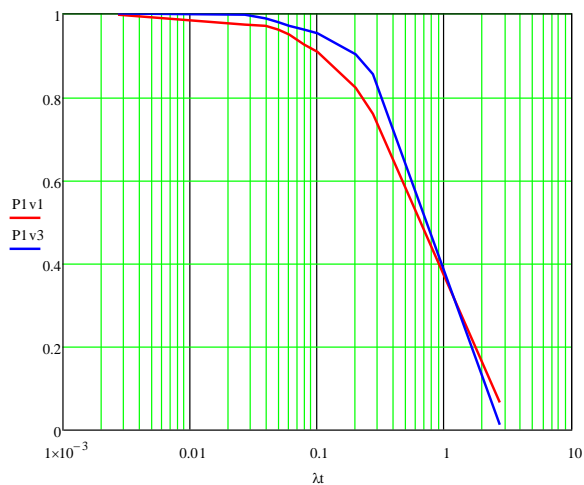


Рис. 1 – Ймовірності безвідмовної роботи мажоритарної багатоканальної (P1v1) та одноканальної системи (P2v3)

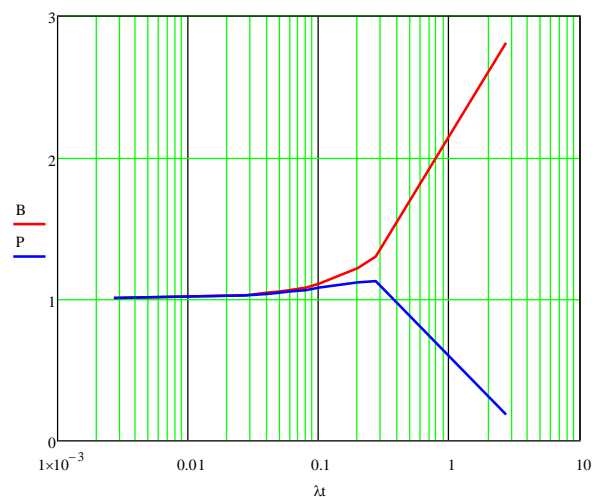


Рис. 2 – Співвідношення між безпекою та безвідмовністю багатоканальної мажоритарної (B) та одноканальної систем (P)

З погляду безпеки найкращі показники має мажоритарна багатоканальна система. З рис. 2 видно, що в області великих значень λt ймовірність безвідмовної роботи системи (B) в три рази перевищує величину (P), оскільки небезпечна відмова в ній відбувається при одночасній відмові всіх трьох каналів [1].

Висновки. Аналіз методів підвищення безпеки підсистеми управління електричними апаратами електровозів змінного струму показав, що показники безпеки підвищуються двома методами: маскуванню та виявленню відмов. Маскування відмов досягається за допомогою апаратно чи програмно надлишкових структур. Найбільш поширені структурно надлишкові системи мають мажоритарні системи.

Розрахунок ймовірностей безвідмовної роботи та співвідношень між

безпекою та безвідмовністю мажоритарної багатоканальної системи та одноканальної системи, що в області тривалої експлуатації більшу ймовірність безвідмовної роботи мають одноканальні системи, а відношення між безпекою та безвідмовністю - багатоканальні.

У відповідності до концепції безпеки, мікроелектронні системи управління необхідно проектувати таким чином, щоб поодинокі дефекти апаратних та програмних засобів не призводили до небезпечних відмов і виявлялися раніше, ніж у системі виникне другий дефект. В зв'язку з цим підвищення рівня безпеки допускається зниження інших показників надійності. Так як найкращі показники безпеки має багатоканальна мажоритарна система «2v3P», запропоновано застосувати її для модернізації існуючої на електровозі 2ЕЛ-5 підсистеми керування електричними апаратами.

Л і т е р а т у р а

1. Сапожников Вл. В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, В. В. Сапожников, В. И. Шаманов. М.: УМК МПС РФ, 2003. 262 с.

2. Опарина Е. В. Оптимизация системы управления электрическими аппаратами электровозов ЭП1, ЭП2К с помощью мультиплексных каналов / Е. В. Опарина, А. Я. Якушев // Изв. ПГУПС. 2013. № 2 (35). С. 192–200.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Гироль Д.В. – магістрант

Горобченко О.М. – д.т.н., проф., gorobchenko.o.m@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена постійно зростаючою часткою витрат на електроенергію та паливо-мастильні матеріалів в структурі собівартості перевезень на залізницях України.

Мета роботи: розробка і вдосконалення заходів енергозбереження при експлуатації локомотивів. Об'єкт дослідження: локомотиви та об'єкти інфраструктури. Предмет дослідження: заходи підвищення енергоефективності експлуатації локомотивів.

Необхідність зниження експлуатаційних витрат в залізничній галузі стає все більш актуальною. В локомотивному господарстві є резерви, які дозволяють економити дизельне паливо на тягу поїздів, зменшувати витрати на поточне утримання локомотивів. Необхідно ускорити впровадження ресурсозберігаючих

технологій - як на стадії проектування та виготовлення, так і при заводському ремонті локомотивів.

Значний ефект у зниженні витрат ПЕР на тягу поїздів дають правильне використання потужності локомотива, якісна організація теплотехнічної роботи, застосування технічно - обґрунтованих норм витрат палива, впровадження у технологію ремонту тепловозів автоматизованих систем діагностики для зменшення питомих витрат палива.

Вагоме значення має підвищення відповідальності на всіх рівнях робітників служби перевезень, посилення попиту за виконанням якісних показників використання локомотивного парку.

Технологічний процес роботи транспорту, як і інших галузей виробничої діяльності, неможливий без використання енергії. У зв'язку з наявністю дефіциту енергетичних ресурсів в країні, який обумовлений не тільки недостатнім багатством її надр вуглеводами, кризовими явищами в економіці і її нерациональною структурою, а також високим рівнем зношеності основних виробничих фондів, проблема енергозбереження на залізничному транспорті являється одною із самих гострих і першочергових.

Виконуючи майже половину загального об'єму перевізної роботи, виконуваної в країні всіма видами транспорту, залізничний транспорт споживає приблизно 15% енергоресурсів, що використовуються в цілому транспортом. А якщо розглядати витрати в країні всіх енергоресурсів, то приблизно 5% електроенергії і більше 10% дизельного палива витрачається для виконання залізничних перевезень.

Висновок. Сучасні методи нормування і оцінки витрат палива і електроенергії не можуть бути визнані достатньо точними, оскільки в повній мірі не враховують всіх різноманітних факторів, що впливають на економічність локомотивів, дуже рідко використовують високоточні засоби вимірювання і контролю, і рідко вимагають подальшого удосконалення.

Як показав аналіз зведених даних по найбільших локомотивних депо, науково обґрунтована і технічно досконала система нормування, обліку і контролю забезпечує зниження енерговитрат на 8-10 % порівняно із підприємствами, де даним питанням приділяється недостатньо уваги. Особливу актуальність ці дії мають при розгляді умов роботи тепловозного парку Укрзалізниці.

Л і т е р а т у р а

1. ЦТ-0043. Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116. Київ 2002.
2. Дробаха В.І. Шляхи зменшення витрат дизельного палива на тягу // Залізничний транспорт України. 2009. №1. С.28-30.

3. Головаш А.Н., Должиков С.Н., Тарута В.Ф. О рациональном использовании дизельного топлива // Локомотив. 2004. №4. С.22-23.
4. Тартаковский Э. Д. Пути повышения качества работы эргатической системы "машинист-локомотив" [Текст] / Э. Д. Тартаковский, А. Н. Горобченко, А. О. Антонович // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Северодонецьк: СХУ ім. В. Даля, 2017. Вип.233. С. 208 – 214.
5. Куанышев Б.М. Оценка эффективности повышения ресурса оборудования локомотивов // Сб. научн. тр. / МИИТ. 1998. Вып. 893: Научное решение актуальных задач транспорта. 11с.
6. Куанышев Б.М. Ремонт локомотивов с учётом реального состояния // Локомотив. 1998. №2. С. 34-35.
7. Горобченко О. М, Кривошея Ю. В., Матвієнко С. А. Аналітичне описання тягово-енергетичних характеристик тепловозу 2ТЭ116 // Збірник наукових праць ДонІЗТ, вип.22. Донецьк, 2010. С.132-142.

СПОСІБ ОЦІНКИ УТВОРЕННЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В СИЛОВИХ КОЛАХ ІНВЕРТОРА ЕЛЕКТРОВОЗА 2ЕЛ-5

Джура М.В. – магістрант

Гулак С.О. – к.т.н., доцент, sgoolak@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Анотація. Запропоновано спосіб підвищення працездатності випрямно-інверторних перетворювачів електровоза, реалізований на математичній моделі в програмному середовищі MATLAB. Спосіб заснований на аналізі тривалості комутації струму тиристорів плечей інвертора та швидкості наростання випрямленого струму в колі інвертора електровоза, в результаті чого виявляється і резервується тиристорне плече, що не прийняло струмове навантаження. Реалізація способу здійснюється за рахунок доопрацювання програмного забезпечення мікропроцесорної системи керування електровоза 2ЕЛ-5.

Постановка проблеми. Для збереження переваг, які дає рекуперативне гальмування на електрорухомому складі змінного струму, необхідна надійна робота випрямляючого інверторного перетворювача (ВІП). Аналіз характеру та причин відмов електричного обладнання електровозів показав, що основна частина виходів з ладу силової частини ВІПу відбувається через несправність електронних компонентів та збоїв у роботі системи управління перетворювачем. Більшість таких відмов призводить до пропуску імпульсів управління та виведення з ладу тиристорних плечей ВІПу, що спричиняє зриви режиму рекуперативного гальмування електровоза [1]. Різка втрата гальмівного ефекту електровоза та перехід на пневматичне гальмування призводять до утворення поздовжньо-динамічних зусиль у складі, які здатні спричинити сходження

рухомого складу з рейкової колії [2]. Відсутність резервного гальмування (електричного) у електровоза є неприпустимим як у пасажирському, і у вантажному русі. З метою вирішення цієї проблеми запропоновано спосіб підвищення працездатності ВППу електровоза в режимі рекуперативного гальмування та пристрій для його реалізації, які дозволяють виключити утворення струмів короткого замикання у силових ланцюгах електровозу, що виникають при відмові одного з тиристорних плечей ВППу. електровози, а також зберегти режим рекуперативного гальмування електровоза [3].

Основні матеріали дослідження. Для дослідження роботи ВППа в режимі рекуперативного гальмування за відсутності комутації одного з тиристорних плечей перетворювача в програмному середовищі MATLAB розроблено імітаційну модель ВППа, яку доповнено блоком пропуску сигналів управління. Даний блок дозволяє в необхідний момент часу імітувати пропуски сигналів керування, що подаються на тиристорні плечі ВППа, тим самим досліджувати вплив відмови тиристорного плеча ВППа на роботу електровоза в режимі рекуперативного гальмування.

В ході проведення експериментів на імітаційній моделі здійснювалися пропуски імпульсів управління на тиристорні плечі VS2 і VS7 при роботі ВППа на прикладі IV зони регулювання в режимі рекуперативного гальмування з різними значеннями струмів ТЕД електровоза [4]. При моделюванні була обрана IV зона регулювання напруги ВППа через протікання в силових ланцюгах електровоза максимального струму і максимальної напруги, що прикладається відповідно.

За результатами моделювання аварійних процесів інвертора електровоза при пропусках керуючих імпульсів на тиристорні плечі VS2 і VS7 були отримані значення струмів якорних обмоток ТЕД, тривалості комутації тиристорів плечей інвертора і швидкості наростання струму якорів генераторів у штатному та аварійному режимах роботи.

На підставі даних, отриманих у ході моделювання про тривалість комутації в аварійному та штатному режимах роботи, визначено залежності струму інвертора від тривалості комутації та залежності швидкості наростання струму інвертора від величини цього струму.

В результаті аналізу швидкостей наростання струмів інвертора електровоза встановлено, що при аварійній роботі перетворювача, викликаній відмовою тиристорного плеча VS2, відбувається різке збільшення значення сили струму інвертора до 125,91 А/мс, яке 4,5 разів перевищує значення при штатній роботі 28,01 А/мс. Однак при відмові тиристорного плеча VS7 відбувається збільшення значення сили струму, але з меншою інтенсивністю – 88,4 А/мс, що у 3,2 разу перевищує значення при штатній роботі 28,01 А/мс. Різницю між швидкостями наростання струму запропоновано використовувати як критерій для визначення

тиристорного плеча, що відмовив, тобто після визначення наявності відмови одного з плечей інвертора. Якщо швидкість наростання струму інвертора поточного напівперіоду перевищує швидкість наростання струму інвертора у попередньому напівперіоді у 3,5 рази і більше, це свідчить про те, що відмовило тиристорне плече у великому контурі комутації; якщо різниця швидкостей наростання менша ніж у 3,5 рази, то відмовило тиристорне плече що бере участь у малому контурі комутації.

Висновки. Запропонований спосіб оцінки утворення короткого замикання дозволить з достатньою точністю визначити момент пропуску імпульсу управління на тиристори плечей інвертора, тим самим передбачити утворення режиму короткого замикання силових ланцюгах електровоза.

Дане технічне рішення пропонується використовувати для виявлення тиристорних плечей інвертора електровоза, які не прийняли струмове навантаження для їх подальшого резервування, виключаючи режим короткого замикання і підтримуючи силові ланцюги електровоза в робочому стані.

Збереження працездатності електровоза в режимі рекуперативного гальмування значно підвищує безпеку руху поїздів, зберігає енергоефективність електровозів змінного струму, підвищує пропускну здатність тягових плечей при експлуатації тягового електрорухомого складу в цілому.

Л і т е р а т у р а

1. Мельниченко, О. В. Обеспечение работоспособности электровоза в режиме тяги при аварийных режимах выпрямительно-инверторного преобразователя [Текст] / О. В. Мельниченко / Иркутский гос. ун-т путей сообщения. Иркутск, 2014. 169 с
2. Потенциальные условия работы тиристорных в выпрямительно-инверторном преобразователе электровоза ВЛ80Р [Текст] / Б. Н. Тихменев, Ю. В. Басов и др. / Вестник ВНИИЖТа / ВНИИЖТ. М., 1984. С. 9 – 20.
3. Устинов, Р. И. Моделирование аварийных процессов выпрямительно-инверторных преобразователей электровоза при пропуске управляющих импульсов [Текст] / Р. И. Устинов, О. В. Мельниченко // Вестник Иркутского гос. техн. ун-та / Иркутский гос. техн. ун-т. Иркутск. 2018. № 3. С. 244 – 254.
4. Skarpetowski G., Schaer R., Medricky K. Patent DE 3601160-C2, 22.10.1987.

МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД НЕСИМЕТРИЧНОЇ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАПРУГ

Ємель'янов А.В. – магістрант, Yemelianov0353@gmail.com

Співак О.М. – к.т.н., доц., alexspi@ukr.net

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Аналіз умов експлуатації асинхронних тягових двигунів у складі тягових електроприводів електровозів показав, що їх живлення здійснюється від автономних інверторів напруги з несиметричною несинусоїдальною напругою. Встановлено, що в процесі експлуатації в асинхронному тяговому електродвигуні можуть виникнути дефекти, що викликають несиметричні режими статора електродвигуна. Запропоновано алгоритм врахування зміни величин взаємних індуктивностей фаз та повної індуктивності кола намагнічування від зміни геометричних розмірів обмотки, викликані тим чи іншим дефектом. Оптимальне керування електрорухомим складом залізниць неможливе без оптимального керування всіма його компонентами [1]. Експлуатація електрорухомого складу пов'язана з великим електроспоживанням, тому задача зменшення втрат в його системах, а найперше – у тяговому електроприводі, є актуальною [2].

На сучасному рухомому складі в якості тягових електродвигунів широке застосування знайшли асинхронні тягові електродвигуни (АТД). Це пов'язано з тим, що асинхронні тягові електродвигуни мають ряд переваг в порівнянні з колекторними тяговими електродвигунами: більшу потужність при тих же масогабаритних параметрах, простоту конструкції, більший коефіцієнт корисної дії [3].

Розробка математичної моделі асинхронного тягового електродвигуна з можливістю дослідження несиметричних режимів статора, врахуванням насичення магнітного кола та втрат у магнітопроводі забезпечить високу точність в розрахунках електродинамічних процесів в електродвигуні. Така модель дасть можливість з високою точністю визначати енергетичні показники як самого тягового електродвигуна, так і тягового приводу електровозу. Це свідчить про те, що тематика досліджень, присвячених моделюванню роботи асинхронного тягового двигуна, є актуальною.

Мета роботи. З метою визначення шляхів зменшення втрат в тяговому електроприводі слід дослідити електродинамічні процеси в його компонентах. Дослідження електродинамічних процесів в тяговому електроприводі електрорухомого складу вимагає розробки його імітаційної моделі, яка дозволяє

визначати з високою точністю ті чи інші його параметри [4].

Основні матеріали дослідження. З метою використання моделі при несиметричних режимах системи живлення доопрацьовано базову модель асинхронного двигуна в трифазних координатах. Це необхідно для уникнення розкладання системи вхідних напруг на нульову, зворотну та пряму послідовності та реалізації додаткових блоків. Електрична частина пропонованої моделі виконана на електричних елементах, всі інші – у вигляді структурних схем. Виконане імітаційне моделювання в програмному середовищі MATLAB асинхронного двигуна з врахування втрат в сталі та насичення магнітопроводу.

Для дослідження роботи асинхронного двигуна в умовах несиметрії обмотки доопрацьовано алгоритм врахування зміни взаємних індуктивностей фаз та головної індуктивності при зміні геометричних розмірів обмоток від зміни комплексного опору однієї або декількох обмоток і наведений в дослідженні [5]. Доповнено базову модель блоком обчислення взаємних індуктивностей, як функцій геометричних розмірів обмоток двигуна.

Виконане імітаційне моделювання в програмному середовищі MATLAB асинхронного двигуна з несиметричними обмотками статора та порівняно характер змін контрольованих параметрів з аналогічними параметрами, знятими на моделі для неушкодженого двигуна.

Висновки. Перевірка моделі на адекватність показала високу збіжність результатів моделювання з технічними даними двигуна. Похибки вимірювання швидкості обертання валу двигуна, електромагнітного моменту та фазних струмів статора неушкодженого двигуна у сталому режимі в порівнянні з паспортними даними електродвигуна склали 0,21 %, 0 %, 4,67 % відповідно.

Виконане моделювання в програмному середовищі MATLAB асинхронного двигуна з несиметричними обмотками статора. На імітаційній моделі отримані часові діаграми статорних та роторних струмів, електромагнітного моменту та швидкості обертання валу двигуна. Порівняння цих характеристик з аналогічними характеристиками, отриманими для неушкодженого двигуна показало, що характер їх змін не суперечать даним, наведеним в роботах, присвячених дослідженню міжвиткового замикання обмоток статора асинхронного двигуна.

Л і т е р а т у р а

1. Babyak M. O., Neduzha L. O., Keršys R. Improving the dependability evaluation technique of a transport vehicle //Transport Means 2020: Proc. of the 24th Intern. Sci. Conf. Kaunas, Lithuania. 2020. Pt. II. Pp. 646–651.

2. Goolak S. et al.. Improvement of the model of power losses in the pulsed current traction motor in an electric locomotive /S. Goolak, S. Saprionova, V. Tkachenko, I. Riabov,

Y. Batrak [Текст]// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 6(5). 108. Pp. 39-46.

3. Vlas' Evskii S. V., Malysheva O. A., Marinich L. P. Estimation of the Realization of Traction Force on the Adhesion of AC Electric Locomotives with an Asynchronous and Collector Drives [online]//In 2019 International Science and Technology Conference" EastConf". 2019. Pp. 1-3.

4. Kolpakhchyan P., Zarifian A., Andruschenko A. Systems approach to the analysis of electromechanical processes in the asynchronous traction drive of an electric locomotive //In Rail Transport—Systems Approach, Springer, Cham. 2017. Pp. 67-134.

5. Goolak S. et al. Determination of Parameters of Asynchronous Electric Machines with Asymmetrical Windings of Electric Locomotives [Text]/S. Goolak, J. Gerlici, S. Sapronova, V. Tkachenko, T. Lack, K. Kravchenko // Communications-Scientific letters of the University of Zilina. 2019. Vol. 21. - Iss. 2. Pp. 24-31.

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ СТУПЕНЕВИМИ МАРШРУТАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

Кравченко М.А. – аспірант, m.kravchenkourf@gmail.com

Прохорченко А.В. – д.т.н., професор, prokhorchenko@kart.edu.ua

Український державний університет залізничного транспорту

Актуальність дослідження зумовлена тим, що технологія перевезень вагонних і групових відправок на залізничній мережі України є достатньо витратною та значно програє у швидкості доставки вантажів автомобільному транспорту. Відсутнє узгоджене планування навантаження на полігонах мережі, що призводить до руху крупних груп вагонів на загальних умовах перевезень, які передбачають проходження переформувань на сортувальних станціях. Це спричиняє високий рівень невизначеності часу знаходження вагонів в накопиченні та значно впливає на загальну тривалість руху вагонів до місця призначення. Одним із напрямків удосконалення технології перевезень вагонних і групових відправок є створення технології організації вагонопотоків у ступеневі маршрути за принципом райдшерингу [1, 2].

Для досягнення поставленої мети в роботі проведено аналіз переваг та недоліків технології перевезень ступеневими маршрутами на залізничній мережі України. Виявлені наступні переваги і перспективи застосування ступеневих маршрутів:

- зменшення експлуатаційних витрат у порівнянні із звичайними вагонними відправками (зменшення кількості переформувань вагонів на шляху прямування);
- оптимізація використання магістральних локомотивів;
- надання гнучкості системі перевезень для консолідації більшої кількості різних видів вантажів в межах прийнятої стратегії маршрутизації перевезень

(можливим є об'єднання різних видів вантажів);

- для прискорення слідування вагонопотоків немає обмежень щодо об'єднання груп вагонів в складі ступеневих маршрутів різних власників, зокрема філії ЦТЛ АТ “Укрзалізниця” з різними вантажами, що не заборонено перевозити в складі одного поїзда;

- створення моніторингової системи в межах середовища АС МЕСПЛАН для можливості знаходження крупних груп вагонів у яких співпадають напрямки руху для взаємообміну групами на шляху слідування для утворення системи руху групових поїздів за досвідом DB Cargo.

Крім того, встановлені проблеми застосування ступеневої маршрутизації з власних вагонів:

- відсутність можливості внесення заявки у маршрутний план перевезень системи АС МЕСПЛАН для можливості планування в межах інтегрованої системи перевезень АТ “Укрзалізниця”;

- необхідність розробки і узгодження плану організації з чітко визначеними часовими параметрами навантаження, синхронізації з'єднання груп на опорній станції та часу підведення магістрального локомотива (план повинен бути доведений до всіх причетних працівників - відправників та перевізника на станціях, диспетчера, Департаменту управління рухом (ЦД) АТ “Укрзалізниця”;

- відсутність внесення до Плану формування поїздів відповідних регіональних філій регулярних місць утворення ступеневих маршрутів для стабільного забезпечення тяговим рухомим складом;

- виділення для зернових ступеневих маршрутів наскрізної нумерації, що дозволить їх ідентифікувати як спеціальні вантажні поїзди (за прикладом рудних, вугільних, наливних та контейнерних поїздів). Це дозволить підвищити рівень контролю за їх слідуванням та спростить аналіз.

Висновок. На основі проведеного аналізу запропоновано сформулювати вимоги до удосконалення технології перевезень ступеневими маршрутами на основі застосування принципів райдшерингу – (англ. ride - поїздка, share - ділитися) – спільне використання транспортного засобу за допомогою сервісів з пошуку попутників на основі концепції економіки спільного користування. Даний підхід дозволить створити систему перевезень, що орієнтована на попит: клієнти об'єднуються з урахуванням узгодження часу і місць навантаження.

Л і т е р а т у р а

1. Заглядимов Д. П., Петров А.П., Сергеев Е.С. Организация движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов. 4-е изд. М.: Транспорт, 1964. 543 с.

2. Małecka, A., Mitreğa, M. Factors Affecting Participation in “Ride Sharing” (Shared Travels) the Research of “BlaBlaCar” Users. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. 2015. Vol. 12. Pp.153-164.

КАПСУЛЬНИЙ ВАГОН ТА ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ

Могилко В.І. – аспірант, mogylko1520mm@gmail.com

Ткаченко В.П. – д.т.н., проф., v.p.tkachenko.detut@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Нещодавно АТ «Укрзалізниця» представила макет першого капсульного вагона, що був представлений на присвяченій для цього міні-виставці. В залежності від відгуків в найближчому майбутньому буде прийматись рішення про серійне виробництво вагонів даного виду.

Актуальність даного дослідження зумовлена процесом заміни застарілого рухомого складу новим, зробленим в ході сучасних тенденцій та ідей вагонобудування. Нагадаємо, що наявність застарілого рухомого складу є основною проблемою АТ «Укрзалізниця». І зокрема капсульні вагони (або вагони капсульного типу) покликані стати гідною заміною застарілих пасажирських плацкартних вагонів.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу проєкту вагона капсульного типу АТ «Укрзалізниця», макет якого був представлений, а також можливість його серійного виробництва українськими вагонобудівними підприємствами.

Назва «капсульний» зумовлена формою пасажирських місць у вигляді своєрідних капсул, що розміщені паралельно проходу. Кожна капсула представленого макету капсульного вагона має свій стіл, панель управління освітлення з нічним підсвічуванням, індивідуальним світильником, розеткою з роз’ємом USB. До того ж за допомогою спеціальних фіранок пасажир може закритись у власній капсулі. Загалом у вагоні передбачено 52 місця збільшених розмірів (довжина – 1920 мм, ширина – 710 мм) (*рис. 1*) [1].

Капсульні вагони у світі не є новинкою і зазвичай за конструкцією та розміщенням пасажирських місць є однотипними. Їх вже використовують на залізницях Японії та Китаю, а в Росії – йде підготовка до їх серійного виробництва.



Рис. 1 – Вид зсередини представленого макету капсульного вагона

Таке розташування пасажирських місць викликає брак місця для розміщення багажу. Саме з цією метою зазвичай виділяють місце для спеціальної кімнати, де є полки для розміщення багажу, спеціальні турнікети для фіксації велосипедів і т.д., як це виконано у китайському та російському капсульних вагонах, інтер'єр, планування та загальний вигляд зсередини яких нагадує наш український прототип (рис. 2). Робимо логічне припущення, що конструктори мали за зразок саме ці закордонні вагони.

Очевидно, що даний варіант капсульного вагона не є остаточним і буде дороблюватись. Серед недоліків можна виділити недостатнє освітлення нижніх полок, відсутність гачків для одягу. Також викликають запитання вікна, які не допускають аварійного виходу з вагона, що суперечить загальним нормам безпеки [3].

Враховуючи абсолютну однаковість загальної конструкції капсульних та плацкартних вагонів у загальному випадку виробництво вагонів даного типу в умовах українських вагонобудівних заводів є цілком реальним. Єдина відмінність полягає в розміщенні пасажирських місць та їх кількості відповідно.

На завершення слід додати, що деякі елементи з капсульних вагонів успішно застосовані і на звичайних плацкартних вагонах, зокрема і українських.

Разом з макетом капсульного вагону АТ «Укрзалізниця» представила оновлений плацкартний вагон, у якому з'явилися перейняті шторки [2].



Рис. 2 – Видяд всередині китайського капсульного вагона

Висновки. В ході власного дослідження оглядово проаналізовано новий макет капсульного вагона АТ «Укрзалізниця», покликаною стати можливою заміною звичайних плацкартних вагонів. На думку автора, виробництво капсульних вагонів в Україні є абсолютно реальним та повністю виправданим.

Література

1. "Укрзалізниця" показала, яким буде капсульний плацкартний вагон (фото) [Онлайновий] // Главком. 11 Новабря 2021 р. - <https://glavcom.ua/ru/news/ukrzaliznycya-rokazala-kakim-budet-kapsulnyy-plackartnyy-vagon-foto-798231.html>.
2. "Укрзалізниця" презентувала обновленне плацкартне вагони: уединиться можно за шторкой, под столом – традиционная открывашка для пива [Онлайновий] // Думская. 27 Августа 2021 р. - <https://dumskaya.net/news/ukrzaliznitcya-prezentovala-kapsulnye-vagony-pas-150150/>.
3. Капсульный вагон / Евроколя во Львов / Паровозные туры. Железные магистрали, 2021.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ СКЛАДОВИХ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВАГОНА-ХОПЕРА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА

Поляруш В.М. – магістрант, tesar52181@gmail.com

Ловська А.О. – д.т.н., доцент, alyonalovskaya.vagons@gmail.com

Український державний університет залізничного транспорту

Фомін О.В. – д.т.н., проф., fomin1985@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Плідне функціонування транспортної галузі зумовлює необхідність впровадження в експлуатацію сучасних транспортних засобів. Оскільки основний сегмент перевізного процесу відводиться залізничному транспорту, то до створення сучасних конструкцій вагонів повинні перед'являтися особливі вимоги. Зокрема це стосується їх несучих конструкцій [1, 2].

Одним з найбільш поширених типів вагонів, який використовується для перевезення зернових вантажів є вагон-хопер. Важливо сказати, що даний тип вагону зазнає дії значної навантаженості в умовах експлуатації, що зумовлює його пошкодження та необхідність здійснення позапланових видів ремонту.

Метою роботи є визначення міцності складових несучої конструкції вагона-хопера для перевезення зерна та створення заходів щодо його удосконалення.

Для визначення полів розподілення напружень в несучій конструкції вагона-хопера проведено розрахунок на міцність за методом скінчених елементів [3]. Встановлено, що в середніх балках рами виникають напруження, які складають близько 256 МПа. Циклічність їх дії зумовлює пошкодження середніх балок. У зв'язку з цим пропонується проведення їх удосконалення. У типовій конструкції вагона-хопера середні балки складаються з вертикального листа, товщиною 6 мм та нижнього похилого, товщиною 8 мм.

З метою їх посилення передбачається встановлення підсилюючих косинок (рис. 1). Товщина косинок прийнята рівною товщині вертикального листа. З урахуванням запропонованого удосконалення збільшується момент опору перерізу середньої балки рами на 18% у порівнянні з типовою конструкцією.

Запроповану модернізацію можливо робити в умовах вагоноремонтних підприємств при здійсненні ремонту вагонів або технічного обслуговування з відчепленням.

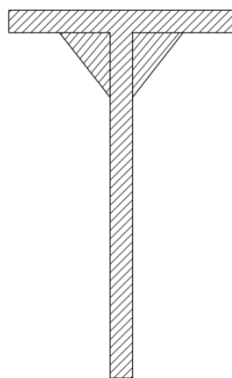


Рис. 1 – Переріз середньої балки рами з косинками

Для обґрунтування запропонованого удосконалення проведено розрахунок на міцність середньої балки. Проведені розрахунки показали, що максимальні еквівалентні напруження складають 234,5 МПа, що на 8% нижче ніж у типовій конструкції.

Висновок. З урахуванням запропонованого удосконалення стає можливим покращення показників міцності середньої балки рами вагона-хопера, а відповідно і зменшення витрат на проведення позапланових видів ремонту вагонів.

Л і т е р а т у р а

1. Fomin O. Substantiating the optimization of the loadbearing structure of a hopper car for transporting pellets and hot agglomerate / O. Fomin, A. Lovska, I. Skliarenko, Y. Klochkov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. Vol. 1/7(103). Pp. 65–74. doi 10.15587/1729-4061.2020.193408

2. Fomin Oleksij. Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource / Oleksij Fomin, Alyona Lovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. Vol. 6, Issue 7 (108). Pp. 21 – 29. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217162

3. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks 2006 – 2007. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский. М: ДМК, 2007. 784 с. ил. (Серия “Проектирование”).

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАПОВНЮВАЧІВ В СКЛАДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Осадчий Є.В. – магістрант, jeka.verbnyy@gmail.com
Ловська А.О. – д.т.н., доцент, alyonalovskaya.vagons@gmail.com
Український державний університет залізничного транспорту
Фомін О.В. – д.т.н., проф., fomin1985@ukr.net
Київський інститут залізничного транспорту
Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Забезпечення безперебійної роботи транспортної галузі можливе при надійній та злагодженій експлуатації окремих її складових. Відомо, що однією з найбільш важливих серед таких складових є залізничний транспорт. На сьогоднішній день забезпечення лідерських позицій залізничної галузі вимагає використання інноваційного рухомого складу.

Найбільш поширеним типом вагону у експлуатації є напіввагон. Статистичні дані щодо пошкоджень напіввагонів за останні роки дозволяють зробити висновок, що одним з найбільш пошкоджуваних вузлів є несуча конструкція. При цьому найбільш пошкоджуваною складовою несучої конструкції є шворневі балки (рис. 1). Тому для забезпечення ефективності експлуатації напіввагонів виникає необхідність проведення досліджень щодо покращення показників їх міцності та експлуатаційної надійності.

Метою роботи є наукове обґрунтування використання наповнювачів в складових конструкцій вантажних вагонів. Це сприятиме забезпеченню їх міцності, а відповідно і скороченню витрат на утримання в експлуатації.

Для покращення показників міцності складових несучої конструкції напіввагону запропоновано впровадження в них наповнювачів [1 – 3]. Розрахунок проведений стосовно шворневої балки напіввагона, як одного з найбільш навантажених вузлів рами. Розміщення наповнювача пропонується здійснювати в зонах взаємодії шворневої балки з хребтовою, тобто до підсилюючої діафрагми. Дане рішення запропоновано на рівні концепту.



а)



б)

Рис. 1 – Пошкодження шворневих балок в експлуатації

а) в зоні взаємодії вертикального листа шворневої балки з хребтовою; б) в зоні взаємодії вертикального листа Z-го профіля хребтової балки та двотавра

Для визначення показників міцності шворневої балки з урахуванням запропонованого рішення проведено розрахунок за методом скінчених елементів. При цьому використано програмний комплекс SolidWorks Simulation [4]. В якості прототипу обрано напіввагон моделі 12-757 побудови ПАТ “КВБЗ”. Результати проведених розрахунків показали, що з урахуванням запропонованого удосконалення стає можливим покращити показники міцності шворневої балки на 7% у порівнянні з типовою конструкцією.

Висновок. Проведені дослідження сприятимуть покращенню міцності несучих конструкцій напіввагонів в експлуатації, зменшенню витрат на їх утримання та створенню напрацювань щодо проектування інноваційних конструкцій вагонів.

Л і т е р а т у р а

1. Ловська А. О. Визначення динамічної навантаженості напіввагона з замкненою хребтовою балкою, заповненою наповнювачем / А. О. Ловська, О. В. Фомін, А. В. Рибін, Г. О. Лебідь // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2021. Том 32 (71). № 4. С. 255 – 259.

2. Фомін О. В. Дослідження повздовжньої навантаженості вагона-платформи з наповнювачем в несучій конструкції / О. В. Фомін, А. О. Ловська, А. В. Рибін // Наукові вісті Далівського університету, 2021. №21. doi: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-17>.

3. Ловська А. О. Дослідження динамічної навантаженості несучої конструкції піввагона з пружно-в'язким наповнювачем у хребтовій балці / А. О. Ловська, О. В. Фомін, А. В. Рибін // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2021. № 3 (93). С. 59 – 66. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2021/242038>.

4. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks 2006 – 2007. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский. М.: ДМК, 2007. 784 с. ил. (Серия “Проектирование”).

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ З КОЛЕКТОРНИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ

Лукашук М.М. – магістрант, lukasukm64@gmail.com

Співак О.М. – к.т.н., доц., alexspi@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. На залізницях України існує проблема критичного стану електрорухомого складу, термін служби 70 % якого складає 30 років та більше. Для рішення проблеми тягового забезпечення підприємств на

Укрзалізниця виконують модернізацію деталей і вузлів електрорухомого складу для продовження їх терміну служби до 15–20 років. На Укрзалізниці експлуатуються цілий ряд вантажних електровозів змінного струму (ВЛ80Т, ВЛ80К, ВЛ80Р, ВЛ85 та ін.). Витрати електроенергії на тягу поїздів у даних електровозів чималі, що є наслідком невисоких їх енергетичних показників. Як відомо, рух вантажних поїздів на мережі залізниць здійснюється на досить низьких швидкостях (в діапазоні 40-70 км / год) через наявність на ряді ділянок складного профілю колії з великою кількістю підйомів і кривих. Для обліку цих умов вантажному електровозу необхідно мати м'які тягові характеристики, якими володіють тільки колекторні тягові двигуни постійного струму з послідовним збудженням, у яких сила тяги змінюється в квадратичній залежності від струму якоря в більшій частині діапазону регулювання швидкості, у цих локомотивів визначальним є параметр сили тяги, а не швидкості руху.

Сукупність енергетичних недоліків електрорухомого складу і тягового електропостачання обумовлює порівняно низький коефіцієнт потужності електрифікованих залізниць змінного струму (приблизно 0,7), при цьому за сучасними світовими нормами високим вважається коефіцієнт потужності не нижче 0,95. В зв'язку з цим дослідження з метою підвищення енергоефективності експлуатації зазначених електровозів є своєчасним і актуальним [1, с.30].

Метою роботи є підвищення коефіцієнта потужності в електровозах змінного струму з колекторними тяговими двигунами заміною силових випрямних установок активними чотириквADRантними перетворювачами на IGBT-транзисторах з широтно-імпульсним законом регулювання.

У цих перетворювачах за допомогою нового алгоритму управління його транзисторними плечима і нової системи управління були досягнуті високі енергетичні показники. Нова елементна база дозволяє перейти до індивідуального живлення кожного двигуна від окремого перетворювача. Це дозволить вирішити питання розподілу струму по тяговим двигунам, повісне регулювання сили тяги і гальмування без втрати зчеплення.

На рис.1 зображена мостова схема активного тягового перетворювача на IGBT-транзисторах, що працює в режимі випрямлення і яка пояснює електромагнітні процеси, що відбуваються в силовому тяговому приводі електрорухомого складу з колекторними тяговими двигунами [2, с.17].

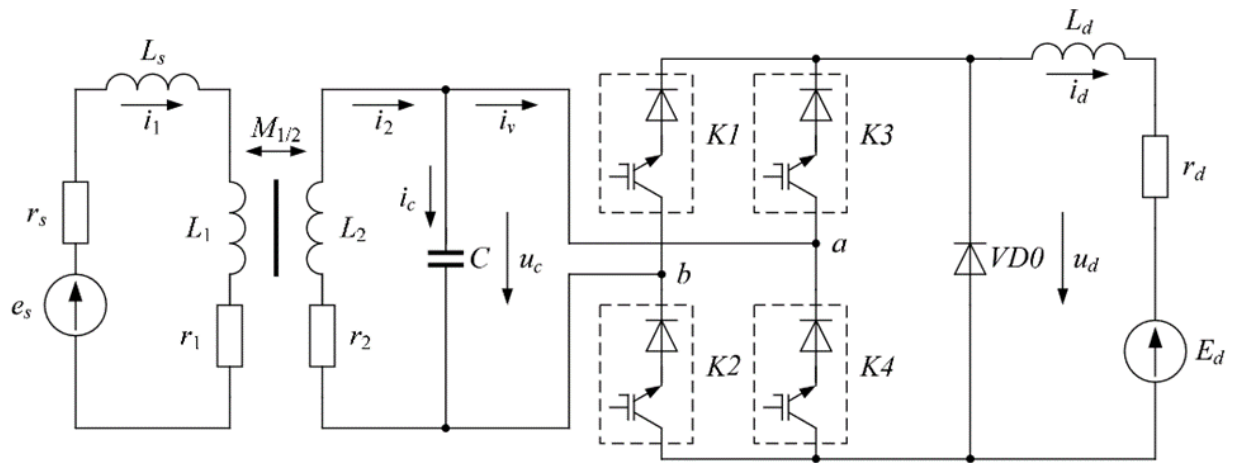


Рис. 1 – Схема активного тягового перетворювача в режимі випрямлення

Активний тяговий перетворювач побудований на керованих ключах К1–К5, що складаються з послідовно ввімкнених IGBT-транзистора і діода.

Перетворювач може працювати як у випрямному, так і в інверторному режимі. На рис.2 показані залежності струмів і напруг, що пояснюють роботу активного тягового перетворювача в режимі випрямлення (перетворювач працює в режимі широтно-імпульсної модуляції) [2, с.19].

Висновок. Аналітичні та експериментальні дослідження показали, що при широтно-імпульсній модуляції коефіцієнт потужності K_P активного тягового перетворювача складає 0,83...0,99, що підтверджує доцільність використання АТП на електрорухомому складі залізниць з колекторними тяговими двигунами.

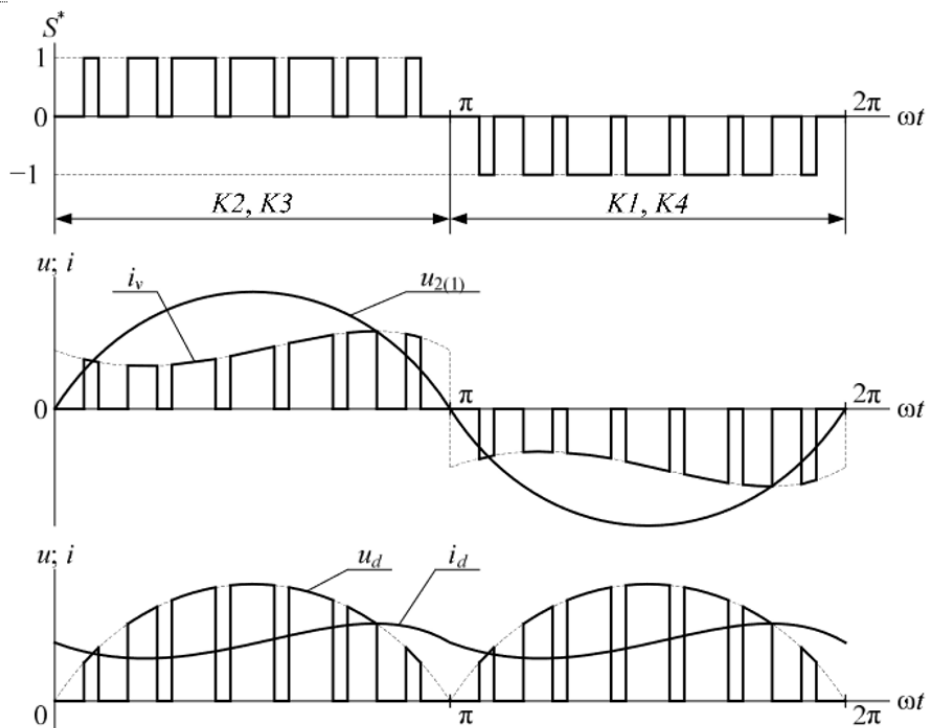


Рис.2 – Графіки роботи АТП (u_c, i_v – вхідні напруга та струм АТП; u_d, i_d – випрямлені напруга та струм)

Л і т е р а т у р а

1. Безрученко В.Н., Гилевич О.И., Муха А.Н., Шаповалов А.В. О возможности модернизации электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми двигателем // Вісник ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна. 2007. Вип. 14. С. 30-34.

2. Краснов О.О., Ягуп В.Г., Божко В.В. Активний тяговий перетворювач з широтно-імпульсною модуляцією для електровоза змінного струму з колекторними тяговими двигунами // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2018. № 4. С. 11-20.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ

Михайлович А.М. – магістрант, annamaksimovna055@gmail.com

Арсененко Д.В. – к.т.н., ст.викл., tsl@kart.edu.ua

Ломотько Д.В. – д.т.н., проф., tsl@kart.edu.ua

Український державний університет залізничного транспорту

Актуальність дослідження зумовлена тим, що одним з основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту є удосконалення існуючих та створення нових раціональних технологій роботи залізничних під'їзних колій з використанням логістики. Це потребує сучасних підходів щодо вибору оптимальної технології роботи станцій з метою можливого скорочення експлуатаційних витрат.

Мету роботи пов'язано з тим, що на залізничному транспорті більше 90% вантажних операцій виконується на під'їзних коліях. При цьому використання логістичних принципів функціонування АТ Укрзалізниці безпосередньо пов'язано зі створенням логістичних систем на окремих залізничних станціях. Тому підвищення якості обслуговування підприємств є важливим питанням раціоналізації та оптимізації процесу функціонування залізничних під'їзних колій [1, 2]. Це підтверджується тим, що вирішення даних завдань необхідно здійснювати із найбільш масовими для залізниць вантажами, зокрема, зерновими, частка яких у загальному обсязі перевезень сягає 45%.

Основний матеріал. Стан транспортних перевезень потребує збільшення уваги до використання логістичних технологій в перевізному процесі. В сучасних умовах збільшуються вимоги до строків та якості доставки вантажів, зменшення простоїв під вантажними операціями, зменшення витрат на транспортно – складські операції. Для виконання цих задач на залізницях України створюються логістичні центри – на базах залізниць, дирекцій, тощо. В умовах зростання конкуренції на ринку транспортних послуг необхідно збільшити якість обслуговування клієнтів на під'їзних коліях [1]. Використання сучасних логістичних технологій доставки вантажів "від дверей до дверей" і "точно в строк"

з високою швидкістю є запорукою високого рівня конкурентоспроможності [2, 4].

Гнучка логістична технологія роботи залізничних станцій на місцях незагального користування повинна враховувати термін доставки вантажу, рівень його схоронності, зручність та своєчасність виконання усіх операцій у процесі транспортування в умовах зменшення не тільки власних витрат, але і витрат клієнтури. Ефективність роботи у даному випадку доведено режимною технологією використання диспетчерського локомотиву - своєчасний довіз вагонів по вантажним пунктам та розставляння на фронти навантаження - в нічний час, а під вивантаження - в денний час.

Використання логістичних технологій слід розглядати на окремому прикладі залізничної станції. Об'єктом дослідження обрано станцію 4 класу, до якої примикає три під'їзних колії, що мають значні обсяги роботи із зерновими вантажами:

- ПАТ «Державна продовольчо – зернова корпорація» – навантаження здійснюється в зерновозах в обсязі 2300 вагонів за рік. Розгорнута довжина становить 1838,77 м. Подача та забирання вагонів проводиться локомотивом залізниці, а розставляння по вантажним фронтам та для зважування - локомотивом підприємства на вагах підприємства.

- ТОВ «Агропромислова компанія» - вивантаження піввагонів з вугіллям - 73 вагони за рік, та вивантаження на піввагонів з вапном - 243 вагони за рік. Розгорнута довжина становить 6814,96 м. Подача та забирання вагонів проводиться локомотивом залізниці.

- ТОВ «Зерновий елеватор» - навантаження здійснюється в зерновозах в обсязі 917 вагонів за рік. Згідно договору на експлуатацію під'їзна колія є контрагентом ТОВ «Агропромислова компанія».

Всі підприємства, що примикають до дослідної залізничної станції, мають сезонний характер робіт. Це спричиняє певні труднощі при плануванні вантажної роботи станції та негативно відбивається на використанні основних засобів залізниці. Використання саме логістичних технологій дозволить вирішити питання раціоналізації і оптимізації процесу взаємодії залізничної станції з вище переліченими підприємствами.

Однією з основних для покращення роботи станції є прикладна проблема, що пов'язана з відсутністю порожніх зерновозів. Запропоновано удосконалювати систему інформаційного супроводження перевезень з метою точного визначення дислокації порожніх вагонів інвентарного парку або «власних». Раціональним ринковим підходом до використання дефіцитного рухомого складу постає навантаження на дату, узгоджену зі станцією та елеватором у єдиному інформаційному середовищі. При цьому можливе застосування штрафів за збільшення простоїв та певних знижок за зменшення часу знаходження під

навантаженням. Перспективними інтермодальними технологіями в умовах станції є навантаження зерна у великотоннажні контейнери. Досвід їх використання на станції показав можливість зменшення часу знаходження вагонів під вантажними операціями та відсутність перевантаження зерна у пункті призначення.

Відповідно до [3, 4] технологія роботи ПАТ Укрзалізниця повинна повністю забезпечити інтереси вантажовласників, у тому числі – за рахунок покращення транспортного обслуговування на під'їзних коліях при безумовному виконанні принципів раціонального використання вагонів, скорочення термінів доставки та підвищення збереження вантажів. Встановлено, що експлуатаційні витрати залізничних підрозділів зменшуються в першу чергу за рахунок скорочення амортизаційних відрахувань, фонду заробітної плати робітників, виконуючих маневрові, та комерційні операції, сплати за землю, яку займає колія, та витрат на поточне утримання під'їзної колії. З іншого боку, для малодіяльного за обсягами підприємства важливим є обґрунтування доцільності отримання в оренду під'їзної колії або відмови від її експлуатації та переключення її вантажопотоку на місця загального користування. В останньому випадку виконання заводу-вивозу вантажів здійснюється автотранспортом.

Висновок. Відповідно до вищенаведеного запропоновано оптимізувати режим роботи вантажних фронтів та оцінити можливість отримання додаткового скорочення експлуатаційних витрат на станції та під'їзних коліях. Впровадження логістичних технологій дозволяє зменшити непродуктивний простій вагонів на під'їзних коліях, за рахунок чого оптимізуються річні експлуатаційні витрати, покращуються показники використання рухомого складу та якість обслуговування під'їзних колій.

Л і т е р а т у р а

1. Панченко С.В. та ін. Тенденції розвитку технологій управління вагоно- і поїздопотоками в міжнародному сполученні територією України. Монографія [Текст] / С.В. Панченко, О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько та ін. Х.: УкрДУЗТ, 2016. 248 с.
2. Ломотько Д.В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» [Текст] / Д.В. Ломотько. Х.: УкрДАЗТ, 2008. 39 с.
3. Офіційний веб-сайт Укрзалізниці [Ел.ресурс] / Режим доступу <http://uz.gov.ua/?lnd=uk>.
4. Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2015. Т. 6. №. 3 (78). С. 11–17. – Access Mode: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>

АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Наконечний А.П. – магістрант

Гулак С.О. – к.т.н., доцент, sgoolak@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Анотація. Представлено огляд кроків, необхідних для вирішення задачі проектування електроприводів для електропоїздів метрополітену. Задача проектування вирішується як оптимізаційна задача з декількома цілями, які залежать від різних обмежень, що регулюються фізичними характеристиками та обмеженнями матеріалів і конкретних деталей, які використовуються для виготовлення електродвигунів і перетворювачів, міжнародними стандартами, специфічними вимогами до динаміки транспортного засобу, наявним простором, і вартістю. Компоненти приводу оптимізовані шляхом моделювання їх взаємодії в системі приводу. Принцип ілюструється на прикладі багатоцільової оптимізації за критерієм Парето електропоїзду метрополітену.

Постановка проблеми. Електричний тяговий привід в сучасному електропоїзді – це складна система, яка дуже ретельно проаналізована та оптимально складається з компонентів, які взаємодіють синергічно. Для досягнення оптимальної продуктивності приводу важливо зробити конструкцію основних компонентів приводу (електродвигун, перетворювач живлення, тяговий трансформатор і систему керування приводом) невіддільною від конструкції всієї системи приводу [1]. В цьому підході необхідно на стадії проектування досить детально змоделювати необхідні цикли руху транспортного засобу і змоделювати систему електроприводу та її компоненти, щоб знайти рішення, яке забезпечить необхідну продуктивність. Визначені таким чином параметри та характеристики компонентів електроприводу можуть бути використані як обмеження для конструкції компоненту [2]. Це ітеративний процес, який може мати конкретні цілі оптимізації продуктивності електропоїзду з точки зору початкової вартості обладнання, споживання енергії під час експлуатації або вартості життєвого циклу транспортного засобу. Життєвий цикл транспортного засобу дуже часто є обраним за критерієм економічної ефективності, оскільки він включає початкову вартість, споживання енергії протягом періоду експлуатації та вартість обслуговування [3].

Основні матеріали дослідження. Проілюстровано основні аспекти оптимізованого проектування тягових електроприводів електропоїздів метрополітену. Обґрунтовано основні кроки в цьому процесі, які включають моделювання динаміки транспортного засобу, врахування розмірів двигуна і

силового перетворювача і номінальних параметрів, визначення задач оптимізації (цільові функції, змінні, обмеження), вибір методу оптимізації та інтерпретації кінцевих результатів.

Оптимізація тягового приводу за своєю природою є змішаним цілочисельним типом нелінійного програмування багатоцільової задачі проектування. Основними конкуруючими цілями є розмір (і, отже, вартість) компонентів приводу (двигуна та інвертора) та загальне споживання енергії в попередньо визначеному циклі руху. Мінімізація обох не може бути досягнута одночасно, тому багатоцільова оптимізація дає уявлення про компроміси між цими двома цілями, щоб полегшити остаточний вибір конструкції тягового електроприводу.

Одним із методів вибору оптимального рішення може бути обчислення загальної вартості життєвого циклу транспортного засобу шляхом додавання початкової вартості приводу та вартості споживання енергії протягом терміну служби транспортного засобу. Процес оптимізації вимагає обчислювально ефективних і точних моделей компонентів приводу.

Наведено два приклади таких моделей: модель асинхронного тягового двигуна на основі відображених значень індуктивності, поточкових зв'язків і втрат в осерді та модель трирівневого інвертора. Описаний принцип оптимізації тягового приводу електропоїздів метрополітену проілюстрований на прикладі багатоцільової оптимізації за критерієм Парето з використанням змішаної цілочисельної оптимізації розподілених рейкових колій [4].

Висновки. В результаті проведеного аналізу щодо оптимізації методів оптимізації параметрів тягового приводу електропоїздів метрополітену, встановлено, що поставлена задача є багатокритеріальною. Один критерій – це зменшення втрат на проектування, інший – збільшення енергоефективності приводу.

Аналіз результатів моделювання тягового приводу показав, що для оптимізації його роботи слід оптимізувати роботу всіх його елементів; тягового двигуна, перетворювача та редуктора з врахуванням режимів роботи електропоїзду метрополітену.

Для оптимізації параметрів тягового приводу запропоновано критерій Парето з використанням змішаної цілочисельної оптимізації розподілених рейкових колій.

Л і т е р а т у р а

1. S. Stipetić, D. Žarko, M. Kovačić. Optimised Design of Permanent Magnet Assisted Synchronous Reluctance Motor Series Using Combined Analytical–Finite Element Analysis Based Approach. IET Electric Power Applications. 2016. Vol. 10, Iss. 5, pp. 330-338.
2. M. Martinović, D. Žarko, S. Stipetić, T. Jerčić, M. Kovačić, Z. Hanić, D. Staton. Influence of Winding Design on Thermal Dynamics of Permanent Magnet Traction Motor.

International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM). 2014. Pp. 397–402.

3. J. Goss, P. Mellor, R. Wrobel, D. Staton, M. Popescu. The Design of AC Permanent Magnet Motors for Electric Vehicles: A Computationally Efficient Model of The Operational Envelope. 6th International Conference on Power Electronics, Machines & Drives. 2012. Pp. 1–6.

4. M. Schlüter, J.A. Egea, J. R. Banga. Extended Ant Colony Optimization for Non-Convex Mixed Integer Nonlinear Programming. Computers & Operations Research. 2009. Vol. 36, Issues 7. Pp. 2217-2229.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ФРИКЦІЙНИХ ПЕРЕДАЧ

Наливайський А.П. – студент, naluvayskyy_ap@gsuite.duit.edu.ua

Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доцент, kovaltchukvv@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність даного дослідження зумовлена доцільністю оптимізації конструкцій фрикційних передач, які широко використовуються у транспортних засобах, у приводах машин легкої промисловості та іншого призначення.

Метою роботи є проведення аналізу особливостей розрахунку фрикційних передач, які дозволяють визначити шляхи удосконалення і підвищення ефективності та довговічності існуючих конструкцій.

Об'єктом даного дослідження є фрикційні передачі – передавальні механізми, які використовують для трансформації механічної енергії за частотою обертання і зусиллям. Завдяки таким перевагам, як плавність і безшумність роботи, можливість запобігання аварійних поломок, нескладна будова і невелика кількість деталей у конструкції фрикційні передачі широко використовують у приводах машин різного призначення [1]. Окрім передавання обертового руху, такі механізми також широко застосовують для перетворення обертового руху в поступальний – у всіх наземних транспортних машинах (передача «колесо і рейка або дорога»), у металургійній промисловості (прокатні стани), у машинах легкої промисловості та в інших пристроях, в яких передавання руху за рахунок тертя є основою технологічного процесу.

Для сучасного машинобудування проблема розробки нових конструкцій фрикційних передач і методу вибору їхніх робочих параметрів є актуальною [2, 3] і потребує більш детального вивчення особливостей розрахунку цих механізмів.

Фрикційні передачі складаються з двох тіл обертання: веденого та ведучого котків, насаджених на вали. Передача обертового руху відбувається завдяки наявності сили тертя, що виникає на майданчиках контакту робочих тіл під

впливом сил притискання. При цьому важливо, щоб виконувалася така умова:

$$F_T \geq F_t, \quad (1)$$

де F_T – сила тертя у місці контакту котків, F_t – колова сила на котках.

Порушення умови (1) призводить до виникнення пружного і геометричного ковзання у місці дотикання робочих тіл обертання. В результаті знижується кутова швидкість ведучого котка, що призводить до буксування фрикційних передач.

Враховуючи коефіцієнт запасу зчеплення котків K_c , а також співвідношення $F_T = f \cdot Q$, із умови (1) отримаємо формулу для визначення сили притискання котків:

$$Q = \frac{K_c T_1 (1 + u)}{f a},$$

де T_1 – обертовий момент на ведучому валу передачі, f – коефіцієнт тертя ковзання, який залежить від матеріалів котків та умов їхньої роботи, a – міжосьова відстань, u – передавальне число передачі.

На практиці застосовують два способи притискання котків: сталою силою та автоматичне. Стала за величиною притискна сила котка допустима при передачі сталого навантаження. При змінному навантаженні притискання котків має змінюватися автоматично – пропорційно зміні моменту, що передається. При цьому знижуються втрати тертя, підвищується довговічність передач.

У першому випадку сила притискання, що зазвичай зумовлена дією пружин, у процесі роботи змінена бути не може; у другому випадку сила притискання змінюється зі зміною навантаження. Це в свою чергу позитивно позначається на якісних характеристиках передачі. Однак застосування спеціальних натискних пристроїв (наприклад, кулькового самозатягуючого пристрою) ускладнює конструкцію.

Щодо передавального числа u слід зазначити, що фрикційні передачі з нерегульованим передавальним числом у машинобудуванні застосовують не часто, наприклад, у фрикційних пресах, молотах, лебідках, буровій техніці тощо. Ці передачі застосовують переважно в приладах, де потрібні плавність і безшумність роботи. Фрикційні передачі з безступеневим регулюванням швидкості – варіатори – мають більш широке використання в різних машинах, наприклад, в транспортних засобах, у текстильних машинах, у металоріжучих станках та ін.

Аналіз деяких існуючих конструкцій фрикційних варіаторів показує, що основним їхнім недоліком є необхідність зміни міжосьової відстані шестерень, що кінематично з'єднують котки між собою [3]. Таке конструктивне рішення

призводить до зміни стабільності роботи і зниження довговічності роботи варіатора. Тому доцільними є пошуки методів розрахунку і вибору раціональних параметрів робочих елементів фрикційних передач.

У засобах залізничного транспорту за рахунок розробки методу керування фрикційною передачею «колесо–рейка» можна буде підвищувати потужності транспортного засобу. Також це сприятиме підвищенню безпеки руху та зменшенню витрат енергії.

Висновки. Проведений аналіз особливостей фрикційних передач показує, що завдяки ряду переваг ці механізми мають широке застосування. Розрахунки і сучасні дослідження існуючих фрикційних варіаторів і фрикційних передач з нерегульованим передавальним числом спрямовані на розробку інженерних методів проектування їхніх конструкцій з метою підвищення їхньої ефективності та довговічності.

Л і т е р а т у р а

1. Рубанка М. М. Підвищення довговічності роботи фрикційної передачі / М. М. Рубанка, В. П. Місяць // Актуальні проблеми інженерної механіки: тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Одеса, 12-15 травня 2020 року. Одеса: Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2020. С. 306-307.

2. Піпа Б. Ф. Підвищення ефективності роботи фрикційних передач приводів машин легкої промисловості / Б. Ф. Піпа, А. І. Марченко, Ц. В. Алокін // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. 2012. № 2. С. 17–20.

3. Місяць В. П. Вибір параметрів двопоточного лобового фрикційного варіатора // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. 2016. № 1 (94). С. 37–42.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛОКОМОТИВІВ В ДЕПО

Сегедін В.В. – магістрант

Незліна О.А. – к.і.н., доц., nezlina_oa@gsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження полягає у вимушеній експлуатації електричного рухомого складу, що фізично та морально застарів. Це потребує підвищеної уваги до процесів ремонту з метою покращення їх якості та вдосконалення операцій з визначення технічного стану локомотивів.

Метою роботи є розробка і вдосконалення заходів вдосконалення ремонту електричного обладнання рухомого складу. Об'єкт дослідження: електричний

рухомий склад. Предмет дослідження: методи та засоби вдосконалення технології відновлення електричного обладнання.

Основними напрямками економічного та соціального розвитку України на період до 2025 року перед залізничним транспортом поставлене завдання своєчасного, якісного та повного задоволення потреб народного господарства та населення в перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Обсяг перевезень на залізничному транспорті планується збільшити на 8-10 відсотків, пасажирооборот - на 7-9 відсотків. Весь приріст обсягу перевезень буде отриманий за рахунок росту продуктивності праці.

У цих умовах особливого значення набуває необхідність утримання в справному стані рухомого складу. Це забезпечує створена на залізничному транспорті планово-попереджувальна система ремонту й технічного обслуговування рухомого складу.

Для цих цілей планується подальший розвиток і спеціалізація локомотивних і вагонних депо, заводів по ремонту рухомого складу та виробництву запасних частин, оснащення їхніми засобами механізації і автоматизації.

Для підвищення рівня механізації і автоматизації на заводах інтенсивно впроваджуються верстати зі ЧПУ, здатні обробляти широку номенклатуру деталей з автоматизацією допоміжних операцій.

При технічному обслуговуванні та ремонті рухомого состава всіх різновидів і типів виконується велика кількість різних основних і допоміжних робіт зовсім однакових, виконуваних тими самими механізмами та технологічними прийманнями: підйомно-транспортні, розбірно-складальні, зварювальні, фарбувально-сушильні, по очищенню та обмивці, нанесенню захисних покриттів, виготовленню та обробці виробів у ливарних, ковальських, механічних цехах і ряд інших. Обсяги таких робіт дуже значні, тому механізація та автоматизація їх має першорядне значення.

Висновок. Для підвищення продуктивності праці пропонується автоматизація і механізація ремонту окремих видів електроапаратури. Так розроблена потокова лінія з ремонту групового перемикача, обладнана такими основними позиціями: розбирання; нагромаджувач контакторів; демонтаж валиків важеля й компенсаторів; прес для розпресовки валиків важелів; ванна обмивки деталей; прес для запресовування валиків важелів та інше. Також запропонована схема розташування технічних засобів автоматичної системи технічної діагностики у цеху, обладнання її інформаційно-обчислювальним комплексом. Розроблені стенди для регулювання і настроювання реле, швидкодіючих вимикачів та іншої апаратури.

Л і т е р а т у р а

1. Белоцерковец В. В., Боязный Я.М. Малая механизация электроремонтных работ. - М.: Энергия, 1982. 104 с.
2. Правила ремонту електричних машин електровозів і електропоїздів №ЦТ-0063. Затв. Міністерством транспорту України 27.02.2003. К., 2003. 268 с.
3. Gorobchenko, O., & Tkachenko, V. (2019). Statistical analysis of locomotives traction motors performance. In MATEC Web of Conferences (Vol. 287, p. 04002). EDP Sciences.
4. Горобченко О. М Вдосконалення методики розміщення електродвигунів під локомотивом з урахуванням їх характеристик // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, вип. 72. Х., 2006. С. 98-103.
5. Butko, T., Babanin, A., & Gorobchenko, A. (2015). Rationale for the type of the membership function of fuzzy parameters of locomotive intelligent control systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(3), 73.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАХИЛУ КУЗОВА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА КОМПАНІЇ «TALGO» НА РУХОМОМУ СКЛАДІ УКРАЇНСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Сидоренко О.А. – аспірант, alxn.sydorenko@gmail.com

Ткаченко В.П. – д.т.н., проф., v.p.tkachenko.detut@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Постановка задачі. На сьогоднішній день поїзди Talgo експлуатуються в таких країнах, як Іспанія, Португалія, Франція, Швейцарія, Італія, Сполучені Штати Америки, Аргентина, Казахстан та Узбекистан і використання рухомих складів стандартних характеристик є технічно неприйнятним через особливості географічного положення та клімату деяких.

Враховуючи географічне розташування західних регіонів України, клімат та гірську місцевість, технічні та конструкційні особливості ходових частин поїздів Talgo, значною мірою змогли б підвищити динаміко-швидкісні показники рухомих поїздів України.

На сьогоднішній день Україна стоїть на порозі впровадження потенційно нових технологічних рішень для залізничного транспорту, які допоможуть підвищити безпеку рухомого складу, скоротити час перебування в дорозі, а так збільшити пасажирообіг.

Виклад основного матеріалу. З самого першого креслення концептуального проекту, виготовленого більше семи десятиліть тому, і до теперішнього часу, і з моменту затвердження проекту до фарбування транспортних засобів, тисячі залізничних вагонів, вироблених на заводах Talgo, мають одну основну характеристику: технологічну унікальність.

Основна мета Talgo – надати залізничним операторам в усьому світі

ефективні продукти, які ідеально відповідають їхнім потребам, і запропонувати конкурентоздатні ціни в порівнянні з іншими виробниками рухомого складу.

Коли оновлення існуючої інфраструктури обходиться занадто дорого, залізничні компанії, які хочуть збільшити швидкість своїх комерційних поїздів, мають тільки один варіант: управляти поїздами швидше на існуючих шляхах. Технологія нахилу Talgo може збільшити швидкість до 25% на поворотах без додаткових вкладень.

Щоб уникнути передачі коливань коліс на склад і від вагона пасажиром, в більшості поїздів використовується система підвіски. Проблема полягає в тому, що при виході на поворот ці ж системи підвіски несуть відповідальність за нахил поїзда до зовнішньої сторони, що може викликати дискомфорт у пасажирів. Нахил кузова додається до відцентрового руху, яке штовхає пасажирів в сторони і назовні. Це призводить до того, що система балансування у внутрішньому вусі відправляє повторювані попередження про тривогу, які викликають почуття заколисування, дозволяючи таким об'єктам, як мобільні телефони і напої, різко рухатися.

З тих пір, як була винайдена залізниця, було запропоновано безліч систем для пом'якшення цієї проблеми. Можливе рішення могло б полягати в тому, щоб нахилити кожну криву, але це має значні технічні обмеження і зажадає втручання в існуючу інфраструктуру. Ще одне можливе рішення - це дозволити підвісці поїзда розгойдуватися і нахилитися всередину на поворотах, але для цього необхідно збільшити вагу і складність транспортного засобу.

Система Talgo імітує ефект нахилу, але без примусового розгойдування. За рахунок опускання центру ваги і гойдання кузова складу над центром і у напрямку до внутрішнього вигину поперечна сила по черзі компенсується. Для пасажирів це означає набагато більше приємну поїздку, а для оператора - збільшення швидкості поїзда, оскільки поїзди Talgo можуть проїжджати повороти на 25% більшою швидкістю, ніж аналогічні потяги інших виробників.

У поїздах виробництва компанії «Talго» використовується система вертикальної стабілізації кузова вагона за принципом «Природного маятника». Це єдина в своєму роді і досить проста система, заснована на підйомі утримує платформи пневмобалонів підвіски над центром тяжіння кузовів вагонів. Система призначена для зменшення ефекту бокового непогашеного прискорення, що впливає на пасажирів поїзда в момент проходження кривих ділянок колії. Особливе розташування візків між вагонами використовується для установки пари підвісок на висоті близькою до даху, вище центру ваги кузовів. Таким чином, відцентрова сила нахилає вагон всередину повороту. Результатом даного ефекту є досягнення максимальної надійності, безпеки руху поїздів і комфорту пасажирів [1].

Висновок і пропозиції. Досвід експлуатації рухомого складу «Talго» на залізницях світу підтверджує конструктивні переваги цих електропоїздів, технологічну новизну та безпеку при експлуатації. Застосування технологічних та конструктивних особливостей таких як нахил кузову під час руху в кривих на рухомому складі дозволяє значно підвищити ефективність роботи, зменшити витрати на ремонт зношених частин рухомого складу, дозволяє стимулювати не тільки економічний розвиток, але і соціальні умови, підвищити мобільність населення та сприяє зростанню міжнародного престижу країни.

Л і т е р а т у р а

1. Солоненко В.Г., Мусаєв З.С., Немасінова, А. Н. (2011). Досвід експлуатації та перспективи впровадження рухомого складу " TALGO" на залізницях республіки Казахстан. Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport, 38. 32-34. <https://doi.org/10.15802/stp2011/6803>.

2. Стасюк О.М., Чмирьова Л.Ю., Федяй Н.О. (2020). Швидкість як конкурентна перевага високошвидкісних наземних перевезень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРИТИХ ВАГОНІВ

Супливий Я.В. – магістрант, yaroslav.syplyvyi@gmail.com

Фомін О.В. – д.т.н., проф., fominaleksejviktorovic@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю покращення техніко-економічних показників критих вагонів за рахунок використання нової несучої системи.

Метою роботи є розробка нової конструкції рами вантажного універсального критого вагону з використанням в якості матеріалу для виготовлення рами вагона металевих труб різної конфігурації: круглих, прямокутних, круглих напівтруб, шестигранних профілів тощо. В роботі поставлено мету – розглянути існуючі моделі критих вантажних вагонів та проаналізувати їх конструкції, провести розрахунки геометричного обрису вагону, проаналізувати міцнісні характеристики несучих систем, провести економічні розрахунки з доцільності впровадження критого вагону з новою несучою системою.

Висновок. В результаті проведеного аналізу різних несучих конструкцій вантажних критих вагонів, було з'ясовано, що технологічний процес

виготовлення хребтових рам вимагає складних технологічних операцій по встановленню профілей для виготовлення рам у станки та проведення зварних робіт в різних площинах, що вимагає складних операцій, а також використання дороговартісного матеріалу для виготовлення рами вагона. На зміну цьому пропонується використання металевих труб, які виконують аналогічні міцнісні характеристики, що і традиційні профільні рами, але не потребують зварювання для основи хребтової рами вагона, що підвищує їх міцність за рахунок відсутності зварного шву.

Проведені дослідження та розрахунки засвідчили, доцільність впровадження несучих систем вантажних критих вагонів, саме з використанням металевих труб для виготовлення рами вагона. В основі прототипа взято модель 11-217.

В основі прототипа для порівняння конструктивних особливостей моделей взято модель 11-217 і 11-260. Модель 11-260 відрізняється від вагона моделі 11-217 тим, що об'єм його кузова збільшений від 120 м³ до 140 м³, внутрішня дерев'яна обшивка стін і даху кузова замінена полімерним покриттям, ширина дверного отвору збільшена знаходиться внизу, на порозі дверного отвору, стійки стін мають П-подібний профіль та обшивка бічних стін по висоті виконана з трьох листів. Зміни конструкції кузова вагона дозволяють повніше використовувати вантажопідйомність вагона і тим самим підвищити ефективність його експлуатації, а також забезпечити надійність кузова та кращу пристосованість вагона до вантажно-розвантажувальних операцій. Конструктивні рішення рам, дерев'яної підлоги, стін, дахів та внутрішнього обладнання аналогічні вагонам попередніх моделей. Є деякі зміни, наприклад, рама замість двох основних поперечних балок має чотири того ж профілю, а П-подібні профілі допоміжних поздовжніх балок замінені на двотаврові. Лобові балки рами вагона виконані без заглиблень під розетку автозчеплення.

Таке порівняння дозволяє повніше використати особливості конструкції двох моделей для створення нової сучасної моделі. Це пояснюється перш за все в особливості конструкції лобової балки рами вагона, кузова, поперечних балок, внутрішньої обшивки тощо.

Л і т е р а т у р а

1. Fomin O.V. (2012). Rozrobka metodiki vprovadgennja riznih profiliv v jacosti scladovih elementiv nesuchih system vantagnih vagoniv [Development of a method for the introduction of various profiles as components of carrier systems of freight cars]. Visnik Nacionalnogo tehnicnogo universitetu «NPI» [Bulletin of Nacionalnogo tehnicnogo universitetu «NPI»], Pp.29-33.

2. Fomin, O., Kulbovsky, I., Sorochinska, E., Saprionova, S., Bambura, O. (2017). Experimental confirmation of the theory of implementation of the coupled design of center girder of the hopper wagons for iron ore pellets. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (1 (89)), 11–18. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109588>

3. N. Gorbunov, R. Domin, M. Kovtanec, K. Kravchenko. (2016). The multifunctional energy efficient method of cohesion control in the "wheel-braking pad-rail" system, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Międzynarodowej Konferencji Naukowej TRANSPORT XXI WIEKU*, Arłamów, Pp. 114–126.
4. Fomin O.V., Prokopenko P.M., Horbunov M.I. Saprónova S.YU. (2017). Polipshennya nesuchoyi zdatsnosti vahona-khopera dlya perevezennya zerna z metoyu pidvyshchennya oporu dynamichnym zusylyam [Improvement of the carrier capacity of the hopper car to transport the grain in order to increase the resistance by dynamic effort]. *Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu imeni Volodymyra Dalia* [Bulletin Skhidnoukrayins'koho natsional'noho University Vladimir Dal], № 5(235). Pp. 88-99.
5. V. Tkachenko, S. Saprónova, I. Kulbovskiy, O. Fomin. (2017). Research of resistance to the motion of vehicles related to the direction by railway. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5, Issue 7 (89). Pp. 65–72. doi: 10.15587/1729-4061.2017.109791
6. Fomin, O.V. (2015) Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnih vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars]. *Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series "Transport systems and technologies".26-27*, Pp. 137-147.
7. Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., & Shvets, A. (2010). Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties. *Mechanika. Proc. of 15th Intern. Conf.*, Pp. 325-328.
8. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. *Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf.*, Pp. 973-976.
9. Moroz V.I. (2009). Matematychnyy zapys zadachi optymizatsiynoho proektuvannya piv-vahoniv za kryteriyem minimal'noyi materia-loyemnosti [Mathematical notation of problem of optimizing design of open goods wagons by criterion of the minimum material capacity]. *Zbirnyk naukovykh prats* [Collection of scientific papers]. № 111. Pp. 121-131.
10. Kelrikh M. B., Moroz V. I. (2010). Strukturno-funktsionalne opysannia konstruktсии modulja kuzova suchasnykh universalnykh napivvahoniv [The structural and functional design of the module body of modern universal gondola cars]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia* [Bulletin Skhidnoukrayins'koho natsional'noho University Vladimir Dal], 2 (210). Pp. 94-103.
11. Makarenko M. V. (2014). Kompleksnyi analiz ekonomichnoho efektu vid zhyttievoho tsykladu suchasnoho napivvahonu [Comprehensive analysis of the economic impact of the life cycle of a modern gondola], *Naukovo-praktychnyizhurnal «Zaliznychnyi transport Ukrainy»*. №. 5.107 c.
12. Moroz, V.I. (2008). Vyznachennia perspektyvnykh napriamkiv udoskonalennia konstruktсии napivvahoniv vyrobnytstva DP «Ukrspetsvahon» [Determination of the promising direction for improvement of the open car design of SE" Ukrspetsvagon"]. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoi Derzhavnoi Akademii Zaliznychnoho Transportu*, C.72-81.
13. Fomin, A. V. (2012). The determination of the perspective directions of designing of bearing systems in cargo wagon building. *East European journal of advanced technologies*. 3/7(57), Pp. 32-35.
14. Fomin O.V. (2013). Teoretychni osnovy prohramnoho kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantazhnykh vahoniv [Theoretical foundations of the software complex for the determination and use of mathematical models of

freight wagons]. Naukovyy zhurnal «Visnyk Kremenchuts'kohonatsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho». 6(83). Pp. 87-91.

15. Fomin, O. V. (2015). Vprovadzhennya of cruglic pipes in NESC systems napowan W zabezpeceny razvaliny pokaznikov mcnet. The journal "Technology audit and production reserves". № 4/1(24). Pp. 83-89.

16. Lovs'ka A. O. (2018). Modelyuvannya navantazhenosti konteynera-tsystemny pry perevezenni u skladi kombinovanoho poyizda na zaliznychnomu poromi [Simulation of load of tank-container during transportation in the combined train on a railway ferry], Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KHPI» [Bulletin of Nacionalnogo tekhnichnoho universitetu «KHPI»], 33. Pp. 28 – 32.

17. Lovs'ka A.O. (2018). Doslidzhennya mitsnosti nesuchoyi konstruktsiyi kuzova napivvahona pry perevezenni na zaliznychnomu poromi [Investigation of the durability of the bearing structure of the gondola body during transportation on the railway ferry], Zb. nauk. prats'. DUIT [Collection of scientific works DUIT].32, T. 1. Pp.71 – 80.

18. GOST 33788-2016 Vagony gruzovyye i passazhirskiye. Metody ispytaniy na prochnost' i dinamicheskiye kachestva [in Russian].

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ» НА ОСНОВІ БЕНЧМАРКІНГУ ДОСВІДУ ОПЕРАТОРА ІНФРАСТРУКТУРИ SNCF RÉSEAU

Стебницька Є.М. – магістрант, estebnitskaya@gmail.com

Прохорченко А.В. – д.т.н., професор, andrii.prokhorchenko@gmail.com

Український державний університет залізничного транспорту

Актуальність дослідження зумовлена тим, що залізнична галузь України є однією з головних галузей економіки, яка створює необхідні передумови для задоволення потреб користувачів транспорту у наданні транспортних послуг та розвитку бізнесу. Але через системне недофінансування, недостатнє технічне обслуговування залізничної інфраструктури та оновлення рухомого складу, а також через технічну відсталість сучасний стан залізниці не повною мірою відповідає вимогам ефективної реалізації євроінтеграційного курсу України. Для того, щоб максимально використовувати залізничний потенціал необхідно створити клієнтоорієнтовану систему транспортного обслуговування та вжити заходів для забезпечення ефективної організації роботи залізничного комплексу країни. Одним із напрямків удосконалення є створення дієвого процесу розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури для забезпечення надійного функціонування перевізного процесу.

Для досягнення поставленої мети в роботі проведено дослідження процесу розподілу пропускної спроможності на національній залізничній мережі SNCF Réseau – оператора залізничної інфраструктури Франції. Проаналізовано нормативну базу щодо відкритого доступу до залізничної інфраструктури –

Транспортний кодекс Республіки Франція, Заяву про мережу, тощо. Проаналізовано схему взаємодії у процесі обробки заявок на доступ до залізничної мережі Пасажирських та Вантажних відділів, Департаменту технічної підтримки та Департаменту продажів. Розроблені схеми етапів процесу розподілу пропускної спроможності мережі та вивчені пріоритети надання ниток графіку.

Висновок. На основі проведеного бенчмаркінгу запропоновані процедури розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах структурного розділення АТ «Укрзалізниця» на оператора інфраструктури та перевізника. Підвищення прозорості процесу розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури України дозволить зменшити витрати та підвищить якість та швидкість руху поїздопотоків в мережі.

Л і т е р а т у р а

1. Верховна Рада України. Законодавство України. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. – Режим доступу: Про схвалення Національної тра... | від 30.05.2018 № 430-р (rada.gov.ua) - Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ ШЛЯХОМ ЗМІЦНЕННЯ ЇХ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ

Тимошук С.Ю. – магістрант, tymoshchuk.serhii@gmail.com

Незліна О.А. – к.і.н., доц., nezlina@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена зростанням потреб в обробці колісних пар в умовах локомотивних депо на колесофрезерних станках КЖ-20, КЖ20ТФ1. Для пришвидшення та покращення цієї технічної операції, як один із варіантів – це підвищення стійкості різців чашечного типу «RNUX 1212 M0 TN» шляхом технології фінішного плазмового зміцнення(ФПЗ).

Метою роботи є проведення оглядового аналізу та теоретична оцінка методу фінішного плазмового зміцнення, як способу підвищення стійкості різучого інструменту для обробки колісних пар локомотивів.

Зміцнення твердосплавних різців типу «RNUX 1212 M0 TN» дасть нам змогу виконувати технічні операції по фрезеруванню колісних пар локомотивів з більшою швидкістю та подовжити строк служби робочого інструменту, адже його потрібно буде змінювати рідше у зв'язку з підвищенням ресурсу роботи. Зміцнення твердосплавних різців типу «RNUX 1212 M0 TN» пришвидшить

операцію по фрезеруванню колісних пар, та зменшить кількість замін різців за рахунок появи адгезійної міцності на поверхні інструменту, це забезпечить максимальний опір до стирання, що в цілому збільшить робочий парк локомотивного депо.

До основних переваг ФПЗ відносяться: здійснення процесу без вакууму та камер; мінімальне нагрівання виробів, що не перевищує 150 °С; можливість нанесення покриття локально, у важкодоступних зонах та на виробах будь-яких габаритів; використання малогабаритного, мобільного та економічного обладнання; висока адгезійна міцність зчеплення покриття з основою забезпечує максимальний опір стирання (у тому числі - при взаємодії інструменту з оброблюваним матеріалом); екологічна чистота процесу через відсутність відходів при зміцненні; мінімальний рівень шуму, що не потребує спеціальних заходів захисту; [1, с. 66].

Як джерело теплової енергії для нанесення зносостійкого покриття при ФПЗ використовується плазмовий струмінь, що витікає при атмосферному тиску малогабаритного дугового плазмотрона, доповненого плазмохімічним реактором [1, с. 67].

Для підвищення міцності пластин з твердого сплаву використовують зносостійкі покриття з карбідів, нітридів і карбонідів титану, танталу і ніобію, які наносяться на поверхню у вигляді тонкого шару товщиною 5-10 мкм. Стійкість покритих пластин в середньому у 1,5-3 рази вища від стійкості звичайних, швидкість різання ними збільшується на 25-80 %, але ефективність покриття зменшується у важких умовах різання, коли спостерігаються викришування і сколювання поверхонь пластини. Саме в таких умовах доводиться працювати ріжучим інструментом для обробки колісних пар локомотивів, тому для уникнення викришування і сколювання поверхонь пластини доцільним є застосування технології фінішного плазмового зміцнення, що сприятиме підвищенню довговічності інструменту.

Багаторазовий і тривалий вплив плазмового струменю виключає значні градієнти температури поверхневого шару і сприяє формуванню прикордонного шару, що рівномірно розподіляється вздовж кромки матеріалу. Доведено що плівка поліпшує морфологію поверхні. Тобто спеціальні можливості тонкого плівкового покриття здатні виправити і «залікувати» дефекти оброблюваного матеріалу та підвищити довговічність деталей та інструменту [2, с. 113].

На підтвердження даного твердження можна навести такі приклади досліджень та випробувань:

– випробування в НПО «Іскра» відрізних різців з пластинами з твердого сплаву Т15К6, на яких нанесено покриття, показало, що стійкість інструменту підвищилась в 1,4 рази [2, с. 116];

– дослідження на ОАО «Знамя труда», методом ФПЗ підвищило ресурс роботи твердосплавних пластин (матеріал пластини ВК6) в 10 раз [3, с. 377-378].

Висновок. Отже, в результаті проведеного аналізу технології фінішного плазмового зміцнення та дослідження основних переваг даної технології можна зазначити, що технологія сприяє підвищенню довговічності та зносостійкості інструменту, і може застосовуватись для обробки готових деталей.

Використання технології фінішного плазмового зміцнення(ФПЗ) дозволяє зменшити значний градієнт температур поверхневого слою; використовувати малогабаритне; мобільне та економічне обладнання; максимально понизити схильність інструменту до схоплювання; значно зменшити вартість процесу зміцнення в порівнянні з іншими відомими способами; забезпечувати максимальний опір стирання, у тому числі - при взаємодії інструменту з оброблюваним матеріалом; знизити обсяг заточувальних операцій, що на самперед скоротить час та засоби пов'язаних із налаштуванням металообробних верстатів, що сприяє можливості інтенсифікації режимів роботи.

Л і т е р а т у р а

1. Горленко А.О., Тополянский П.А., Тополянский А.П., Соснин Н.А., Ермаков С.А., Ерохин А.Н. Технология финишного плазменного упрочнения для повышения ресурса металлорежущего инструмента / А.О. Горленко, П.А. Тополянский, А.П. Тополянский, Н.А. Соснин, С. А. Ермаков, А.Н. Ерохин. Россия: Госуниверситет – УНПК, 2013. С. 66-73.

2. Каменева А.Л. Использование покрытий на основе SiC и SiO₂ для упрочнения твердосплавного режущего инструмента / А.Л. Каменева // Порошковая металлургия, 2003. С.111-117.

3. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров / Н.А. Соснин, С.А. Ермаков, П.А. Тополянский // Изд-во Политехнического университета, 2013. 406 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Федько А.В. – магістрант

Горобченко О.М. – д.т.н., проф., gorobchenko.o.m@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження полягає у необхідності підтримки справного технічного стану тягових електродвигунів в умовах обмеження матеріальних ресурсів локомотивних депо.

Метою роботи є розробка і вдосконалення заходів ремонту електродвигунів

електровозів в депо.

Тягові електродвигуни є одними з основних елементів конструкції локомотива та разом із тяговим редуктором та колісними парами складають заключну ланку системи передачі потужності. Призначення електродвигунів – перетворення електричної енергії на механічну енергію обертання валу двигуна та розвивання обертального моменту для реалізації сили тяги – впливають особливі вимоги до конструкції, експлуатації та, зокрема, ремонту двигунів.

Електродвигуни постійного струму тягового типу ЕД141АУ1 (виробництва заводу «Електротяжмаш», м. Харків) встановлюються на вітчизняних магістральних електровозах постійного струму ДЕ1. Двигуни мають обмотки із ізоляцією високих класів нагрівостійкості, моторно-осьові підшипники із польстерною системою змащення.

У даному дослідженні ставиться задача розробки та організації технологічного процесу ремонту та випробування тягового електродвигуна в обсязі поточного ремонту ПР-3, для чого необхідно: дослідити конструкцію тягового електродвигуна на предмет несправностей, можливих у експлуатації; керуючись нормативною документацією скласти карту технологічного процесу ремонту електродвигуна із урахуванням провідного досвіду ремонтної техніки; обґрунтувати вимоги та склад ремонтного інструменту та устаткування; вказати заходи з забезпечення належного рівня безпеки праці у електромашинному цеху, де ремонтують електродвигуни.

Висновок. Розглянуто основні етапи технологічного процесу ремонту електродвигуна в обсязі ПР-3 та технічні вимоги до нього, технологічне обладнання, необхідне для виконання передбаченого обсягу робіт, матеріали тощо. Згідно із цим побудовано карту технологічного процесу ремонту, наведено креслення загального виду електродвигуна а також декількох видів ремонтного обладнання. Розглянуті можливі шляхи покращення технології ремонту щодо автоматизованого контролю паяних з'єднань якоря та автоматизації приймально-здавальних випробувань електродвигуна.

Л і т е р а т у р а

1. Электродвигатель постоянного тока тяговый типа ЭД141У1, ЭД141АУ1. Руководство по эксплуатации: БИАТ.652341.002.РЭ. Х.: НИИ «Электротяжмаш», 1995.
2. Правила ремонту електричних машин електровозів і електропоїздів №ЦТ-0063. Затв. Міністерством транспорту України 27.02.2003. К., 2003. 268 с.
3. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин: Учеб. Пособие для вузов по спец. «Электромеханика». М.: Высш. шк., 1988. 232 с.
4. Горобченко О. М Вдосконалення методики розміщення електродвигунів під локомотивом з урахуванням їх характеристик // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, вип. 72. Х., 2006. С. 98-103.

5. Горобченко А. Н. Методика расчета токов в силовой цепи электровоза // Збірник наукових праць ДонІЗТ, вип. 5. Донецьк, 2006. С. 119 - 128.

УРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРТЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ТИПОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Чернуха Д.О. – студент, chernuha_do@gsuite.duit.edu.ua

Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доцент, kovaltchukvv@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність даного дослідження визначається увагою багатьох інженерів і науковців до вирішення важливих науково-технічної задач, що виникають при проектуванні оптимальних конструкцій тягових зубчастих передач сучасного рухомого складу залізниць.

Метою роботи є проведення аналізу впливу сил тертя на надійність і довговічність зубчастих передач.

При проектуванні механізмів типових технічних засобів залізничного транспорту важливим моментом є урахування тертя і пошук оптимальних заходів щодо зниження негативного впливу сил тертя на функціонування і показники роботи зубчастих передач. Відповідно перед конструктором постає задача знаходження оптимальних конструктивних параметрів, при яких забезпечуються найкращі умови взаємодії контактуючих профілів зубців шестірні та колеса, характеристики та показники зачеплення, очікуваний ресурс передачі [1].

Зубчасті передачі належать до групи найбільш розповсюджених і важливих механічних передач. Вони призначені для передачі обертального руху від однієї ланки до іншої за рахунок зачеплення зубців. У точці контакту зубців спостерігається перекочування і ковзання зубів. Відносно профілю зубів максимальне ковзання спостерігається на ніжках і головках зубів. Ковзання супроводжується тертям. Тертя є причиною втрат в зачепленні і причиною спрацювання зубів.

Величини сил тертя між сполучними зубцями значною мірою залежать від гідродинамічних явищ, що відбуваються в зоні контакту. Аналіз досліджень втрат потужності внаслідок тертя ковзання і кочення в зубчастому зачепленні показує, що на сьогоднішній день вплив ковзання в напрямку лінії контакту зубців на коефіцієнт тертя недостатньо вивчені [2].

Сучасний тяговий рухомий склад залізниць характеризується наявністю наукоємних технічних засобів, в конструкції яких широко застосовуються зубчасті механізми [3]. Тому для інженерів-проектувальників важливе значення

мають результати проведення розрахунково-експериментальних досліджень впливу сил тертя на надійність і довговічність зубчастих передач.

Процес проектування зубчастих передач з урахуванням тертя на робочих поверхнях зубів складається з таких етапів:

- 1) вибір матеріалу і виду термообробки для зубчастих коліс;
- 2) розрахунок допустимих максимальних поверхневих дотичних напружень для зубчастої передачі;
- 3) попереднє визначення основних геометричних, кінематичних і силових параметрів передачі;
- 4) перевірка контактної втоми для активних поверхонь зубів у передачі з урахуванням тертя в зоні дотику;
- 5) остаточне визначення всіх параметрів для зубчастих коліс в передачі.

На розрахунковій ділянці поверхонь зубів, де коефіцієнт зчеплення приймає максимальну величину f , його можна визначити за формулою:

$$f = \frac{c}{v_k^a v_{\Sigma k}^b},$$

де a, b, c – величини, що залежать від контактного тиску.

Слід зазначити, що опір від тертя в зубчастих передачах, моторно-осьових підшипниках, у ланках силових трансмісій (в дизель-поїздах) і механічні втрати в двигунах враховані в електромеханічних характеристиках, тоді як при русі локомотива або моторвагонного рухомого складу без струму вони входять в основний питомий опір. Це пояснює той факт, що основний питомий опір при русі локомотива або моторвагонного рухомого складу без струму вище, ніж при русі під струмом.

Тертя кочення з плавнозмінним відносним проковзуванням і тертя кочення без проковзування на інших ділянках забезпечує кінематичні умови взаємодії зубців циліндричних зубчастих коліс вздовж ліній їхнього зачеплення з різними знаками відносного проковзування і значно підвищує точність фізичного моделювання роботи таких зубчастих передач.

Висновки. Проведений аналіз показав, що урахування впливу тертя при проектуванні зубчастих передач технічних засобів залізничного транспорту дає можливість оптимізувати відповідні конструкції за рахунок обґрунтованого вибору розрахункових параметрів зубчатих коліс. Математичне моделювання характеристик зачеплення має важливе значення для удосконалення технології проектування тягових зубчатих передач.

Л і т е р а т у р а

1. Мороз В. І. Збільшення ресурсу тягових зубчастих передач рухомого складу

залізниць на основі їх оптимізаційного проектування / В. І. Мороз, О. В. Братченко, В. І. Громов // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортних комплексів. 2019. № 17. С. 35–42.

2. Башта О. В. Дослідження втрат потужності внаслідок тертя ковзання і кочення в зубчастому зачепленні. Огляд / О. В. Башта, П. Л. Носко, О. В. Радько, О. В. Герасимова, А. О. Башта // Проблеми тертя та зношування. 2020. 4 (89). С. 47–57.

3. Мороз В. І. Основи конструювання і САПР технічних засобів залізничного транспорту [Текст]: навч. посібник / В. І. Мороз, О. В. Братченко, К. В. Астахова. Х.: УкрДАЗТ, 2010. 136 с.

ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Шевчук А.П. – студент, andriy.shevchuk.9999@gmail.com

Співак О.М. – к.т.н., доц., alexspi@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Ускладнення конструкції і електрообладнання сучасних електропоїздів може привести до зниження їх надійності. Це вимагає збільшення обсягу контрольних робіт при технічному обслуговуванні (ТО), підвищення їх якості та ефективності. Дослідження показують, що із загальної кількості операцій ТО понад 50% – це контрольні роботи, 30% – кріпильні, 15% – регулювальні і 5% – мастильні операції. У той же час приблизно 25% часу технічного обслуговування витрачається на локалізацію дефектної області (виявлення несправного елемента, вузла або агрегату), 40% – на пошук дефекту усередині цієї області і тільки 35% – на відновлення (ремонт) або заміну елемента, що відмовив. При ремонті сучасних електропоїздів 50-75% всього обсягу виконуваних робіт доводиться на контрольно-діагностичні та регулювальні операції. Тому настільки актуальна розробка досконалих методів і засобів контролю технічного стану деталей, вузлів і агрегатів електрорухомого складу залізниць. На ряді зарубіжних залізниць застосовується система безперервного контролю технічного стану агрегатів і вузлів. В цьому випадку відсутні нормовані терміни ремонту і жорсткі міжремонтні інтервали.

Метою роботи є дослідження і аналіз методів і технічних систем для діагностики і контролю працездатності функціонування електрорухомого складу залізниць в процесі експлуатації.

Питання діагностики технічного стану деталей, вузлів і агрегатів електрорухомого складу розглянуті в багатьох публікаціях вітчизняних та зарубіжних спеціалістів. У роботі [1,с.81] запропоновано застосувати метод неперервного контролю та діагностування технічного стану тягового

асинхронного електропривода, який базується на порівнянні спектрального складу вхідного струму автономного інвертора тягового електропривода з базою даних його спектрів при несправності. На рис.1 зображена базова структура тягового асинхронного електроприводу з підсистемами, які є складовими схеми.

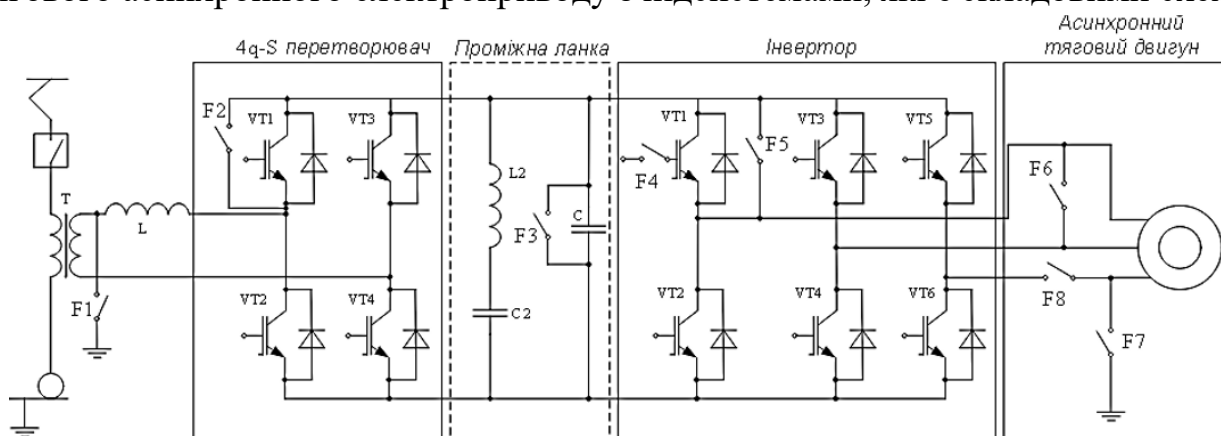


Рис. 1 – Схема тягового електроприводу для дослідження аварійних режимів

Запропонована система неперервного контролю та діагностування технічного стану тягового асинхронного електропривода побудована на базі діагностичних моделей. Ураховуючи специфіку побудови та роботи системи асинхронного електропривода, було запропоновано проводити оцінку технічного стану системи шляхом аналізу спектрального складу струму на вході інвертора. На основі зазначеного шляхом моделювання були розроблені діагностичні моделі як для випадку нормального функціонування об'єкта, так і моделі, які описують конкретну нештатну ситуацію [1, с.83, 2, с.145]. Для ілюстрації на рис.2 показано моделювання пропуску імпульсів включення одного транзистора, яке виникає в результаті порушення роботи системи управління. На рис.2 показані: а) вхідний струм інвертора; б) сигнал на виході 1-го смугового фільтра; в) сигнал на виході 2-го смугового фільтра; г) імпульси системи розпізнавання несправності. Безперервна робота в такому несправному стані (через вихід з ладу елементів інвертора) може призвести до незворотних відмов системи приводу.

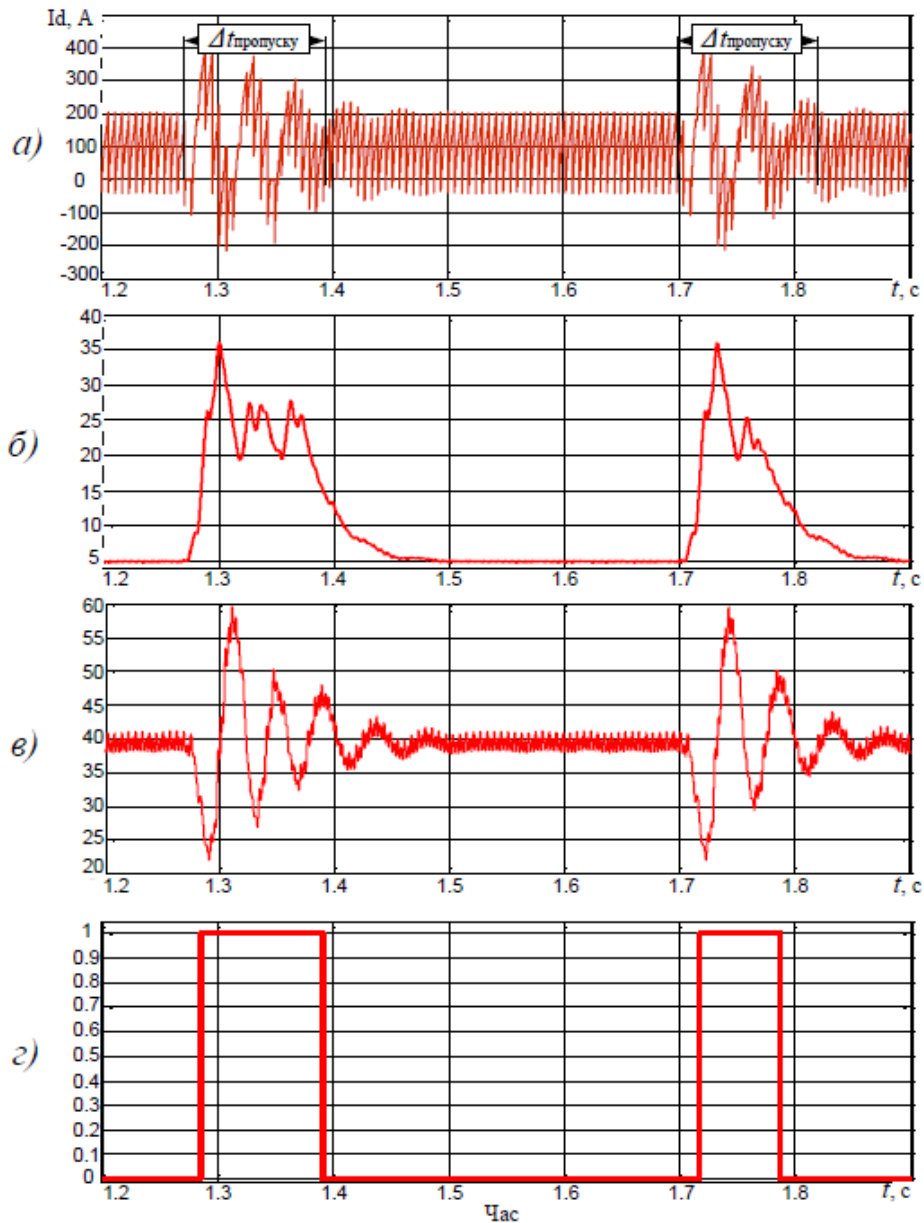


Рис. 2 – Виявлення несправності пропуску імпульсу управління ключа

Висновок. Засоби технічної діагностики сприяють виявленню та попередженню відмов і несправностей та дозволяють прогнозувати залишковий ресурс контрольованих агрегатів і вузлів електрорухомого складу залізниць.

Л і т е р а т у р а

1. Яцько С.І, Ващенко Я.В. Система моніторингу стану асинхронного тягового електроприводу рухомого складу // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2015. Вип. 153. С. 79-84.
2. Яцько С.І, Паршин Б.В., Ващенко Я.В. Дослідження електромагнітних процесів при аварійних режимах у тяговому асинхронному електроприводі рухомого складу // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2015. Вип. 158.т.2. С. 140-148.

Секція 9: АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПОНЕНТІВ ПОКАЗНИКА «НАДІЙНІСТЬ» В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ ПРИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Букіна М.Д. – аспірант, masha.bukina3006@gmail.com
Бурлакова Г.Ю. – к.т.н., доц., galochkagoogl@gmail.com
Приазовський державний технічний університет

Актуальність дослідження зумовлена визначенням рівня якості, який повинен встановлюватись за допомогою кількісного оцінювання, що дозволить оцінювати якість обслуговування пасажирів не на вербальному рівні («погано», «добре»), а на рівні цифрового порівняння. Воно необхідне для обґрунтування прийнятих рішень при: комплексному вивченні ринку транспортних послуг; оцінці перспектив реалізації послуг на ринку, встановленні та коригуванні тарифів; моніторингу якості послуг; виробленні коригувальних, попереджуючих і поліпшуючих заходів; визначенні переможців конкурсу на обслуговування автобусних маршрутів.

Метою роботи є визначення вмісту складових і компонентів показника «надійність» в системі показників оцінювання якості пасажирських перевезень; розгляд доцільності кожного складового компонента даного показника, визначення ступеня впливу компонента «надійність» на якість надання послуг з перевезення пасажирів автомобільним транспортом.

За результатом попереднього дослідження [1] були визначені та згруповані основні показники оцінки якості пасажирських перевезень, які корелюються з точки зору пасажирів та перевізників і найбільш чітко описують якість надання послуги пасажирського транспорту.

Визначені компоненти показника надійності функціонування транспортних засобів [2] характеризують особливості, що зумовлюють при їх використанні безвідмовну роботу протягом рейсу або іншого заданого інтервалу часу. До показників надійності відносять: ресурс, термін служби; ймовірність безвідмовної роботи; напрацювання на відмову; періодичність контролю технічного стану транспортних засобів органами державного нагляду; наявність документа, що підтверджує допуск транспортного засобу до експлуатації.

Надійність переміщення точно за графіком (час поїздки) є першим компонентом показника «надійність», що входить до створеного автором [3] комплексного показника рівня пасажирського сервісу.

Другим компонентом показника «надійність» визначено термін служби

автобусу, що визначає коефіцієнт відповідності фактичного строку служби автобусу нормативному.

Третій компонент показника «надійність» автори [4] визначили як надійність функціонування автобусів, та оцінюють його як коефіцієнт технічної готовності автобусу ($\alpha_{т.г}$), але цей компонент є тотожним компоненту ймовірність безвідмовної роботи транспорту. Автор [3] відносить цей показник до створеного комплексного показника рівня пасажирського сервісу за показником ступеня, що характеризують вагомість відповідного показника рівня сервісу, що може відноситися до показника «надійність» в системі оцінки якості перевезення пасажирів автотранспортом.

Подальший детальний розгляд ряду досліджень науковців, міжнародних та вітчизняних стандартів, щодо вмісту компонентів показника «надійність» дає можливість визначити чотири основні складові цього показника.

Отже, визначено основні складові показника «надійність» до яких увійшли: транспортна інфраструктура; транспортні засоби; людський ресурс і інформаційне забезпечення. Компоненти складових показника «надійність» розглядаються у табл.1.

Таблиця 1 - Складові компонентів показника «надійність»

транспортної інфраструктури	транспортних засобів	людського ресурсу (водія)	інформаційного забезпечення
1. Дорога 2. Тротуари 3. Узбіччя	1. Термін служби 2. Напрацювання на відмову 3. Вірогідність безвідмовної роботи	1. Кваліфікація водія 2. Психофізіологічний стан водія 3. Знання ПДР	1. Інформатизація пасажирів 2. Інформатизація диспетчерського центру 3. Інформатизація інфраструктури

Таким чином, у показника «надійність» з'являється склад своїх складових компонентів і тим самим показник стає достатньо значущим за інші показники в системі оцінки якості перевезень пасажирів автомобільним транспортом.

Висновок. В результаті проведеного аналізу компонентів показника «надійність» в системі оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів дозволяє визначити наступне:

1. Фахівцями з оцінки якості послуг міського пасажирського транспорту (МПТ) по-різному представляється значущість показника «надійність»;
2. Аналізований показник «надійність» різний за своєю змістовною сутністю, тому постає необхідність цифровізувати його складові включаючи усі компоненти;
3. Показник «надійність» при пасажирських перевезеннях повинен

розглядатися диференційовано для виваженої оцінки всіх компонентів в системі оцінки якості пасажирських перевезень.

Л і т е р а т у р а

1. Burlakova H.Y. Rationale of the «safety» indicator differentiation and its implementation into the DCRE system / H.Y.Burlakova, M.D. Bukina // Вісник ПДТУ. Маріуполь. 2021. № 42. С. 197-203. (Серія: Технічні науки).

2. Бурлакова Г.Ю. Обґрунтування ступеня необхідності показників якості в системі оцінювання пасажирських перевезень / Г.Ю. Бурлакова, М.Д. Букіна // Комунальне господарство міст. Х., 2020. Том 4, № 157. С. 152-157. (Серія: Технічні науки та архітектура).

3. Шабанов А.В. Региональные логистические системы общественного транспорта: методология формирования и механизм управления / А.В. Шабанов. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВЦ, 2001. 205 с.

4. ДСТУ ISO 9000-2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник. Введ. 2001-06-27. К.: Держстандарт України, 2001. 33 с. (Національний стандарт України).

ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ПЕРІОД ПІДГОТОВКИ ТА ЗДІЙСНЕННЯ ПУСКУ

*Погорлецький Д.С. – к.т.н., dimon150582@gmail.com
Херсонська державна морська академія*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що паливна економічність і екологічні показники транспортних засобів (ТЗ) у період підготовки і здійснення пуску залежать від умов протікання робочого процесу, який пов'язаний з типом системи живлення, засобами теплової підготовки і умов експлуатації. Населення України все більше використовує двигуни, переобладнані для роботи на газовому паливі. У процесах пуску двигунів ТЗ, переобладнаних для роботи на газовому паливі, спочатку здійснюється пуск на бензині та після досягнення відповідної температури, система живлення переходить з рідкого на газове паливо. Умовою для цього є забезпечення температурного стану двигунів ТЗ при змінних температурах оточуючого середовища (ОС) в різних умовах експлуатації [1-3]. Одним з дієвих способів покращення паливної економічності та екологічних показників ТЗ, і наближення їх до рівня сучасних вимог в умовах експлуатації є забезпечення теплового стану двигуна ТЗ у відповідних межах в період пуску та прийняття навантаження. Існує дуже велика кількість сучасних екологічно чистих систем, які дозволяють покращити тепловий стан двигуна ТЗ в процесах підготовки і пуску. Але дуже важливо знайти способи, які б покращили тепловий стан двигуна ТЗ і зменшили час прогріву після пуску та забезпечили покращення паливної економічності і

екологічних показників. Перспективи поліпшення паливної економічності та екологічних показників ТЗ в умовах експлуатації, за рахунок встановлення на них екологічно чистих систем теплової підготовки (СТП), роблять цей шлях привабливим для власників ТЗ, а зменшення шкідливого впливу відпрацьованих газів на оточуюче середовище є необхідним для суспільства, що й доводить актуальність дослідження на сьогодні [1-3].

Метою роботи є покращення паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів з двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, у період підготовки та здійснення пуску, шляхом встановлення теплового акумулятора (ТА) в систему охолодження двигуна ТЗ в умовах експлуатації. Для цього було проведено аналіз особливостей впливу температур оточуючого середовища на паливну економічність та екологічні показники двигунів ТЗ у процесах пуску і прогріву. Підтверджено, що вагомий вплив на показники надійності і технічного стану двигунів ТЗ мають окремі групи факторів, основними є природно-кліматичні [1-3]. Для забезпечення паливної економічності і екологічних показників двигунів ТЗ у процесах прогріву в умовах експлуатації були проаналізовані способи забезпечення теплової підготовки двигунів ТЗ, переобладнаних для роботи на газовому паливі. Було розглянуті засоби теплової підготовки, які можуть ефективно забезпечити покращення паливної економічності і екологічних показників у період підготовки та здійснення пуску двигуна ТЗ. Підтверджено, що під час пуску двигунів ТЗ витрата палива та викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах зростають, і збільшується час їх підготовки до виконання їх технологічних функцій [1-3].

Для вирішення поставлених завдань у якості основи дослідження використовуємо системний підхід [1-3]. Системність являє собою сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети, функціоналом дослідження, а саме – процесу покращення паливної економічності і екологічних показників ТЗ у період підготовки та здійснення пуску з двигунами, переобладнаними для роботи на зрідженому газовому паливі, які додатково обладнані СТП в умовах експлуатації (Q) є мінімальна витрата палива (G_T) та мінімальні викиди шкідливих речовин (G_Σ) двигуна ТЗ, які, беручи до уваги аналіз раніше виконаних робіт, залежать від температури навколишнього повітря ($t_{ноб}$), часу (t) та режиму теплової підготовки (k_t) і температури двигуна ТЗ ($t_{об}$). В даному випадку запропонований функціонал можливо представити у вигляді:

$$Q(G_T, G_\Sigma) = F(t_{ноб}, t, k_t, t_{об}) \rightarrow \min.$$

Для його реалізації у відповідності до загальної схеми і структури наукового дослідження виконана систематизація можливих варіантів СТП для ТЗ з

двигунами, переобладнаними для роботи на зрідженому газовому паливі [1-3]. Були виділені основні функціональні елементи з їх складовими: двигун ТЗ переобладнаний для роботи на зрідженому газовому паливі в умовах експлуатації та СТП двигуна ТЗ [1-3]. Вирішення задач в частині розробки методу дослідження паливної економічності і екологічних показників двигунів ТЗ, переобладнаними для роботи на зрідженому газовому паливі, оснащених СТП на основі теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП), основане на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних: інформаційної, аналітичної і енергетичної [1-3].

Висновок. В результаті проведеного аналізу та досліджень, сформовано функціонал процесу покращення паливної економічності і екологічних показників ТЗ у період підготовки та здійснення пуску з двигунами, переобладнаними для роботи на зрідженому газовому паливі, які додатково обладнані СТП в умовах експлуатації.

Л і т е р а т у р а

1. Погорлецький Д.С. Особливості застосування систем теплової підготовки для полегшення пуску транспортних двигунів, працюючих на зрідженому газовому паливі / Науковий вісник Херсонської державної морської академії № 2 (17), 2017. С.181-186. ISSN 2313-4763, Херсон.

2. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., "Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems)," SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.

3. Д.С.Погорлецький, І.В.Грицук, Д.С.Адров, А.В.Білай. Особливості визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин двигунів транспортних засобів, що працюють на газовому паливі. Двигуни внутрішнього згорання//Науково-технічний журнал. Харків: НТУ "ХПІ". 2021. №1. С. 102.

Наукове видання

**III ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ–КОНФЕРЕНЦІЯ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ:
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**

Матеріали III 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 щодо розглянутих питань

Видавництво

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Адреса: вул. Фанагорійська, 7, м. Ізмаїл,
Одеська область, Україна