

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



**17-18 листопада 2022 року
м. Київ**

Зареєстровано в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної інформації (УкрІНТЕІ)» за №421 від 29 вересня 2022 р.

Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції м. Київ, 17–18 листопада 2022р., вид-во: Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №421 29.09.2022, 2022. 266 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на IV Всеукраїнську інтернет-конференцію здобувачів вищої освіти, молодих вчених та викладачів «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», яка організована та проведена кафедрою електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій 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 за підтримки Громадської Організації «Національна Академія Наук вищої освіти України» та включена до плану Міністерства освіти і науки України.

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

Матеріали подано в авторській редакції

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

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

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»;

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

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»;

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;

Ловська А.О. – д.т.н., доцент, професор кафедри інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту;

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;

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

Фомін О.В. – д.т.н., професор, професор кафедри вагонів та вагонного господарства 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;

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

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, доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Гулак С.О. – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

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

Мелконова І.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедри електричної інженерії, заступник декана факультету інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;

Руднєв Є.С. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;

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

ЗМІСТ

Секція 1: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

Ковалюк О.О., Гулак С.О.

МЕТОД КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБМОТОК РОТОРІВ
ТЯГОВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ 14

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

РОЗРОБКА WI-FI МОДУЛЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДАНИХ
ПРОГНОЗУ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ
З ВЕБ-РЕСУРСУ 16

Ретівов О.О., Гулак С.О.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ В КОЛІСНО-МОТОРНОМУ
БЛОЦІ В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ 17

Сехна О.В., Гулак С.О.

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
СТРУМОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ
СТАТОРНОЇ ОБМОТКИ ТЯГОВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ 19

Трощинський Є.Г., Тимченко Л.І.

РОЗРОБКА НЕЙРОННИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ 21

Федь В.В., Смолянінов В.Г.

АНАЛІЗ ЗМІН ІНДУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЙНОГО
КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ 22

Секція 2: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Клярський О.Б., Кириченко О.С.

ЗАПОБІЖНИК З ПЛАВКОЮ ВСТАВКОЮ ДЛЯ ЗАХИСТУ
ТРАНСПОРТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ 26

Левчук О.С., Смолянінов В.Г.

ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ 29

Місецький М.С., Кириченко О.С.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДУЛЯ
З КОМПЕНСОВАНИМИ КОМУТАЦІЙНИМИ ПЛАСТИНАМИ 32

Секція 3: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ

Артьомов В.В., Мірошник О.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА СПОСОБІВ ДІАГНОСТИКИ
ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ 35

Белєвцов Є.А., Мірошник О.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ВІТРОВОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ 37

Богун Н.А., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 10-0,38 КВ	39
Воздраганов М.Р., Малий Я.С., Шведчикова І.О. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	41
Воробей В.В., Становський Є.Ю., Шавьолкін О.О. УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ В СТРУКТУРІ МОДЕЛІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ	43
Грибовський В.А., Малюк С.В. СПОСОБИ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	44
Дорожко Т.І., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	47
Зайка О.В., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ	49
Закаблук М.А., Дубравін Ю.Ф. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗМІННОГО СТРУМУ З КОЛЕКТОРНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ	51
Калюжний М.Д., Мороз О.М. ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	54
Коженков Д.Ю., Морнева М.О. ЩОДО ЕНЕРГОАУДИТУ	56
Макаренко О.В., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛОУЗЕРІВ РВА/TEL 10	58
Мотайло М.С., Мороз О.М. СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ – ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ	60
Музиря О.Р., Морнева М.О. ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ	62
Музиченко Д.А., Шавьолкін О.О. ГІБРИДНА ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З АКУМУЛЯТОРОМ ТА РЕГУЛЬОВАНИМ НАКОПИЧУВАЛЬНИМ БОЙЛЕРОМ	64
Ніконов Д.А., Дубравін Ю.Ф. ЗНИЖЕННЯ ЕМІСІЇ ВИЩИХ ГАРМОНІК В МЕРЕЖУ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОТЯГИ ЗМІННОГО СТРУМУ	65
Павлов А.А., Мороз О.М. ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО УДАРУ	68

Пікалов Н.О., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛОУЗЕРІВ РВА/TEL-10В СИСТЕМІ МІСЦЕВОГО РЕЗЕРВУВАННЯ СПОЖИВАЧІВ	70
Попов С.В., Петраш О.В., Біловод І.В., Іваніщева В.В. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА	72
Сотнік О.В., Мороз О.М. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТ НА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РЯДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ ВІД РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	75
Стеценко О.О., Кокряцька Н.І. РОЗРОБКА МЕТОДУ СЕГМЕНТАЦІЇ БАГАТОГРАДАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ОЗНАК ПРОСТОРОВОЇ ЗВ'ЯЗНОСТІ	78
Тоберт М.Ю., Мерчанський Н.О., Мороз О.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ МОНІТОРИНГУ SOLAREEDGE	81
Чигринець К.Д., Пастушенко Р.Р., Трунова І.М. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	84
Юревич М.О., Марченко Р.М., Шавьолкін О.О. ВРАХУВАННЯ СТУПЕНЮ ВИКОРИСТАННЯ ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ ПІД ЧАС РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ	86
Юрченко Ю.О., Мірошник О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ В УКРАЇНІ	87

Секція 4: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Возна Н.А., Герцій О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖАХ СКЛАДНОЇ ТОПОЛОГІЇ	90
Гармаш М.С., Герцій О.А. ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ЗВ'ЯЗКУ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ	92
Жук Д.О., Кокряцька Н.І. МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ФРАГМЕНТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЛАЗЕРНИХ ТРАС	95
Забара О.К., Герцій О.А. АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ ЗАСОБАМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ТИПУ МПЦ-У	97

Kravets D.O., Pivtorak H.V.	
FEATURES OF USING THE BEHAVIORAL MODELS OF TRANSPORTATION DEMAND FOR CITIES	99
Кривобочек А.Л., Герцій О.А.	
АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ БЕЗПЕКИ В БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	101
Курєєв О.В., Голуб Г.М.	
ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	104
Миронов О.Г., Герцій О.А.	
ПОШУК БАЗОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФОРМУВАННЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	106
Могилюк М.Л., Саяпіна І.О.	
АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	108
Тихонов А.О., Кокряцька Н.І.	
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ МЕРЕЖ	110
Янчук М.М., Саяпіна І.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ	111

Секція 5: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Гроза Є.С., Куроп'ятник О.С.	
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДУ ЗІ ШКІВОМ ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ	113
Мушенко О.В., Зайченко С.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОХІДНИЦЬОГО ЩИТА	114
Підгорний Н.А., Солнцев О.В., Кузнєцов Ю.М.	
МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ УНІВЕРСАЛЬНО-ПОВОРОТНИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ	116
Столярчук Д.П., Кузнєцов Ю.М.	
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ НАСТІЛЬНІ ГРІНДЕРИ	119
Шарапов М.Ю., Куроп'ятник О.С.	
ПІДВИЩЕННЯ ВАГОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВОДУ ЗІ ШКІВОМ ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ	123

Секція 6: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Бредіхін О.О., Обєдін Д.А., Сорока О.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ	125
Буряк І.І., Карпечкіна А.В., Дорошенко О.Ю.	
ВПЛИВ ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ІНДУСТРІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ	128
Буряк С.Ю.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ПЕРЕШКОД У РЕЙКОВИХ КОЛАХ	130

Буряк С.Ю., Петровський О.С. МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ НЕСПРАВНОСТЕЙ НА ВИСОКОШВИДКІСНИХ ДІЛЯНКАХ ЗАЛІЗНИЦІ	132
Ватуля Г.Л., Ловська А.О., Краснокутський Є.С. ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ДОВГОБАЗНОГО ВАГОНА-ПЛАТФОРМИ, ЗАВАНТАЖЕНОГО КОНТЕЙНЕРАМИ ТИПУ ХОПЕР	134
Вишиванюк Т.М., Горлач М.О., Дорошенко О.Ю. ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНІ РОЗЧИНИ ДЛЯ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ	136
Гоголенко П.С., Дзюба Р.О., Олійник О.А. ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА ОЦІНКА НОРМ ШИРИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ РІЗНИХ РАДІУСІВ	139
Горбань М.В., Михайлов Є.В. ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПКИХ ВАНТАЖІВ	142
Горлушко Ю.В., Іщенко В.М. О ЗАМІНІ ХОЛОДОАГЕНТА В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ	145
Гололобова О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА ПРИСТРОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	147
Горобченко О.М., Зайченко С.В. РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВОЗУ ЗА ПУСКОВИМИ СТРУМАМИ СТАРТЕРА	150
Губаревич О.В. МОНІТОРІНГ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ У СКЛАДІ ДІАГНОСТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	152
Долбня Д.М., Михайлов Є.В. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ РОБІТ НА ТРАНСПОРТІ	155
Дорошенко О.Ю. ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ЯК КОМПОНЕНТА ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО БУДІВНИЦТВА	159
Закаблук М.П., Ковальчук В.В. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНИХ ЗМІН ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ	161
Іванов Р.В., Стасенко С.С., Курган М.Б. ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ Й ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ	164
Карась А.В., Михайлов Є.В. ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ	167

Кіртока І.С., Заїка Д.О. АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНИХ ЛОКОМОТИВНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙ ЗАЛІЗНИЦЬ ЄВРОПИ	170
Козюберда А.А., Климаш А.О., Костогриз К.П., Соловійов Г.І. ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ТОКСИЧНИХ СПОЛУК У ПОВІТРЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ NH ₃ У ЯКОСТІ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ	172
Левицький М.О., Малюк С.В. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ	176
Ловська А.О., Равлюк В.Г., Elyazov Israil Shukur oglu ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ	179
Мазуров І.А., Расновська А.Б., Сорока О.О. ДЕФЕКТИ РЕЙОК ТА ЗАСОБИ ЇХ ДІАГНОСТИКИ	181
Мельничук С.О., Курган М.Б. РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЛЬВІВ-РАВА-РУСЬКА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ «CITY EXPRESS»	184
Молчанов Д.Ю., Мурадян Л.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ	187
Нудьга А.В., Буряк С.Ю. ЕВОЛЮЦІЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ БАТАРЕЙ	189
Оверченко Д.І., Кара С.В. ВИПРОБУВАННЯ ГУМОКОРДНИХ ОБОЛОНОК МУФТ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	191
Оверченко Д.І., Співак О.М. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ ПРИВОДОМ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ	193
Олійник О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СИЛ ВЗАЄМОДІЇ НА ВЕРТИКАЛЬНИХ НЕРІВНОСТЯХ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ ХРЕСТОВИН СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ	196
Петренко Д.Д., Ковальчук В.В. ПРО СТРУКТУРУ І ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПІДРОЗДІЛІВ ЕЛЕКТРОДЕПО «ХАРКІВСЬКЕ» КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ	199
Письменний І.М., Демченко О.В., Демченко В.О. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ	201
Піценко І.В., Мурадян Л.А. ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ БУКСОВОГО ВУЗЛА	204

Пономаренко О.В.	
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРИ ПРОДОВЖЕННІ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАГОНІВ	206
Прийма Ю.А., Заїка Д.О.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ	208
Равлюк В.Г., Дерев'янчук Я.В.	
АВТОМАТИЧНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ ГАЛЬМ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ	210
Семенова О.В., Гулемба Г.І., Гулемба О.О., Семенов С.О.	
АНАЛІЗ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	213
Соловйова О.В.	
ПЕДАГОГІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ЯК АСПЕКТ НАВЧАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН	215
Сорока К.О., Кулинич Ю.М., Олійник О.А.	
АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ІСНУЮЧОЇ КРИВОЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗЙОМКИ МЕТОДОМ СТРІЛ	218
Сорока О.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ЕЛЕМЕНТІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ	221
Твердохліб Б.В., Іщенко В.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ БУДОВИ І ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ МАБ-ІІ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА	224
Усатий В.С., Сапронова С.Ю.	
АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ	226
Фомін О.В., Козинка О.С.	
ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	230
Фомін О.В., Прокопенко П.М., Кара С.В., Туровець Д.А.	
КОНТРОЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ВАГОНА-ЦИСТЕРНИ ДЛЯ НАФТОПРОДУКТІВ	234
Фомін О.В., Прокопенко П.М., Кара С.В., Туровець Д.А., Лісничий В.С.	
ВИПРОБУВАННЯ СТІЙКИ СІДЕЛЬНОЇ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАПІВПРИЧЕПІВ НА ВАГОНАХ-ПЛАТФОРМАХ МОДЕЛІ 13-9004М	236
Хмелевська Н.П., Курган М.Б.	
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЗАЛІЗНИЦЬ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ	239

Швець А.О., Мурадян Л.А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ
ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З РЕЙКАМИ ПРИ ЗМІЩЕННІ
ЦЕНТРУ МАС ВАНТАЖУ

242

Ярошенко І.М., Співак О.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДОПОМІЖНИХ
МАШИН ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

245

Секція 7: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ

Куришина Ю.М., Вільшанюк М.С.

МОРСЬКИЙ ШОВКОВИЙ ШЛЯХ

248

Росич К.Є., Кічка О.І.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ
СИСТЕМАХ

251

Сидорчик П.О., Голубєва С.М.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

254

Секція 8: МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гельман Ю.В., Мелконов Г.Л.

МЕТРОЛОГІЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІРТУАЛЬНІ
ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ

256

Кіяшко Н.А., Кульбовський І.І.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЇ В ПРОЕКТАХ
ЕКОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

257

Конєв В.М., Кульбовський І.І.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СЕРТИФІКАЦІЇ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

260

Мелконов Л.Д., Мелконова І.В.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ВІДБІР У МЕТРОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ

262

Сінтюрьова М.Є., Кульбовський І.І.

СИГНАЛИ ЯК НОСІЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАСОБАХ
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

263

СЕКЦІЯ 1: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

МЕТОД КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБМОТОК РОТОРІВ ТЯГОВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Ковалюк О.О. – магістр, superknight846@gmail.com

Гулак С.О. – к.т.н., доц., sgoolak@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена тим фактом, що на електрорухомому складі залізниць асинхронні тягові двигуни працюють в важких умовах пуску (з тривалістю більше 3 с.) і значна частина відмов яких (6-10% від загальної кількості відмов) є обриви стрижнів короткозамкнених обмоток ротора.

Метою роботи є розробка методів контролю технічного стану обмоток роторів тягових асинхронних двигунів електрорухомого складу по зовнішньому магнітному полю і струму статора в пусковому режимі.

Обриви стрижнів обмотки ротора тягового асинхронного двигуна можуть призвести до серйозної шкоди для електрорухомого складу, що позначається на безвідмовності та економічності його роботи [1, 2]. По-перше, при роботі з обірваними стрижнями зростають магнітні та електричні втрати двигуна. По-друге, при роботі обірвані стрижні складальної обмотки ротора можуть відігнутися і пошкодити ізоляцію лобової частини обмотки статора або сталь статора [1, 2]. Це призведе до необхідності ремонту самого двигуна. В ряді випадків може знадобитися і його заміна. Тому проблема своєчасного виявлення обривів стрижнів обмоток роторів тягових асинхронних двигунів становить значний інтерес для організацій, що експлуатують електрорухомий склад з асинхронними тяговими двигунами.

Існує велика кількість способів, які з достатньою точністю визначають наявність обірваних стрижнів асинхронних двигунів у сталих режимах: на базі спектрального аналізу сигналів струму статора, зовнішнього і внутрішнього магнітного полів, сигналів вібрації і т.д [3, 4]. При цьому аналіз умов роботи тягових асинхронних двигунів, що застосовуються електрорухомому складі, показує, що найбільш доцільно проводити контроль наявності обірваних стрижнів в режимі пуску, а не в сталому режимі [5].

Пропонується метод контролю технічного стану обмоток роторів асинхронних тягових двигунів, що застосовуються на електрорухомому складі, в режимі пуску та заснований на аналізі значень фазних струмів статора.

З цією метою було розроблено алгоритму для аналізу частотно-часових спектрів сигналів тягових асинхронних двигунів при пуску на базі віконного перетворення Фур'є і його апробація на тестовому сигналі, близькому до пускових сигналів тягових асинхронних двигунів з тривалим пуском. Для реалізації запропонованого алгоритму були визначені присутні в зовнішньому магнітному полі та струмі статора при пуску діагностичні ознаки і параметри пошкодження обмоток роторів тягових асинхронних двигунів за рахунок розробки в програмному комплексі MATLAB моделей даних двигунів та дослідження на основі розроблених моделей впливу обривів стрижнів обмоток роторів на частотно-часові спектри сигналів струму статора та радіальної складової індукції зовнішнього магнітного поля.

Висновок. Запропонований метод контролю технічного стану обмоток роторів тягових асинхронних двигунів дозволяє визначати наявність та ступінь ушкодження короткозамкнених обмоток тягових асинхронних двигунів та реалізувати систему діагностики їх технічного стану в складі тягового приводу електрорухомого складу, що підвищить безвідмовність та економічність роботи як самого двигуна, так і тягового приводу в цілому.

Л і т е р а т у р а

1. Garcia-Calva T., Morinigo-Sotelo D., Fernandez-Cavero V., Romero-Troncoso, R.. Early Detection of Faults in Induction Motors—A Review. *Energies*, 2022, Vol. 15, Is. 21, pp. 7855.
2. Zamudio-Ramirez I., Antonino-Daviu J. A., Osornio-Rios R. A., Dunai L. Tracking of high-order stray-flux harmonics under starting for the detection of winding asymmetries in wound-rotor induction motors. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2021, Vol. 69, Is. 8, pp. 8463-8471.
3. Asad B., Vaimann T., Belahcen A., Kallaste A., Rassõlkin A., Ghafarokhi P. S., Kudelina K. Transient Modeling and Recovery of Non-Stationary Fault Signature for Condition Monitoring of Induction Motors. *Applied Sciences*, 2021, Vol. 11, Is. 6, pp. 2806.
4. Sheikh M. A., Bakhsh S. T., Irfan, M., Nor N. B. M., Nowakowski, G. A Review to Diagnose Faults Related to Three-Phase Industrial Induction Motors. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 2022, Vol. 22, Is. 4, pp. 1546-1557.
5. Zhang X., Han K., Cao H., Wang Z., Huo K. Fault Injection Model of Induction Motor for Stator Interturn Fault Diagnosis Research Based on HILS. *World Electric Vehicle Journal*, 2021, Vol. 12, Is. 4, pp. 170.

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=2cQDTtZVqklFDDTMZlGdShAIdDwW73rj.

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.

Л і т е р а т у р а

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 1st ACM Conference on Embedded Systems for Energy-Efficient Buildings. November 2014, 174–175. doi: <https://doi.org/10.1145/2674061.2675020>

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ В КОЛІСНО-МОТОРНОМУ БЛОЦІ В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ

Ретівов О.О. – магістр, incorectboy@icloud.com

Гулак С.О. – к.т.н., доц., sgoolak@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена тим фактом, що збільшення швидкостей руху електрорухомого складу залізниць і його надійності можливе при умові виявлення причин що знижують ресурс вузлів і деталей, п також розробці заходів, які забезпечують їх гарантований ресурс роботи.

Метою роботи є збільшення ресурсу роликів підшипників тягових двигунів електровозів.

Підшипники колісно-моторного блоку локомотивів, що експлуатуються як і тягові електродвигуни є відповідальним вузлом локомотиву. Від їх надійності залежить безпека процесу перевезень і ефективність функціонування рухомого складу залізниць. Якірні підшипники тягових двигунів є найбільш навантаженим елементом колісно-моторного блоку, оскільки експлуатуються при великих навантаженнях і швидкостях.

Результати досліджень, проведених як в Україні, так і ряді країн світу показують, що підшипники не забезпечують заданий ресурс [1, 2]. Як правило, відбраковуються за результатами вібродіагностики та комісійних оглядів при проведенні планових та позапланових ремонтів локомотивів.

В залежності від характеру виникнення відмови підшипників діляться на раптові і поступові. Раптові, або миттєві, відбуваються в результаті різкої зміни значення одного, або декількох параметрів підшипника. Як правило, вони відбуваються при стрибкоподібній зміні навантаження, електричних чи механічних напруг в матеріалі підшипника. Поступові (параметричні) відмови характеризуються плавною зміною параметрів підшипника. Їх фізична природа – частіш за все зношуваність і втомливе старіння матеріалу [2].

При живленні електровозу від контактної мережі струм надходить до силових ланцюгів електровозу, а через рейку повертається на тягову підстанцію. При цьому в колі протікання струму приймають участь всі елементи колісно-моторного блоку, включаючи тягові електродвигуни і підшипники колісно-моторного блоку.

Як зазначалось в роботі [3], при введенні в схему заземлення електричного кола струмовідвідних пристроїв зберіглось заземлення збірної шини на остови тягових двигунів. В такому випадку струм після збірної шини може розподілитися по двом напрямкам:

1. по остову електродвигуна через моторно-осьовий підшипник у вісь колісної пари через елементи збірного колеса стікати в рейку;

2. по остову електродвигуна через моторно-якірний підшипник в вал якоря через зубчасте зачеплення у вісь колісної пари через елементи збірного колеса стікати в рейку.

При нормальному режимі роботи тягових електродвигунів спостерігається нагрівання електродвигуна до встановленого значення, навантаження і втрати практично не змінюються. При аварійних режимах роботи спостерігається збільшення величини струму в десятки і навіть в сотні разів в порівнянні зі значеннями струму в нормальному режимі.

Вузли колісно-моторного блоку виконані із конструктивної сталі, яка за своїми властивостями є провідником з малим активним опором. Тому розподіл струму визначається перехідним опором підшипникових вузлів і зубчастої передачі. Величина перехідного опору залежить від діалектичних властивостей мастильного матеріалу і від площі контакту пар тертя.

Маючи величину перехідного опору, важко оцінити через який підшипник буде протікати найбільший струм, так як слід враховувати об'ємний розподіл струму в якорі і остові. В зв'язку з цим фактором пропонується розраховувати розподіл струму в колісно-моторному блоці методом кінцевих елементів.

Колісно-моторний блок має великі габарити, тому розподіл струму запропоновано в окремих елементах його конструкції за наступним алгоритмом:

1. побудова тримірної твердотільної моделі об'єкту, що досліджується;
2. задання властивостей матеріалу об'єкту, що досліджується;
3. зазначення поверхонь або точок прикладання зовнішнього потенціалу і потенціалу рівню нуля;
4. дослідження моделі, що розглядається;
5. визначення перехідних опорів.

На основі отриманих значень перехідних опорів, використовуючи схему заміщення колісно-моторного блоку в аварійному режимі та при перекиданні дуги визначались струми, що протікають через вузли колісно-моторного блоку.

Висновок. Проведені дослідження показали, що опір ділянок не впливає на розподіл струму в колісно-моторному блоці, а найбільший струм протікає через ланцюги, що включають перехідні опори моторно-осьових і моторно-якірних підшипників.

Л і т е р а т у р а

1. Migal V., Arhun, S, Hnatov A., Dvadenko V., Ponikarovska S. Substantiating the criteria for assessing the quality of asynchronous traction electric motors in electric vehicles and hybrid cars. Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 2019, Vol. 36, Is. 10, pp. 989-999.

2. Wang Y., Cao J., Tong Q., An G., Liu R., Zhang Y., Yan H. Study on the thermal performance and temperature distribution of Ball bearings in the traction motor of a high-speed EMU, Applied Sciences, 2020, Vol. 10, Is. 12, pp. 4373.

3. Zou Y., Zhang Y., Mao H. Fault diagnosis on the bearing of traction motor in high-speed trains based on deep learning, Alexandria Engineering Journal, 2021, Vol. 60, Is. 11, pp. 1209-1219.

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ СТАТОРНОЇ ОБМОТКИ ТЯГОВИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Сехна О.В. – магістр, sekhna_oleksandr@ukr.net

Гулак С.О. – к.т.н., доц., sgoolak@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена тим фактом, що на електрорухомому складі залізниць з асинхронними тяговими двигунами значна частина відмов яких є міжвиткове замикання в обмотках статора.

Метою роботи є розробка методу контролю технічного стану обмоток статора тягових асинхронних двигунів електрорухомого складу, що може застосовуватись в системі діагностики, вбудованій до складу тягового приводу.

Головною умовою, що сприяє зниженню відмов у період експлуатації електрорухомого складу залізниць, є своєчасне діагностування та прогнозування поточного стану електродвигунів [1].

Забезпечити належний контроль технічного стану електродвигунів можуть лише вбудовані в електропривод діагностичні системи, які працюють у реальному часовому та експлуатаційному навантажувальному режимі з передачею даних про миттєвий стан основних елементів об'єктів контролю [1].

Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором знайшли широке застосування в якості тягових двигунів на рухомому складі залізниць.

Аналіз причин відмови асинхронного двигуна показав, що найбільша частина відмов припадає на ушкодження ізоляції обмоток асинхронного двигуна. Міжвиткове замикання статора двигуна обмоток займає найбільшу частину серед причин пошкодження ізоляції.

Огляд методів діагностики міжвиткового замикання статора обмоток, наведений в роботі [2], показав, що для діагностики міжвиткового замикання використовуються три основні методи: вібраційний, струмовий та температурний.

Незважаючи на той факт, що реалізація температурного методу є найменш

дорогою, діагностика міжвиткового замикання, що базується на температурному методі, є найменш точною. При проведенні стендової діагностики непогані результати точно показали системи діагностики, в основі яких лежить реалізація вібраційних методів. Але при проведенні стендових випробувань враховується той факт, що система напруг живлення асинхронного двигуна є симетричною та синусоїдальною.

Наявність несиметричних режимів в обмотках тягового двигуна призводить до зростання потужності, що споживається тяговим двигуном, зростання середнього значення статорного струму, зменшення коефіцієнту корисної дії та коефіцієнту потужності двигуна, а також до збільшення пульсацій моменту на валу двигуна [3]. До таких же негативних ефектів призводить і поява несиметрії в системі живлення асинхронних двигунів [2].

Крім того, в процесі експлуатації постійно змінюється характер роботи електрорухомого складу (рушання з місця, режим тяги, вибіг, гальмування, тощо). Це призводить до короткочасного виникнення перехідних процесів в системі тягового приводу, що, в свою чергу, викликає несиметрію систем статорних струмів тягових двигунів і несиметрію системи напруг на виході тягового перетворювача.

Тому вібраційні методи діагностування міжвиткового замикання при побудові системи діагностики, вбудованої до складу тягового приводу є неефективними.

В ході проведення досліджень впливу несиметрії обмоток статора на робочі характеристики асинхронного двигуна було встановлено, що збільшення амплітуд фазових струмів статора, як функцій кількості ушкоджених витків для кожної фази є стабільним і змінюється за лінійним законом. В експлуатаційних режимах роботи тягового приводу при нестабільності амплітуд системи напруг живлення, при спробі зриву в боксування зміни амплітуд фазних струмів статора є нестабільними.

Висновок. Застосування аналізу характеру зміни амплітуд фазних струмів статора є діагностичною ознакою, за допомогою якої можна діагностувати наявність міжвиткового замикання в асинхронних тягових двигунах з врахуванням експлуатаційних режимів роботи електрорухомого складу.

Л і т е р а т у р а

1. Gubarevych O., Goolak S., Melkonova I., Yurchenko M. Structural diagram of the built-in diagnostic system for electric drives of vehicles. Diagnostyka, 2022, Vol. 23, Is. 4, pp. 1-13.

2. Gerlici J., Goolak S., Gubarevych O., Kravchenko K., Kamchatna-Stepanova, K., Toropov A Method for Determining the Degree of Damage to the Stator Windings of an

Induction Electric Motor with an Asymmetric Power System, Symmetry, 2022, Vol. 14, Is. 7, pp. 1305.

3. Gubarevych O., Goolak S., Daki O., Tryshyn V. Investigation of turn-to-turn closures of stator windings to improve the diagnostics system for induction motors, Problemele Energeticii Regionale, 2021, Vol. 2, Is. 50, pp. 10-24.

РОЗРОБКА НЕЙРОННИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Трощинський Є.Г. – магістр, troschunskuy_eg@gsuite.edu.ua

Тимченко Л.І. – д.т.н., проф., tumchenko_li@gsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність теми. Одним з перспективних напрямів побудови ефективних систем обробки інформації є використання технології нейронних мереж. Нейронні мережі дозволяють, з одного боку, якщо алгоритми відомі і не вистачає обчислювальних потужностей, після представлення алгоритму в нейромережному базисі, використовувати потужні апаратні засоби з масовим паралелізмом. З іншого боку, там, де алгоритмів не існує або вони недостатньо ефективні, нейронні мережі дають можливість створювати системи обробки, які мають такі риси як гнучкість, здатність адаптуватися до змін зовнішніх умов, стійко зберігаючи високу якість роботи.

Головні переваги нейронних мереж можна розділити на дві основні групи: алгоритмічні і апаратні.

Нейронні мережі передбачають застосування принципово нового підходу до синтезу методів обробки в алгоритмічному сенсі. Дана технологія надає комп'ютерній системі можливість навчатися на прикладах, а штучні нейронні мережі – отримувати розв'язання для проблем, що раніше вважалися нерозв'язними без участі людини.

Нейронні мережі успішно застосовуються в широкому спектрі від побутових приладів, в яких з їх допомогою здійснюється вибір найбільш 6 сприятливих режимів роботи, до систем фінансового аналізу і обчислювальних комплексів управління бойовими діями. Все це свідчить про необхідність впровадження нейромережних технологій в системи обробки моніторингової інформації і, насамперед, в супутникові, радіолокаційні та інші технічні системи здобуття і первинної обробки великого потоку моніторингової інформації. Ці системи вимагають високої швидкості обробки великих масивів даних для отримання достовірних результатів про гідрометеорологічну, екологічну й іншу обстановку, що складається.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є застосування штучних

нейронних мереж для обробки інформації в технічних системах моніторингу навколишнього середовища.

Л і т е р а т у р а

1. Eprints Repo [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9543/1/> (дата звернення 30.10.2022)

АНАЛІЗ ЗМІН ІНДУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ

Федь В.В. – бакалавр, vadim.viktor.fed.01@gmail.com

Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., 701_701@ukr.net

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена широким впровадженням лінійних крокових пристроїв, що включають лінійні електромагнітні механізми та двигуни (ЛЕМД), для автоматизації технологічних процесів.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу функціонування і зміни - індуктивних параметрів при покроковому пересуванні рухомої ланки ЛЕМД.

При дослідженні роботи ЛЕМД [1], були наведені характеристики статичного синхронізуючого зусилля для пересування рухомої ланки ЛЕМД, що дозволяють аналізувати зміни магнітного опору кола статора при покроковому пересуванні рухомої ланки електромагнітного двигуна, якір якого є циліндром, набраним з чередуємих по довжині феромагнітних ділянок, розділених немагнітними вставками, а статор складається з кільцевих магнітних полюсів, між якими розміщені обмотки збудження. Полюси своїми наконечниками звернені в сторону якоря.

Вираз для розрахунку індуктивності обмоток ЛЕМД має вигляд [2],

$$L = W^2 / R_m,$$

де W - число витків обмотки; $R_m = l / \mu S$ - магнітний опір ланцюга; μ - магнітна проникність середовища; S - площа перетину магнітного потоку; l - середня довжина магнітного ланцюга.

Таким чином, індуктивність обмотки без урахування впливу вихрових струмів і відсутність насичення магнітної системи, при незмінній кількості витків обмотки, залежить лише від параметрів магнітного кола.

Магнітний потік замикається через всі ділянки магнітного ланцюга, тому щоб знайти сумарний магнітний опір, визначимо магнітний опір на кожній

діляниці. Вважаємо, що полюса статора однакові і однорідні тоді середню довжину магнітної силової лінії на окремих ділянках і їх площу поперекового перетині, позначимо через геометричні розміри статора двигуна, де враховані розміри якоря двигуна, відстань між стінками полюсів, площа полюсних наконечників, що складають п'ять фіксованих ділянок магнітного ланцюга двигуна: $R_{mI} = R_{m1} + R_{m2} + R_{m3} + R_{m4} + R_{m5}$ - значення яких не змінюються при пересуванні якоря.

Для запису магнітного опору на шостій ділянці скористаємося методикою, запропонованій в роботі [3]. Оскільки в ній розрахунок проведено через крайові провідності, то загальний магнітний опір для шостої ділянки запишемо:

$$R_{mII} = 1/G_1 + 1/G_2,$$

де G_1 - провідність першого статорного полюса; G_2 - провідність другого статорного полюса.

Розглянемо декілька діапазонів руху якоря на шостій ділянці при його пересуванні на довжину кроку. Перший діапазон враховує положення якоря до початку руху, магнітний опір запишемо через провідність граней першого (А), другого (В) полюсів і граней (С) феромагнітної секції якоря:

$$R_{m21} = 1/(G(B_1C_2) + G(B_2C_2) + G(B_3C_3) + G_{\alpha} + G_{\gamma}) + 1/(G(A_1C_1) + G(A_2C_2) + G(A_2C_1)),$$

де $G_{\alpha, \gamma}$ - провідність в точках на поверхнях феромагнітної секції якоря під краями полюсних наконечників, силові лінії яких є концентричними колами з центром в цих точках [3].

Загальний магнітний опір ланцюга запишеться як:

$$R_{m\Sigma I} = R_{mI} + R_{m21},$$

а індуктивність системи, для першого діапазону, коли зміни положення якоря в секції не відбувається, дорівнює:

$$L_I = W^2/R_{m\Sigma I} = W^2/(R_{mI} + R_{m21}).$$

Значенням індуктивності відповідає зміна струму в обмотці на відрізок часу $0 - t_1$ [4]. З точки зору положення якоря в системі, то він знаходиться в положенні, близькому до магнітної рівноваги попередньої включеної секції ЛЕМД.

Другий діапазон характеризує переміщення якоря під полюсний наконечник включеної секції ЛЕМД. Магнітний опір для цього положення якоря на шостій

ділянці дорівнює:

$$R_{m22} = 1/(G(B_1C_2) + G(B_2C_2) + G(B_1C_3) + G(B_3C_3) + 2G_\alpha) + \\ + 1/(G(A_1C_1) + G(A_1C_2) + G(A_2C_2) + 2G_\alpha).$$

Загальний магнітний опір ланцюга запишеться як: $R_{m\Sigma 2} = R_{mI} + R_{m22}$, а індуктивність системи, для другого діапазону, при зміні положення якоря у включеній секції ЛЕМД, дорівнює: $L_{II} = W^2/R_{m\Sigma 2} = W^2/(R_{mI} + R_{m22})$. Значенням індуктивності відповідає зміна струму в обмотці на відрізок часу $t_1 - t_2$ [4], де струм зменшується а індуктивність збільшується.

При переміщенні якоря можливе коливання його біля точки магнітного рівноваги включеної секції ЛЕМД (інтервал часу $t_2 - t_3$) [4]. Магнітний опір для шостої ділянки при даній зміні положення якоря дорівнює:

$$R_{m23} = 1/(G(B_1C_2) + G(B_2C_2) + G(B_1C_3) + G(B_3C_3) + 2G_\alpha) + \\ + 1/(G(A_1C_1) + G(A_1C_2) + G(A_2C_2) + G(A_1C_3) + 2G_\alpha),$$

тоді магнітний опір ланцюга запишеться як:

$$R_{m\Sigma 3} = R_{mI} + R_{m23},$$

а індуктивність системи:

$$L_{III} = W^2/R_{m\Sigma 3} = W^2/(R_{mI} + R_{m23}).$$

На цьому етапі рухома ланка ЛЕМД досягає положення магнітної рівноваги в секції включеної обмотки і її пересування закінчується. Як було зазначено вище, зміна індуктивних параметрів ЛЕМД, призводить до зміни величини струму в обмотках, що дозволяє розробляти засоби керування ЛЕМД з урахуванням цих змін.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлені зміни магнітного опору ланцюга статор-якір, та отримані аналітичні вирази, що враховують структуру та геометричні параметри ЛЕМД для розрахунку індуктивних параметрів ЛЕМД при покроковому пересуванні рухомої ланки, що дозволяє проводити як розробку нових конструктивних рішень ЛЕМД так і засобів для їх керування.

Л і т е р а т у р а

1. Смолянінов В. Г. Самокомутиція лінійного крокового пристрою / В. Г. Смолянінов, А. Р. Білоус // Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції м. Ізмаїл, 19-20 листопада 2020 р. Ізмаїл: вид-во Дунайського факультету морського та річного

транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр УкрІНТЕІ №658 27.10.2020, 2020. С.19-21.

2. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навчальний посібник / В.С. Маляр. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. 312 с.

3. Электромагнитный привод робототехнических систем: монография / [А.А. Афонин, Р.Р. Белозер, В.В. Гребеников и др.]. Киев: Наук. думка, 1986. 272 с.

4. Смолянінов В. Г. Енергоефективне керування лінійним кроковим пристроєм / В.Г. Смолянінов, О.М. Сухопара // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. К.: КНУТД, 2019. Вип. 4 (136). С. 49-57.

СЕКЦІЯ 2: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ЗАПОБІЖНИК З ПЛАВКОЮ ВСТАВКОЮ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТРАНСПОРТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Клярський О.Б. – бакалаврант, sasha.klyarskiy@gmail.com

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

Київський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження пов'язана з необхідністю використання сучасних підходів при дослідженні електричних запобіжників для захисту транспортного електрообладнання. Подібний захист є необхідним в аварійних комутаційних режимах вимикання електричних кіл, які вони захищають. На сьогодні подібні дослідження прикладного характеру вдається здійснити з використанням інформаційних технологій і вбудованими розрахунковими методами систем автоматизованого проектування.

Метою роботи є проектування запобіжника з плавкою вставкою для захисту транспортного електрообладнання та аналіз його електротеплової характеристики.

Запобіжники з плавкою вставкою призначені для захисту від короткого замикання або перевантаження генераторів, різних струмоприймачів і приладів [1-2]. Дія цих запобіжників полягає в тому, що в електричне коло послідовно вмикається провідник такої довжини і такого поперечного перерізу, щоб при проходженні через нього певного струму він розплавлявся і електричне коло, що захищається, розмикалося. Провідник, що розплавляється, виготовляється зазвичай у вигляді нитки або пластини спеціальної форми та носить назву плавкої вставки. Час перегорання плавкої вставки залежить від величини струму: чим більший струм, тим швидше відбувається перегорання плавкої вставки. Наприклад, при струмі рівному 130-140 % від номінального плавка вставка не перегорає, при двократному струмі вставка перегорає впродовж 20-40 с, а при п'ятикратному – впродовж 0,5-0,6 с.

Випробування перегорання плавких вставок показують, що запобіжник може задовільно забезпечити захист від коротких замикань, а захист від перевантажень він забезпечує недостатньо. Слід зазначити, що встановити струми плавлення вставки складно, тому що однакові вставки розплавляються не за однієї і тієї ж величини струму. На струм плавлення впливають довжина плавких вставок при однаковому перерізі, кріплення та запаювання кінців вставок, зовнішня

температура, окислення, ступінь вологості та ряд інших причин. Слід наголосити, що запобіжники з плавкими вставками небезпечні, якщо не будуть виконані правила їх встановлення та конструкція їх не відповідатиме встановленим нормам. Небезпека полягає в тому, що бризки розплавленого металу, а також металеві пари можуть спричинити тривалу електричну дугу та пожежу, а також опіки обслуговуючого персоналу.

На суднах морського та внутрішнього водного транспорту установка плавких запобіжників в арматурі електричних ламп, штепселях, розетках та інших подібних приладах не допускається через складність догляду та спостереження. Запобіжники з плавкими вставками дозволяється встановлювати лише в розподільних щитах. У суднових електроенергетичних установках широко застосовують запобіжники з плавкою вставкою двох типів: трубчасті типу ПР і пробкові типу ПД. В якості електротехнічних матеріалів плавких вставок в електричних запобіжниках морського та внутрішнього водного транспорту застосовується мідь, цинк, свинець або срібло.

На рис. 1 показано судновий запобіжник серії ПР-2, типову конструкцію якого взято в якості базової для проєктування запобіжника з плавкою вставкою для захисту транспортного електрообладнання.

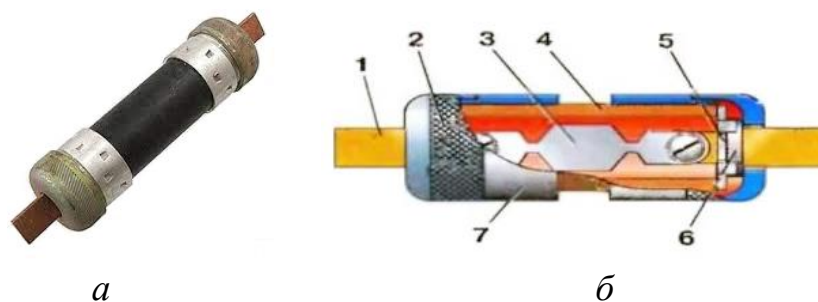


Рисунок 1 – Запобіжник серії ПР-2 з плавкою цинковою вставкою: загальний зовнішній вигляд (а), базова конструкція (б)

Габаритні розміри плавкої вставки (рис. 2) спроектованого запобіжника для захисту транспортного електрообладнання становлять 73×11 мм. В процесі проєктування товщину плавкої вставки було обрано рівною 0,5 мм, в якості матеріалу вставки використано цинк. Цинкову плавку вставку за допомогою сталевих болтів закріплено до мідних контактних пластин. В якості граничних умов розрахунку було прийнято, що температура крайніх торцевих поверхонь мідних контактних пластин (рис. 3, а) рівна температурі оточуючого середовища та становить 20 °С, а електричний потенціал крайньої торцевої поверхні мідної пластини, розташованої праворуч, становить 0 В.

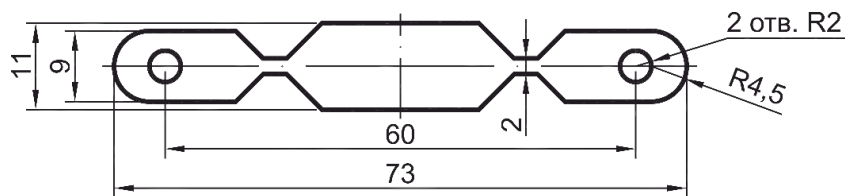


Рисунок 2 – Креслення плавкої вставки спроектованого запобіжника

Розрахунок проводився чисельно на основі кінцево-елементної моделі запобіжника (рис. 3, б). Враховувалося, що температура плавлення цинку становить приблизно 419,5 °С.

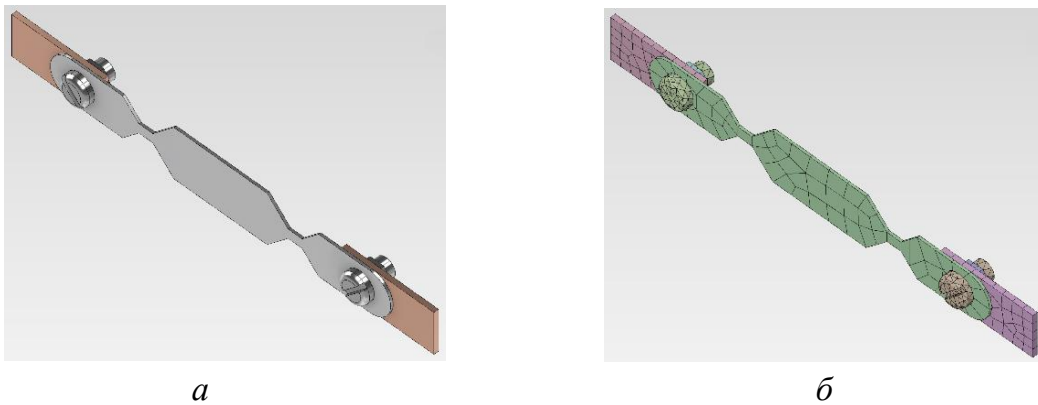


Рисунок 3 – Геометрична (а) та кінцево-елементна (б) моделі плавкої вставки розробленого запобіжника

На основі проведених розрахунків побудовано електротеплову характеристику $t = f(I)$ спроектованого запобіжника з плавкою цинковою вставкою (рис. 4), яка враховує розсіювання теплоти з зовнішніх поверхонь за рахунок вільної конвекції і теплового випромінювання. Температурний нагрів по моделі фізично є рівномірним, а наявна нерівномірність на ілюстрації розподілу температурного поля пов'язана з обраними тепловими граничними умовами.

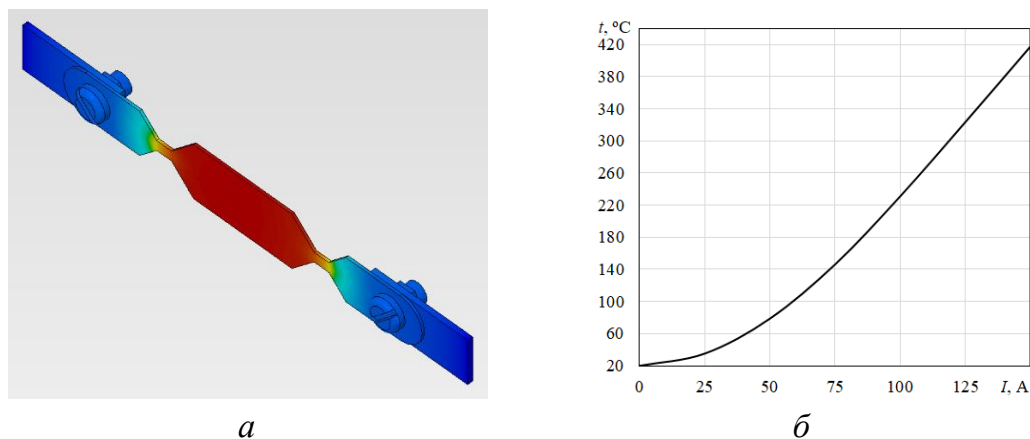


Рисунок 4 – Розподіл поля температури при 150 А по моделі спроектованого запобіжника (а) та його електротеплова $t = f(I)$ характеристика (б)

Висновок. В результаті спроектовано запобіжник з плавкою цинковою вставкою з габаритами 73×11 мм і товщиною 0,5 мм для захисту транспортного електрообладнання, побудовано його електротеплову характеристику $t = f(I)$. Встановлено, що температуру плавлення цинкової плавкої вставки досягнуто при силі струму близькій 150 А.

Л і т е р а т у р а

1. Бурштинський Ю.Л. Силові низьковольтні запобіжники / М.В. Бурштинський, А.І. Ковальчук, М.В. Хай. Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 108 с.

2. Скрипник В.В. Моделювання електротермічних процесів запобіжника з плавкими вставками / В.В. Скрипник, О.С. Кириченко // Матеріали III Всеукраїнської інтернет-конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку». Ізмаїл-Київ, 2021. С. 39-41.

ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Левчук О.С. – бакалавр, sashalevchuk@ukr.net

Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., 701_701@ukr.net

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена широким впровадженням автономних джерел живлення в промисловості та побуті, що потребує зарядних пристроїв для їх живлення.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу функціонування і розробка структури зарядного пристрою автономного джерела живлення.

Ефективність функціонування автономних джерела живлення (АДЖ) в значній мірі залежить від засобів, що забезпечують ефективне перетворення електроенергії, для живлення АДЖ. На практиці розроблена велика кількість різноманітних схем та засобів керування зарядними пристроями (ЗП) АДЖ, але потребують додаткового аналізу електричні процеси, що відбуваються в них при заряді АДЖ. При аналізі процесу заряду АДЖ та наведених характеристик [1], можна зробити висновки, що напруга при заряді АДЖ змінюється відповідним чином, що можна використати для побудови нових типів зарядних пристроїв, які відслідковують ці зміни та потребують розробки нових схемотехнічних рішень для їх реалізації.

Аналіз перетворювачів напруги, які знаходяться в складі зарядних пристроїв, що дозволяють забезпечити ефективний заряд АДЖ відслідковуючи зміну напруги на них, використовують, як перетворювачі напруги мостового типу, що здійснюють реверсування струму в навантаженні і для створення шляху струму

Таким чином, для реалізації ефективного заряду АДЖ з використанням датчиків зворотного зв'язку, найбільш перспективним є отримання інформації та використання сигналів, що знімаються з власних електричних параметрів АДЖ для формування імпульсів керування та побудови зарядного пристрою, що відслідковує ці зміни.

Структура зарядного пристрою АДЖ, що наведена на *рисунку 1*, містить: комутуючий елемент ($VT1$ - транзистор $n-p-n$ типа); амплітудний детектор ($АД - VD1$ та $C1$), виконуючий функцію опорного джерела напруги; аналоговий компаратора ($АК$ – з серії аналогових операційних підсилювачів), для порівняння поточного значення напруги АДЖ з опорним. Вихід компаратора з'єднується з керуючим електродом комутуючого елемента $VT1$.

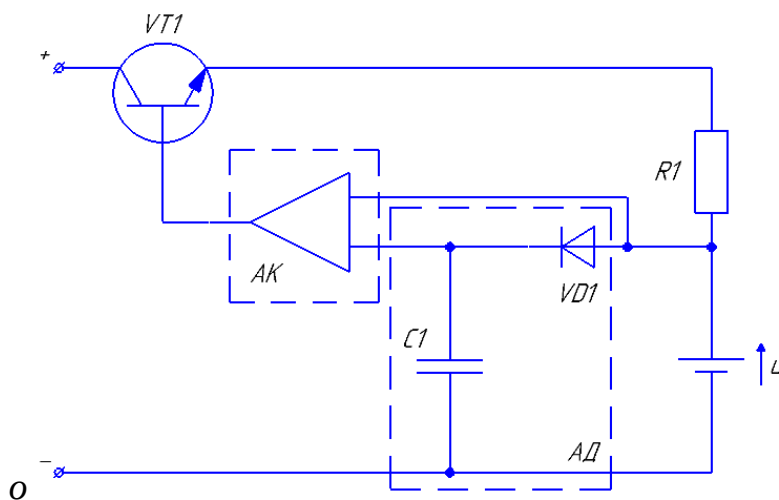


Схема працює наступним чином: напруга з АДЖ (U), поступає на один вхід

амплітудного компаратора AK і на вхід амплітудного детектора AD , який запам'ятовує всі зміни напруги на АДЖ і порівнює їх з поточними значенням напруги на ньому. Вихід AD підключений до іншого входу AK який порівнює поточне значення напруги АДЖ (U) з запам'ятованим значенням на AK , після чого виробляється сигнал розугодженості, який через вихід AK , підключений до керуючого електрода комутуючого елемента $VT1$, керує його роботою.

Наведену структурну схему на *рисунку 1*, після відповідної заміни активних елементів на їх еквівалентні схеми, зокрема, на низьких частотах еквівалентну схему біполярного транзистора можна подати Т-схемою заміщення, де α – коефіцієнт передачі струму [4], операційний підсилювач, керуючий елемент зарядного пристрою, можна зобразити як залежне джерело струму, що керується напругою (ЗДСКН) [5, 6], для якого струм навантаження не залежить від вихідної напруги і керується тільки вхідною напругою, якою буде напруга з АДЖ, вихід операційного підсилювача з'єднаний з базовим електродом комутуючого елемента $VT1$, для керування його струмом, що можна використати для аналізу енергетичних характеристик зарядного пристрою при різних режимах роботи комутуючого елемента $VT1$ та розрахувати вторинні параметри, коефіцієнти передачі напруги (K_u) та струму (K_i) [4]: $K_u = U_2 / U_1$ та $K_i = I_2 / I_1$, що зв'язують електричні параметри на вході і виході зарядного пристрою.

Висновок. В результаті проведеного аналізу, встановлене функціонування та розроблена структура зарядного пристрою, яка враховує схемотехнічні рішення та режими роботи комутуючого елемента зарядного пристрою, запропонована заміна активних елементів на їх еквівалентні аналоги, для аналізу енергетичних характеристик зарядного пристрою через коефіцієнти передачі, що дозволяє зв'язати електричні параметри джерела живлення та навантаження зарядного пристрою.

Л і т е р а т у р а

1. Хрусталеv Д.А. Аккумуляторы / Д.А. Хрусталеv. М.: Изумруд, 2003. 224 с .
2. Шавьолкін О.О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії: навч. посібник/ О.О.Шавьолкін; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. Ю.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. 403 с.
3. Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В. та ін.. Електроніка і мікросхемотехніка: У 4-х томах. Том 4. Книга 1. Силовая електроніка: навчальний посібник / За ред., В.І.Сенько. К.: Каравела, 2012. 640 с.
4. Сигорский В.П. Основы теории электронных схем: учебное пособие /В.П. Сигорский, А.И. Петренко. К.:Вища школа, 1971. 568 с.
5. Калниболотский Ю.М. Проектирование электронных схем: учебное пособие / Ю.М. Калниболотский, В.С Рысин. К.: Техніка, 1976. 144 с.
6. Коваль.Ю.О. Основы теории кил: підручник ч.1 /Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2004. 436 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДУЛЯ З КОМПЕНСОВАНИМИ КОМУТАЦІЙНИМИ ПЛАСТИНАМИ

Місецький М.С. – бакалаврант, volkovmaks652@gmail.com

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

Київський інститут водного транспорту

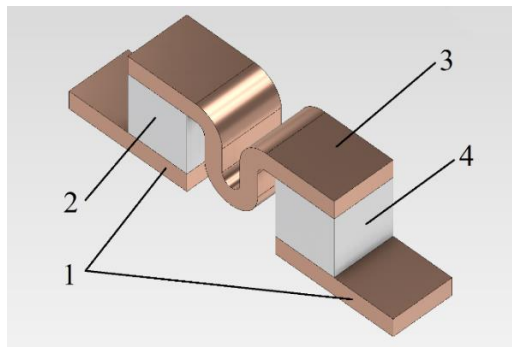
Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Термоелектричні електроустановки і електрообладнання загальнопромислової і суднової енергетики, які працюють на основі прямого та зворотного термоелектричного ефектів, мають значний технічний ресурс, є відносно простими та надійними, працюють безшумно, а також не мають рухомих частин [1]. Не зважаючи на вище зазначене залишаються невирішеними або вирішеними не в повній мірі питання виходу з ладу деякого термоелектричного електрообладнання внаслідок термічних напружень. Термічні напруження в матеріалі виникають внаслідок лінійних розширень на основні фізичних властивостей самого матеріалу, в результаті виникають не бажані поломки, особливо в суднових умовах. Термоелектричні модулі повинні мати надійні способи відведення теплоти. Таким чином, актуальними залишаються питання щодо моделювання термоелектричних модулів, в яких наявність компенсаційних елементів дозволить забезпечити зниження термічних напружень в загальнопромисловому та судновому термоелектричному електрообладнанні.

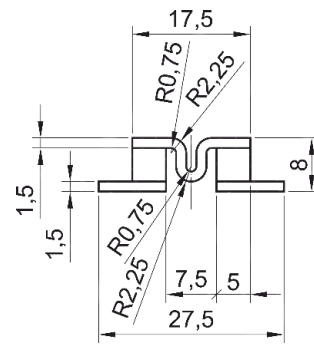
Метою роботи є моделювання термоелектричного модуля з компенсованими комутаційними пластинами, який забезпечить зменшення термічних напружень в судновому електрообладнанні.

Термоелектричний модуль з компенсованими комутаційними пластинами конструктивно складається з ланцюгів послідовно з'єднаних між собою термоелектричних елементів. Конструкцію термоелектричного елемента з компенсованою комутаційною пластиною показано на рис. 1.

Термоелектричний елемент з компенсованою комутаційною пластиною (рис. 1) складається зі звичайних мідних комутаційних пластин 1 на холодній стороні термоелемента, з напівпровідника *N*-типу 2, з компенсованої мідної комутаційної пластини 3, що має вигин, а також з напівпровідника *P*-типу 4 [2]. Напівпровідники *N*- та *P*-типу геометрично представляють собою форму куба з довжиною ребра 5 мм. Мідні комутаційні пластини мають товщину 1,5 мм.



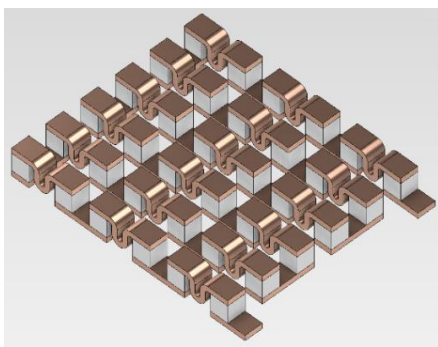
a



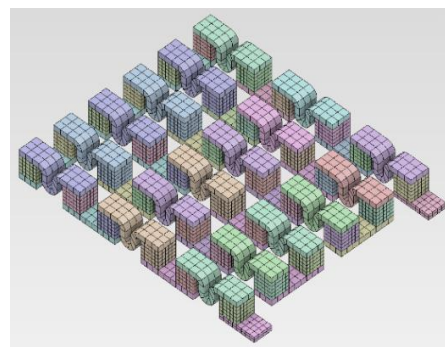
б

Рисунок 1 – Термоелектричний елемент з компенсованою комутаційною пластиною (а) та креслення його основних розмірів (б)

Геометрична модель термоелектричного модуля з компенсованими комутаційними пластинами (рис. 2, *a*) може бути розбита на окремі розрахункові елементи (рис. 2, *б*) та розрахована чисельно з використанням одного з так званих «сіткових» методів розрахунку.



a



б

Рисунок 2 – Геометрична (а) та кінцево-елементна (б) моделі термоелектричного модуля з компенсованими комутаційними пластинами

В результаті дослідження отримано функціональну залежність $\Delta t = f(I)$ (рис. 3) різниці температур Δt між гарячими і холодними комутаційними пластинами від сили постійного струму I , що проходить через ланцюг термоелектричного модуля, для діапазону струмів від 0 до 3 А.

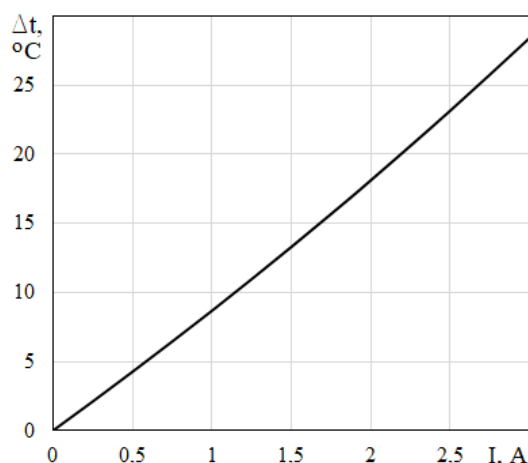


Рисунок 3 – Функціональна залежність $\Delta t = f(I)$ різниці температур Δt між гарячими і холодними комутаційними пластинами від сили постійного струму I

Висновок. В дослідженні проведено моделювання термоелектричного модуля з компенсованими комутаційними пластинами. Результати представлено у вигляді функціональної залежності $\Delta t = f(I)$ різниці температур Δt між гарячими і холодними комутаційними пластинами від сили постійного струму I в діапазоні від 0 до 3 А. Встановлено, що при силах постійного струму 1, 2 і 3 А різниці температур між холодними і гарячими комутаційними пластинами термоелектричного модуля становлять відповідно 8,6 °С, 18 °С і 28,4 °С.

Л і т е р а т у р а

1. Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: Справочник / Л.И. Анатичук. Киев: Наукова думка, 1979. 768 с.
2. Тараненко С.В. Термоелектричний елемент з компенсованою комутаційною пластиною для установок і пристроїв суднової енергетики / С.В. Тараненко, О.С. Кириченко, В.В. Колесник, С.В. Пріступа, О.В. Пастух // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції «Дніпровські читання – 2021». Київ: Вид-во КІВТ ім. Петра Конашевича-Сагайдачного ДУІТ, 2021. С. 88-92.

СЕКЦІЯ 3: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ТЕХНІЦІ

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА СПОСОБІВ ДІАГНОСТИКИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ

Артьомов В.В. – магістр, artemov@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлене підвищенням ефективності і надійності функціонування електротехнічного устаткування електростанцій залежить від його технічного стану. Сучасне електротехнічне устаткування має досить високі розрахункові показники надійності. Проте в процесі експлуатації під впливом різних чинників, умов і режимів роботи початковий стан устаткування безперервно погіршується, знижується експлуатаційна надійність і збільшується небезпека виникнення відмов. Надійність електроустаткування залежить не лише від якості виготовлення, але і від науково обґрунтованої експлуатації, правильного технічного обслуговування і своєчасного ремонту. У основі процесу експлуатації електроустаткування лежать послідовні в часі зміни станів роботи, резерву, ремонту, технічного обслуговування, зберігання [1, 2].

Аналіз динаміки зміни фізичного і морального старіння електроустаткування енергооб'єктів показує, що в електроенергетиці України швидкими темпами збільшується кількість устаткування, що відпрацювало свій технічний ресурс. Темпи наростання зношеного електроустаткування складають 2 – 6 % в рік від загальної кількості [3].

Метою роботи є дослідження методів та способів діагностики фотоелектричних модулів.

Враховуючи реальну економічну ситуацію в Україні, етапи і передбачувані результати реформування енергетичної галузі, найближчими роками складно чекати введення значної кількості нових генеруючих потужностей. Тому стійке і безперебійне електропостачання споживачів визначатиметься надійністю діючого нині електроустаткування. Для вирішення вище поставленої задачі необхідно приймати нові концепції технічного обслуговування обладнання, ремонту які забезпечують надійність устаткування. Досягається реалізацією наступних трьох основних напрямів: своєчасним і якісним ремонтом, технічним переозброєнням діючих енергооб'єктів, модернізацією електроустаткування.

Основним завданням технічної діагностики є розпізнавання стану технічної системи в умовах обмеженої інформації. Технічну діагностику іноді називають

без- розбірною діагностикою, тобто діагностикою, що проводиться без розбирання чи руйнування виробу. Аналіз технічного стану проводиться в умовах експлуатації, при яких отримання інформації вкрай ускладнене. Часто буває неможливо за наявною інформацією зробити однозначний висновок і доводиться застосовувати статистичні методи.

Теоретичним фундаментом для вирішення основного завдання технічної діагностики слід вважати загальну теорію розпізнавання образів. Технічна діагностика вивчає алгоритми розпізнавання щодо завдань діагностики, які зазвичай можуть розглядатися як завдання класифікації.

Алгоритми розпізнавання в технічній діагностиці частково ґрунтуються на діагностичних моделях, що встановлюють зв'язок між станами технічної системи та їх відбиттям у просторі діагностичних сигналів. Важливою частиною проблеми розпізнавання є правила прийняття рішень [4].

Найбільш ефективний і швидкий спосіб пошуку помилок і дефектів в ФЕ модулі вважається візуальний огляд. Всі ФЕ модулі перевіряються в єдиному порядку згідно міжнародно-утвердженого документу. Це дозволяє виявляти дефекти і відмови, застосувавши для статистичних оцінок різних експертів і країн. Візуальний огляд відповідно до стандартів ІЕС PV виконується до і після того, як модуль був підданий стрес-тестуванню навколишнього середовища, електричної або механічної лабораторії.

Стрес-тести, як правило, використовуються для оцінки конструкцій модуля в попередній стадії виробництва, якості продукції, і термін служби модулів. Найбільш поширені є стрес-тести: термоциркулювання, вологе заморожування, УФ- опромінення, механічні навантаження, вплив граду і теплового випробування.

Висновок. Технічна діагностика вивчає методи отримання і оцінки діагностичної інформації, діагностичні моделі і алгоритми прийняття рішень. Метою технічної діагностики є підвищення надійності та ресурсу технічних систем. Найбільш ефективними є такі види технічного діагностування: робоче технічне діагностування, тестове технічне діагностування, експрес-діагностування, прогнозувальне технічне діагностування. Виділено основні аспекти технічної діагностики електрообладнання СЕС.

Л і т е р а т у р а

1. Техническая диагностика. Термины и определения: ГОСТ 20911–86. М. : Из–во стандартов, 1990. 13 с.
2. Основы технической диагностики / [В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян та ін.]. М.: Энергия, 1976. 464 с.

3. Гуменюк В.М. Надежность и диагностика электротехнических систем: учеб. пособ для вузов / В.М. Гуменюк. Владивосток: Изд-во Дальневост. гос. техн. ун-та, 1998. 214 с.
4. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования. К.: Техніка, 1983.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Белєвцов Є.А. – магістр, belevcov@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omirosnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлена енергетичною стратегією України, яка полягає в тому що до 2035 року частка виробленої електроенергії ВДЕ повинна складати 25% від загального виробітку в країні. Згідно зобов'язаннями перед Європейським енергетичним співтовариством, Україна до 2020 року повинна збільшити частку ВДЕ в енергобалансі країни до 11% [1, 2].

Тому питання дослідження роботи вітроелектричних станцій в електричній мережі є дуже актуальним, бо для найефективнішої роботи ВЕС необхідно володіти певними знаннями. Вибір місця будівництва електричної станції, розробка головної схеми видачі потужності, вибір типу генератора та турбіни вітроелектричної установки, дослідження впливу ВЕС на аварійні режими в електричній мережі – все це є необхідним для вивчення при проектуванні вітростанції [3].

Метою роботи є дослідження та аналіз вітрового потенціалу та будови вітрової електростанції для запобігання виходу з ладу обладнання.

Вітроенергетика в світі розвивається дуже стрімкими темпами, адже згідно даних Міжнародної Асоціації Вітроенергетичного товариства, на кінець 2020 року встановлена потужність всіх вітроелектричних станцій в світі становить більше ніж 600 ГВт [4].

Україна не залишилася осторонь від розвитку вітроенергетичної галузі. Енергетика є визначальною галуззю для розвитку економіки України, без її розвитку прогрес в країні не можливий.

Україна володіє значними ресурсами вітрової енергії і завдяки своїм природно-кліматичним характеристикам може вийти на одне з провідних місць в світі по використанню енергії вітру.

На сьогоднішній день в Україні кількість ВЕС великої потужності становить 14. Загальна встановлена потужність становить близько 800 МВт.

У більшості розвинених країн в умовах державного стимулювання

виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії за останні роки досягнуто значного прогресу в будівництві і використанні вітроелектричних установок (ВЕУ).

Загальні потужності світових вітрогенераційних установок за 2018 рік збільшилися на 50,2 ГВт, досягнувши позначки в 596 ГВт.

Світовий приріст вітроенергетики в 2018 році склав 8,4%. Саме стрімкий розвиток вітроенергетичний ринок отримав в Бразилії, Польщі, Китаї та Туреччині - в цих країнах динаміка приросту показала найвищий рівень. Китай як і раніше займає перше місце в цьому списку, причому країна також стала світовим лідером і в галузі сонячної енергетики.

Таблиця та діаграма приросту встановленої потужності вітроелектричних станцій в країнах світу наведені на рис. 1 [2, 5].

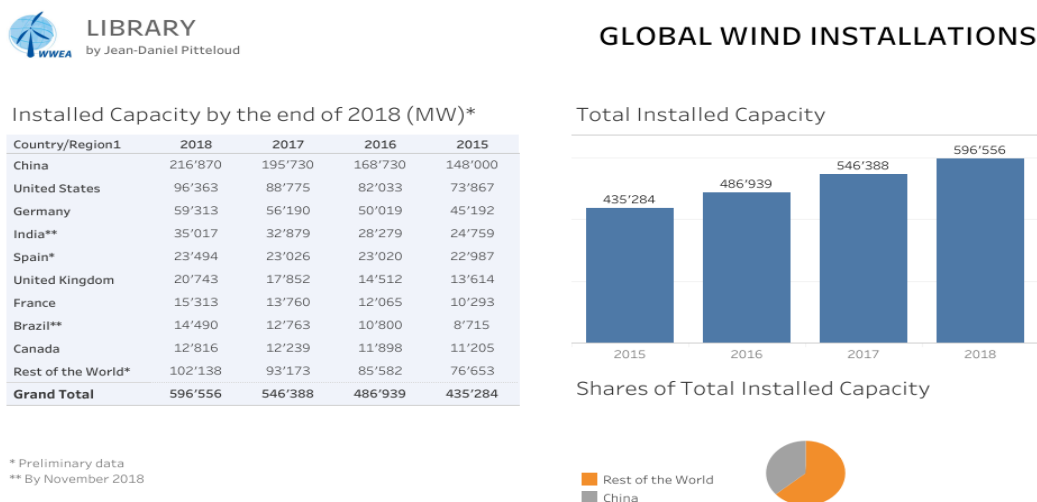


Рисунок 1 – Розподіл приросту встановленої потужності ВЕС в країнах світу

Висновок. В результаті проведеного аналізу, досліджень встановлено, що аналіз використання вітроелектричних станцій в світі, де було з'ясовано, що вітроенергетика розвивається в світі дуже стрімкими темпами та кожного року приріст встановленої потужності становить 50-60 ГВт. Також встановлено, що Україна володіє значними ресурсами вітрової енергії та має перспективні для будівництва місця.

Л і т е р а т у р а

1. Wind Energy International [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://library.wwindea.org/global-statistics-1980>
2. Wind Energy International [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://library.wwindea.org/global-statistics-2018-preliminary/>
3. С.О. Кудря, В.І. Будько. Вступ до спеціальності. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Курс лекцій. К.: НТУУ «КПІ», 2013. 387 с.

4. Н.С. Голубенко, С.И. Довгалоук, А.М. Фельдман, В.Б. Худик – О зависимости скорости ветра от высоты с учетом рельефа местности. Проектно конструкторское технологическое бюро «КОНКОРД».

5. Елистратов В.В., Кузнецов М.В. Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики. Ч.1. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003 г.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 10-0,38 КВ

Богун Н.А. – магістр, bogun@ukr.net

Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлене тим, що проблема енергозбереження є актуальною не лише для України, але й для всього світу. До складу галузей економіки України, що недостатньо ефективно використовують енергоресурси, входить і сама енергетика. Одна з головних причин невиробничих затрат енергії в енергетиці – високі втрати в електричних мережах.

Забезпечення якості електроенергії на достатньому рівні – одне з головних завдань електроенергетики України. Серед показників якості важливе місце посідає рівень несиметрії напруг електричних мереж. Несиметрія напруг негативно впливає на роботу споживачів, оскільки призводить до зниження надійності й економічності роботи електроприймачів (асинхронних двигунів, систем освітлення, конденсаторних установок, пристроїв автоматики та ін.), до збільшення втрат потужності в лініях електропередач і трансформаторах та зменшення їх пропускної здатності [1, 2].

Метою роботи є аналіз енергоефективних режимів роботи мереж 0,38/0,22кВ.

Несиметричним режимом роботи багатофазної електричної системи називають такий режим, при якому умови роботи однієї чи усіх фаз виявляються неоднаковими. У багатофазних системах, наприклад, трифазних, розрізняють короткочасні й тривалі (експлуатаційні) несиметричні режими.

Короткочасна несиметрія звичайно зв'язана з такими аварійними процесами, як, наприклад, короткі замикання, обрив із замиканням на землю, відключення фаз при однофазному автоматичному повторному включенні й т. ін.

Тривала несиметрія може виникнути при наявності несиметрії в тому чи іншому елементі системи електропередач або при підключенні до системи несиметричних (наприклад, однофазних) навантажень [3].

Найчастіше несиметрія напруги виникає через нерівності навантажень фаз. У сільських мережах 0,38 кВ несиметрія напруги викликається в основному

підключенням однофазних освітлювальних і побутових електроприймачів (ЕП) малої потужності. Кількість таких однофазних ЕП велика, і їх потрібно рівномірно розподіляти за фазами для зменшення несиметрії.

Розрізняють два види несиметрії: систематичну та ймовірнісну, або випадкову. Характерний випадок систематичної несиметрії постійне перевантаження однієї з фаз. У цьому випадку здійснюють вирівнювання навантажень фаз шляхом їх перемикання з перевантаженої на недовантажену фазу. Випадкова несиметрія характеризується почерговим перевантаженням то однієї, то іншої фази. У цьому випадку необхідним є застосування симетрувальних установок з автоматичним їх керуванням.

Неповнофазна робота елементів мережі викликається короточасним відключенням однієї чи двох фаз при коротких замиканнях або тривалішим відключенням при пофазних ремонтах. Одиночну лінію можна обладнати пристроями пофазного управління, які відключають пошкоджену фазу лінії в тих випадках, коли дія АПВ через стійке коротке замикання є неуспішною.

Несиметрію, обумовлену несиметрією лінії електропередачі, називають поздовжньою. Нею характеризуються неповнофазні режими, що виникають при пофазному ремонті лінії електропередачі чи іншого устаткування, і післяаварійні режими, коли при аварії на одній з фаз лінії електропередачі відключенню підлягає тільки ушкоджена фаза [4].

При несиметричному режимі в трифазній системі з'являються симетричні складові струмів і напруг зворотної і нульової послідовностей, що негативно впливають на роботу електроустаткування. Струми зворотної послідовності викликають появу зворотно синхронного магнітного поля, що обумовлює додаткове нагрівання електричних машин і зниження обертаючих моментів електродвигунів, а також спотворює трикутник напруг у споживача і на генераторних шинах. Струми нульової послідовності ведуть до несиметрії фазних напруг мережі, а також негативно впливають на лінії, що поблизу знаходяться, (наприклад, лінії зв'язку).

Висновок. Несиметрія напруг та струмів призводить до збільшення втрат потужності в лініях електропередачі і трансформаторах, а також до зменшення пропускної здатності останніх. Негативного впливу зазнають і синхронні генератори, в яких несиметричні струми спричиняють додатковий нагрів як статора, так і ротора.

Л і т е р а т у р а

1. Леонт'єв, В.О. Симетрування неповнофазних режимів в розподільних електричних мережах: монографія / В. О. Леонт'єв. Вінниця: ВНТУ, 2009. 164 с.
2. Милях А.Н. Схемы симметрирования однофазных нагрузок в трехфазных цепях /А.Н. Милях, А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов. К: Наук. думка, 1973. 219 с.

3. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях /И.В. Жежеленко, М.Л. Рабинович, В.М. Божко. К: «Техніка»1981. 310 с.

4. Шидловский А.К. Повышение качества энергии в электрических сетях / А.К. Шидловский, В. Г. Кузнецов. К.: Наук. думка, 1985. 268 с.

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Воздраганов М.Р. – бакалаврант, vozdroganovmukuta@ukr.net

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 вивчення досвіду впровадження лабораторного практикуму з дослідження водневих паливних елементів.

Серед всіх видів паливних елементів найбільше застосування знайшли воденеві паливні елементи з полімерною протонобмінною мембраною типу PEMFC (рис. 1). Вони використовуються на транспорті (автомобілі, що працюють на водні), в якості первинних і резервних джерел енергії, в портативній електроніці. В якості електроліту в таких паливних елементах застосовується мембрана з полімеру товщиною приблизно в 2-7 шарів звичайного паперу; відновлювачем виступає чистий водень. PEMFC мають наступні особливості: функціонування при достатньо низьких температурах (до 100°C), швидка зміна потужності, висока щільність енергії та достатньо висока вихідна напруга (близько 0,7 В з однієї комірки) [1].

В останній час спостерігається стрімкий розвиток та розповсюдження PEMFC технології. Тому важливим етапом підготовки майбутніх інженерів електротехнічних спеціальностей є ознайомлення з характеристиками паливних елементів типу PEMFC під час проведення лабораторних робіт.

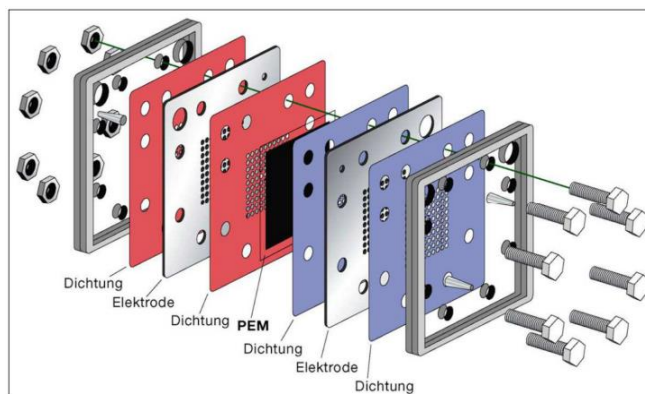


Рисунок 1 – Конструкція PEMFC

В Кооперативному державному університеті Баден-Вюртемберг

(Німеччина), який є партнером Київського національного університету технологій та дизайну, розроблений лабораторний практикум для дослідження різних типів паливних елементів. В рамках даної роботи розглянуто лабораторну установку для вивчення водневих паливних елементів PEMFC, в якості якої використовується науковий набір для автомобілів на паливних елемента Horizon FCJJ-11 (рис.2) [2]. За допомогою пристрою (рис.2) студенти знайомляться з принципом роботи реального транспортного засобу на паливних елементах – перетворенням водню на електричну енергію для приводу в дію автомобіля; вимірюють електричні параметри (струм та напругу), оцінюють ефективність роботи паливного елемента в залежності від напруги комірки, а також в порівнянні з іншими типами паливних елементів.

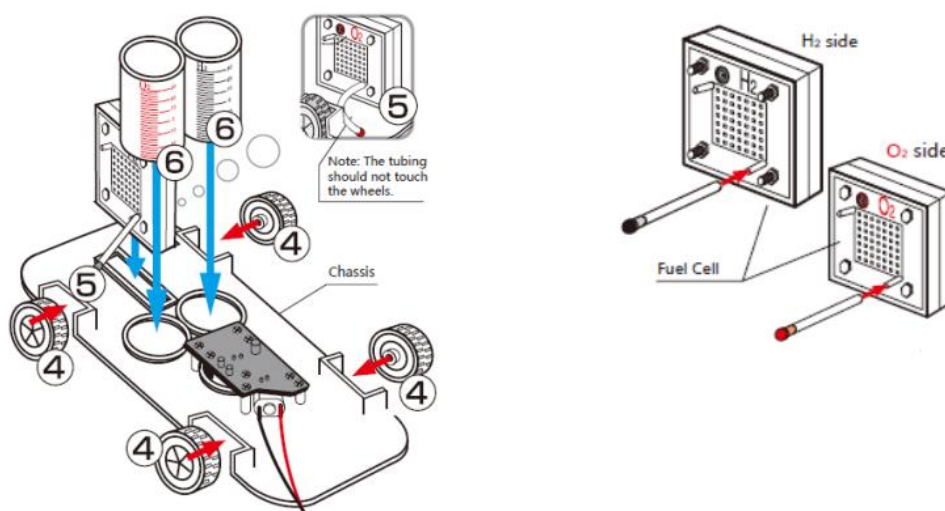


Рисунок 2 – Horizon FCJJ-11 PEMFC

Досвід впровадження лабораторної роботи показав, що під час виконання завдань студенти набувають компетентності здійснювати технічну розробку пристрою з бажаними властивостями; працюють разом міждисциплінарно в рамках виконання роботи; самостійно отримують додаткові знання та критично відображають результати дослідження. Під час проведення лабораторних занять студенти можуть використовувати свої навички з інших областей навчання, наприклад, з матеріалознавства та інформатики.

Висновки. Встановлено, що лабораторний практикум є важливою формою набуття фахових компетентностей здобувачами вищої освіти електротехнічних спеціальностей. Розглянуто експериментальну установку на основі Horizon FCJJ-11 для вивчення водневих паливних елементів PEMFC; визначено основні задачі, що вирішуються під час проведення лабораторної роботи. Узагальнено досвід впровадження лабораторної роботи в партнерському університеті в Німеччині.

Л і т е р а т у р а

1. Головка Н.В. Фізичні основи паливних елементів та перспективи їх використання // Наукові та методичні засади фізичної освіти. 2014. № 1(6). С. 104-110.
2. Fuel Cell Car Science Kit. [Online]. – Режим доступу: https://www.fuelcellearth.com/wp-content/uploads/converted_files/pdf/FCJJ-11-datasheet.pdf.

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ В СТРУКТУРІ МОДЕЛІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ

Воробей В.В. – магістрант, mainbitfram@gmail.com
Становський Є.Ю. – аспірант, stanovskyi.yevhen@gmail.com
Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com
Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена потребою використання адекватних математичних моделей на стадії розробки та проектування фотоелектричних систем (ФЕС), важливим елементом яких є акумуляторна батарея (АКБ).

Метою роботи є удосконалення математичної моделі АКБ, що забезпечує відтворення характеристик виробника у всьому діапазоні ступеню заряду.

Останнім часом поширюється практика моделювання систем з відновлювальними джерелами енергії в добовому циклі або «24h» [1]. Проте, моделі АКБ, що пропонуються, поряд з характеристиками виробника використовують ряд параметрів, визначення яких передбачає використання додаткової інформації або експериментальних даних. Здебільшого це стосується відтворення розрядної характеристики АКБ. Загальним недоліком вказаних моделей є те, що зарядна характеристика не враховує зміну режиму заряду (заряд з постійним струмом/ з постійною напругою).

Виконано аналіз зарядної $I_{Bch}(Q)$ і розрядної $U_{Brch}(Q)$ характеристик літій-іонного АКБ (LiFePO₄) типу PSL-BTC-12120 (Q - ступеню заряду, I_{Bch} і I_{Brch} – відповідно, струм заряду і розряду, U_B – напруга). Графоаналітичним методом визначені залежності параметрів від I_B та Q .

Висновки. В результаті отримано:

- відповідність характеристик заряду/розряду, що забезпечує математична модель АКБ характеристикам виробника, досягається використанням залежностей параметрів від ступеню заряду Q^* і значення струму I_B ;
- обґрунтована інженерна методика визначення параметрів моделі згідно характеристикам виробника;

- запропоновані рішення реалізовані у Matlab моделі АКБ.

Л і т е р а т у р а

1. Linda Barelli, Gianni Bidini, Fabio Bonucci, Luca Castellini, Simone Castellini, Andrea Ottaviano, Dario Pelosi and Alberto Zuccari. Dynamic Analysis of a Hybrid Energy Storage System (H-ESS) Coupled to a Photovoltaic (PV) Plant. *Energies* 2018, 11, 396; doi:10.3390/en11020396, www.mdpi.com/journal/energies.

СПОСОБИ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Грибовський В.А. – бакалавр, grubovskuy_va@gsuite.duit.edu.ua

Малюк С.В. – ст. викладач, maliuk_sv@gsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена тим, що постійно виникає потреба людства ефективно накопичувати та зберігати електричну енергію та використовувати її за необхідності. Людство все активніше шукає способи збереження енергії. І знаходить їх, але результат виходить із різною ефективністю.

Метою роботи є проведення аналізу існуючих способів накопичення і зберігання енергії в електричних мережах, визначення їхніх переваг і недоліків, узагальнення функціональних можливостей різних способів накопичення і зберігання електричної енергії для подальшого використання її для потреб людства.

ККД акумулюючих технологій визначається ставленням корисно використаної енергії до сумарної кількості енергії, отриманої системою. Тобто ефективність акумуляторів оцінюється з погляду втрат енергії у процесі зберігання порівняно із загальним обсягом енергії, що надійшов в енергетичну систему. При цьому проблема зберігання енергії з точки зору ефективності в сучасних технологіях вже вирішена порівняно з більш старими технологіями.

Розглянемо декілька способів накопичення і зберігання електричної енергії.

Літій-іонні акумулятори. Найпопулярніший вид акумуляції енергії. Зберігання енергії в літій-іонних батареях вважається одним із найефективніших. Але до певного часу, поки акумулятор не почне деградувати.

Плюси: швидке будівництво, практично миттєва видача накопиченої енергії у мережу (десяті долі секунди).

Мінуси: ціна, деградація акумуляторів, відсутність способів утилізації.

Літій-іонні акумулятори (Li-Ion) використовуються в різних пристроях вже більше двох десятиків років. Розвиток літій-іонної технології значною мірою

стимулювався потребами електромобілебудування.

В даний час літій-іонні акумулятори мають лише один серйозний недолік порівняно зі свинцево-кислотними акумуляторами з регульовальним клапаном - капітальні витрати на однакову кількість енергії вдвічі а то і втричі більші через вищу вартість виготовлення та вартість системи керування акумулятором.

Тим, хто хоче мінімізувати капітальні витрати, літій-іонні акумулятори не підійдуть, оскільки вони дорожчі за свинцево-кислотні батареї приблизно на 15%. Але можна з упевненістю сказати, що ціни на літій-іонні акумулятори продовжать знижуватися, на ринку з'являться нові хімічні матеріали й технології, а вже наявні будуть вдосконалені. Попри те, що ціни на деякі літій-іонні рішення поки що зависокі для переходу на них зі свинцево-кислотних акумуляторів з регульовальним клапаном, вони мають привабливу сукупну вартість володіння за 10 років із окупністю менш ніж за 4 роки. Якщо брати до уваги операційні витрати, вибір літій-іонних акумуляторів може бути цілком виправданий [1].

Power-to-Gas. Новий оригінальний спосіб збереження енергії отриманої з енергії вітру і фотоелектричних систем. Розробник - Технічний університет у Відні [2]. Суть методу в тому, що надлишок електроенергії в години з малим її споживанням, використовують для розщеплення води на водень і кисень за допомогою електролізу. Водень, в свою чергу, з діоксидом вуглецю (CO_2) синтезують в метан. При цьому, CO_2 для цього процесу передбачається видобувати з біогазових установок, які переробляють біогаз в біометан. При переробці біогазу в біометан в цих установках, зокрема, відділяється CO_2 . Це робиться при використанні власної унікальної технології Віденського університету - техніки мембранного фільтру. Ця мембрана потім також використовується для фільтрації штучно генерованого метану.

Розроблена технологія дозволяє виробляти метан високої чистоти для подальшого закачування в газові мережі.

Плюси: є можливість постачати метан прямо в газові мережі, перевезення контейнерів.

Мінуси: низька ефективність, дорогий процес електролізу.

Гідроакumuлюючі електростанції. Не такі свіжі, як літій-іонні акумулятори або водневі накопичувачі. Це перевірена десятиліттями і єдина технологія акумуляції, яка використовується в Україні. Останнім часом дуже активно, оскільки із запуском ринку електроенергії балансувати енергію в електричних мережах доводиться значно частіше [3].

Плюси: недороге зберігання, великі потужності.

Мінуси: дороге та тривале будівництво, необхідність відповідного ландшафту.

Гравітаційні системи зберігання енергії. Принцип роботи ґрунтується на

гравітації та терті, грубо кажучи, аналогічний ГАЕС. Але без води.

Плюси: швидкість будівництва та порівняльна дешевизна.

Мінуси: нова технологія з невизначеною ефективністю.

Цікавий пристрій для накопичення енергії та приклад гравітаційного сховища створила американська компанія Advanced Rail Energy Storage North America за допомогою залізної міні-дороги у Неваді. Замість закачування води у верхній резервуар при запасанні енергії проект ARES піднімає вагони з баластом ближче до вершини пагорба, при віддачі енергії вагони спускають з пагорба.

За таким же гравітаційним принципом працює інший не менш цікавий проект – зберігання енергії у вежі. Принцип роботи – шестизірковий кран стоїть у центрі, а на відстані від нього лежать бетонні циліндри масою 35 тонн. Коли виникає надлишок сонячної або вітрової електроенергії, запускається електродвигун, і кран, керований автоматичним алгоритмом, піднімає бетонні блоки один за одним, складаючи їх у вежу навколо своєї осі [4]. Система зберігання «цілком заряджена», коли кран створив навколо себе вежу з бетонних блоків. У вежі може зберігатися 20 МВт год енергії. Коли в мережі нестача електрики, система запускається у зворотному напрямку і електроенергія подається в

Термальні накопичувачі енергії. Кілька років тому компанія Siemens, яка активно розвиває вітрову генерацію електричної енергії, запропонувала рішення щодо накопичення енергії у Північній Німеччині. Надмірна енергія, згенерована вітропарком, перетворюється на тепло, нагріває каміння (до 600°C), захищене ізолюваним покриттям. Коли є необхідність додаткової електрики, парова турбіна перетворює теплову енергію назад в електрику. Це базова схема роботи енергосховища «на гарячому каміні» [5].

Сам проект недорогий в організації, але й ефективність його теж поки що невисока. Планується, що повнорозмірне сховище зможе вміщати близько 36 МВт год енергії в контейнері з близько 2000 куб. м скельної породи. На ранніх етапах розробки ККД кам'яного сховища становитиме близько 25%. У майбутньому концепція має потенціал ефективності близько 50%. Тобто, з 36 МВт год, які надходять до сховища на виході, залишається в кращому разі 18 МВт год.

Висновок. В результаті проведеного аналізу способів накопичення і зберігання електричної енергії було вказано на ефективність використання того чи іншого методу та вказано на їхні переваги та недоліки.

Л і т е р а т у р а

1. Електронний ресурс: <https://www.svaltera.ua/press-center/articles/10776.php>
2. Електронний ресурс: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Power-to-Gas>

3. Олійник М.О., Ісаєв С.Д., Деревська К.І. Гідроакумуляуючі електростанції в Україні. Матеріали VII Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019)В: Вінниця. 2019. 161 с.

4. Ляшков В.И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие / В. И. Ляшков, С.Н. Кузьмин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 96 с.

5. Progress in electrical energy storage system: A critical review / Chen H., Cong T.N., Yang W., Tan C., Li Y., Ding Y. Prog. Nat. Sci. 2009. № 19. P. 291-312.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Дорожко Т.І. – магістр, dorogko@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omirosnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлена отриманням чистої електричної енергії для електропостачання споживачів за допомогою сонця. Це одна з галузей альтернативної (відновлюваної) енергії, що розвивається найбільш динамічно. Вона заснована на перетворенні енергії, що випромінюється Сонцем, в інші види енергії, наприклад, в електричну або теплову. Її розвиток стимулюється як чисто економічними факторами (до таких можна віднести постійно зростаючі ціни на традиційні (вугілля, нафта, торф, газ) джерела енергії, зниження вартості обладнання для станцій, що працюють на поновлюваних (альтернативних) джерел енергетики при збільшенні їх продуктивності, що в цілому призводить до зниження собівартості виробленої електроенергії. Великим стимулом для будівництва та розвитку сонячних електростанцій стала державна підтримка за рахунок застосування економічно привабливого зеленого тарифу для викупу виробленої електроенергії [1].

Метою роботи є дослідження та аналіз потенціалу сонячної енергетики в Україні.

На сучасному етапі розвитку вітчизняної енергетики досить гостро стоїть питання відновлювальної енергії, що обумовлено зростаючим електроспоживанням як у побутовому секторі, так і у промисловості.

Потенціал відновлюваних джерел енергії у світі становить мільярди тон умовного палива на рік і значно перевищує обсяг усіх споживаних в даний час паливно-енергетичних ресурсів. На сьогоднішній день сонячна енергетика є одним із найперспективніших видів енергії для підвищення надійності електропостачання та отримання додаткових потужностей [2]. Також розвиток сонячних електростанцій, вирішує проблему залежності від постачання

енергоносії з закордону, що сприяє зміцненню енергетичної безпеки України.

Створення нових ефективних фотоелектричних елементів є одним із актуальних завдань розвитку сонячної енергетики. В останні роки фотоелектричні елементи використовуються в системах водопостачання, насосних та кондиціонерних станцій у віддалених та ізольованих районах, де лінії електропередач недоступні або економічно недоцільні. У зв'язку з цим оцінка ефективності їх роботи є достатньою важливим. Необхідно мати можливість визначити вихідні залежності сонячних панелей (СП) під дією різноманітних факторів навколишнього середовища, порівняти ефективність використання СП із різних матеріалів, оцінити поведінку фотоелектричних перетворювачів у різних режимах роботи. Для ефективного використання фотоелектричних елементів необхідно знати точку максимальної потужності і забезпечити такий режим, щоб віддавати потужність при зміні навколишніх умов була найбільшою. При роботі СП використовують імітатори сонячних батарей, що дозволяють відтворювати характеристики СП під впливом різноманітних зовнішніх дій [3].

Україна має придатну територію для розвитку систем електропостачання з використанням сонячної енергії. Перспективними регіонами для розвитку сонячної енергетики є центральна, південна та східна Україна [4].

Середньорічна кількість сумарної енергії сонячного випромінювання, яка надходить щорічно на територію України, знаходиться в межах від 1 070 кВт·год/м² в північній частині України до 1 400 кВт·год/м² і вище в АР Крим.

Сонячні панелі найбільш ефективно працюють, коли вони направлені до сонця і їх поверхня перпендикулярна сонячним променям. Сонячні панелі зазвичай розташовують на даху або підтримуючій конструкції в зафіксованому положенні та не можуть стежити за положенням сонця на протязі дня. Тому зазвичай сонячні панелі не знаходяться під оптимальним кутом (90 градусів) на протязі усього дня.

Висновок. Основними перевагами сонячної енергії порівняно з традиційними невідновлюваними джерелами є: доступність і невичерпність джерела; повна безпека для навколишнього середовища; ефективне використання як прямого, так і розсіяного сонячного випромінювання; можливість створення установок практично будь-якої потужності; досить великий термін служби установок. Прогнозування сонячної активності є однією з основних задач підвищення ефективності використання сонячних електростанцій. Прогнозування дозволяє більш ефективно регулювати навантаження енергосистем, у яких задіяні сонячні електростанції, забезпечуючи їхню стабільність та заощаджуючи при цьому суттєві кошти. Іншою важливою задачею є підвищення ефективності роботи фотоелектричних модулів.

Л і т е р а т у р а

1. Арбузов Ю.Ф. Принципы и перспективы фотоэлектрического преобразования солнечного излучения // Гелиотехника. 1993, вып. №1. С. 3-12.
2. Чопра К. Тонкоплёночные солнечные элементы. М.: Мир, 1986. 435 с.
3. Андреев В.П. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.: Наука, 1989. 181-183 с.
4. Физика полупроводниковых приборов (методическое пособие к практикуму по физике твердого тела) / сост.: В.В. Парфенов, Р.Х. Закиров, Н.В. Болтакова. Казань: Физический факультет Казан. гос. ун-та, 2004. 56 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ

Заїка О.В. – магістр, zaika@ukr.net

Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлене тим, що поступове виснаження легкодоступних дешевих енергоресурсів і погіршення екологічних умов життя вимагають розробки нових енергетичних систем, заснованих як на більш ефективному використанні традиційних енергоресурсів, так і на широкому розвитку нетрадиційних екологічно чистих відновлюваних джерел енергії. Використання енергії нетрадиційних і відновлюваних джерел у світі постійно зростає, але частка її в загальному виробництві значно менша від потенціалу.

Вітроелектрика є одним із пріоритетних напрямків розвитку поновлюваних джерел енергії. Вартість вироблення електроенергії сучасної ВЕУ наближається до вартості електроенергії, що отримана за допомогою традиційних електростанцій [1, 2].

Метою роботи є дослідження факторів, які впливають на основні енергетичні показники вітроелектричної станції.

Однією з причин обмеженого використання нетрадиційних джерел енергії є нестабільність їх у роботі. Наприклад, відсутність вітру (у вітроелектричних установках) обумовлює періодичність енергопостачання, а нерівномірна швидкість вітру або напору води (у малих гідроелектростанціях) – нестабільність енергетичних характеристик.

Енергія вітру протягом тривалого часу розглядається в якості екологічно чистого невичерпного джерела енергії. Перш ніж енергія вітру зможе принести значну користь, повинні бути вирішено багато проблем, головні з яких: висока вартість вітроелектричних установок, їх здатність надійно працювати в автоматичному режимі протягом багатьох років і забезпечувати безперебійне електропостачання. Тому, сьогодні найбільш важливим завданням стоїть перед

вітроелектрикою є зниження питомої вартості електрообладнання ВЕУ. Одним із шляхів зниження вартості є застосування більш економічних структур електрообладнання ВЕУ [3].

Одним з актуальних питань електропостачання промислових підприємств є підвищення надійності і економічності. Тому актуальним є впровадження в систему електропостачання підприємств додаткових джерел електричної енергії. Одним з оптимальних варіантів модернізації системи електропостачання є впровадження вітроелектричних станцій (ВЕС).

Сучасна вітрова турбіна здатна виробляти електрики в 180 разів більше, ніж 20 років тому, а вартість обладнання на одиницю продукції (кВт/год) за ці роки впала більш ніж удвічі.

Якщо в 2010 році обсяг інвестицій в розвиток вітрової енергетики становив приблизно 765 доларів на 1 кВт, а, отже, 3,6 центів за 1 кВт / год. Тоді 2020 році передбачається, що обсяг вкладень знизиться до 550 дол. США на 1 кВт, і тоді вартість електрики становитиме 2,6 центів за 1 кВт / год.

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства, витрати на установку вітрових електростанцій становить в середньому 1250 доларів США за кВт, таким чином, у порівнянні з двадцятирічною давністю вартість вітрової енергії знизилася з 0,8 доларів США за кВт / год до 0,04. Завдяки технологіям які швидко розвиваються і підвищенню продуктивності загальна вартість вітрової енергії продовжує знижуватися [4, 5].

Більше того, формування вітрової енергетики як самостійної галузі позитивним чином позначається на економічному розвитку сучасного суспільства. Рада з вітрової енергії оцінила рівень зайнятості в секторі вітрової енергетики в обсязі приблизно 350 000 чоловік.

Вітроелектричний бізнес викликає серйозний інтерес у зовнішніх інвесторів. Так, в 2012 році виробник вітротурбін компанія «Enron Wind» була куплена підрозділом «General Electric» - однієї з найбільших корпорацій в світі. У 2014 році «Siemens» поглинув датського виробника «Bonus Energy». У секторі розподілу електроенергії кілька великих компаній стали власниками вітропарків. До них відносяться компанії «Florida Power and Light» в США і «Iberdrola» в Іспанії, кожна з яких є власником вітропарків потужністю понад 3500 МВт.

Висновок. Україна здатна ефективно використовувати енергію вітру в окремих зонах при середньорічній швидкості вітру понад 5 м/с. Як відомо, наш регіон знаходиться в зоні з середньорічною швидкістю вітру близько 4-4,5 м/с. Цієї швидкості достатньо для роботи ВЕУ, це свідчить про можливість впровадження в даних регіонах ВЕУ.

Л і т е р а т у р а

1. Васильев А.В., Козлюк В.Н., Чечь В.В. Математическая модель ветрового энергетического потенциала // Техническая электродинамика. 1993. №2. С. 13-16.
2. Вишневский Л.В. Передаточные функции асинхронного генератора с конденсаторным возбуждением // Техническая электродинамика. 1988. №2. С. 75-80.
3. Вишневский Л.В., Новосад И.А. Дискретные законы конечной длительности для стабилизации напряжения асинхронного генератора // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 1991. №10. С. 86-91.
4. Вишневский Л.В., Пасс А.Е. Системы управления асинхронными генераторными комплексами. К., Одесса: Лыбидь, 1990. 168 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗМІННОГО СТРУМУ З КОЛЕКТОРНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Закаблук М.А. – бакалавр, zakablyk_ma@gsuite.uit.edu.ua

Дубравін Ю.Ф. – к.т.н., доц., u.f.dubrawin@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Переважна більшість електрорухомого складу (ЕРС) змінного струму «Укрзалізниці» обладнана тяговим електроприводом (ТЕП) з колекторними тяговими двигунами (КТД) постійного струму та мають низький рівень енергоефективності. Так, ККД вантажних електровозів не перевищує 84%, а коефіцієнта потужності (КП) нижче 0,86. При цьому знижується також енергоефективність системи енергопостачання (СЕП), спричинена значними рівнями реактивних спрумів та високочастотних гармонік струму та напруги. Кращі енергетичні показники має асинхронний тяговий електропривод (АТЕП), який доцільно застосовувати для високошвидкісного пасажирського ЕРС. Висока вартість АТЕП та порівняно низькі значення швидкостей у вантажному і приміському пасажирському русі «Укрзалізниці» дозволяють зробити висновок про доцільність подальшої експлуатації ЕРС з КТД. Тому, розробка заходів, направлених на підвищення енергетичної ефективності ЕРС з КТД є для залізниць України актуальним завданням.

Метою роботи є проведення аналізу причин зниження енергетичних показників ЕРС та напрямків їх покращення. Технічні рішення для підвищення енергетичної ефективності ЕРС змінного струму, які не передбачають радикальної зміни електричної схеми, можна об'єднати в три основні напрямки: заміна діодного випрямляча на тиристорний або транзисторний; удосконалення алгоритмів управління перетворювачем. На електровозах змінного струму залізниць України застосовується два різновиди схем тягових випрямлячів:

діодна некерована зі ступінчастим регулюванням напруги первинної або вторинної обмоток тягового трансформатора; тиристорна з зонно-фазовим регулюванням напруги. Основним напрямком підвищення енергоефективності СЕТ змінного струму вважають зменшення споживання реактивної потужності, яка залежить від фазового зсуву $\varphi(1)$ першої (основної) гармоніки напруги $u(1)$ та струму $i(1)$ електровоза на срумopриймачі. Кут $\varphi(1)$ залежить від мінімального кута α_0 відкривання вентиля та інтервалу комутації γ . Кут γ залежить від індуктивності ТТ та зростає із збільшенням тягового навантаження. Для електровозів з діодними випрямлячами $\alpha_0 = 0$, $\varphi(1) \approx \gamma/2$. Тому коефіцієнт потужності таких електровозів дещо вищий порівняно з ЕРС, обладнаних плавним регулюванням напруги за допомогою випрямних інверторних перетворювачів (ВІП). На електровозах з ВІП кут відкривання тиристора залежить від кута регулювання та інтервалу комутації γ . У електровозів з ВІП кут $\varphi(1)$ більше, отже, зростає споживання електровозом реактивної потужності, яка завантажує лінії і трансформатори, зменшує можливості передачі активної потужності, збільшує її втрати, викликає додаткову втрату напруги [1]. Крім того, частка повної потужності – потужність спотворень пов'язана з наявністю високочастотних гармонік. В роботі розглянуто підвищення енергоефективності ЕРС за рахунок вдосконалення тягових перетворювачів та їх алгоритмів управління [2]. Перетворення змінного струму в постійний для живлення колекторних тягових двигунів може бути досягнуто на базі перетворювачів на повністю керованих напівпровідникових приладах. За допомогою математичної моделі проведено дослідження силової схеми і алгоритму управління активного тягового перетворювача (АПТ) при роботі на електродвигун постійного струму. Проведено комп'ютерне моделювання АПТ в MATLAB з використанням кількох алгоритмів управління [3]. При алгоритмі комплексного використання ШІР і фазового регулювання напруги коефіцієнти імпульсної і фазової модуляції мали значення: $\mu_i = 0,6\text{--}1,0$; $\mu_f = 0,15$. Отримані результати свідчать (таблиця), що при алгоритмі комплексного використання ШІР та фазового регулювання напруги зростає коефіцієнт потужності на 7–15% при зміні коефіцієнта модуляції μ_i в межах 0,6–0,8 та знижується сумарний коефіцієнти спотворень по струму $THDi$.

При данному алгоритмі управління підвищується також відносне значення випрямленої напруги u_d/u_{d0} до 0,86 та використання ТТ.

Таблиця – Порівняння результатів імітаційного моделювання при алгоритмі комплексного (ШІР та фазового) регулювання напруги

Зона регулювання	μ_i	μ_f	K_p	$THDi$	$THDu$	U_d, B	u_d/u_{d0}
2	0.6	-	0,75	0,25	0,009	801	0,7
2	0,8	-	0,90	0,37	0,012	838	0,71
2	1.0	-	0,97	0,24	0,055	873	0,77
3	0.6	0,15	0.95	0.27	0.031	821	0,71
3	0,8	0,15	0,96	0,23	0,067	887	0,78
3	1.0	0,15	0.973	0.228	0.048	980	0.86

Результати комп'ютерного моделювання свідчать, що АТП забезпечує високий коефіцієнт потужності електровоза (0,90...0,99) і більш низький рівень несинусоїдальності струму первинної обмотки трансформатора електровоза ($THDi$ до 17 %) у порівнянні з тиристорним перетворювачем. У тривалому режимі роботи КП електровоза з АТП на 15 % вище, ніж у електровоза з ВП, що дає змогу скоротити витрати електроенергії на тягу поїздів. Модернізація існуючих серій ЕРС змінного струму шляхом заміни діодних і тиристорних випрямлячів на АТП вирішує також питання використання рекуперативного гальмування та плавного регулювання напруги на ТЕД.

Висновок. Результати проведених досліджень свідчать, що при використанні АТП поліпшуються енергетичні показники системи електропостачання та ЕРС змінного струму. Це свідчить про доцільність модернізації ЕРС змінного струму з використанням АТП в умовах неможливості швидкого масового переходу локомотивного парку залізниці на асинхронний тяговий привод.

Л і т е р а т у р а

1. Богинский С.А., Мельниченко О.В., Линьков А.О. Повышение коэффициента мощности электровозов переменного тока за счет новой организации сетевой коммутации плеч выпрямительно-инверторного преобразователя// Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. 2(62). С. 166-177. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).166–177
2. Ягуп В.Г., Краснов А.А., Божко В.В. Энергетические характеристики однофазного активного выпрямителя тока при синусоидальной и трапецеидальной широтно-импульсной модуляции // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2018. № 2. С. 3-11.
3. Дубравін Ю.Ф. Ткаченко В.П. Співак О.М. Підвищення енергетичної ефективності тягового електропривода електровоза змінного струму. Збірник наукових праць ДУІТ.Серія «Транспортні системи і технології», 2021. Вип. 38. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-38-36-4>

ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Калюжний М.Д. – бакалавр, kaluzny.nikita@gmail.com

Мороз О.М. – д.т.н., проф., moroz.an@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю балансування електричної енергії в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України внаслідок різкого збільшення використання сонячних електростанцій (СЕС), режими роботи яких залежать від природних умов і генерація яких може швидко змінюватися, що приводить до виникнення ряду проблем, зокрема зниження якості електричної енергії та погіршення надійності [1].

Метою роботи є проведення дослідження щодо використання малої гідроенергетики для балансування генерації в мережах із сонячними електростанціями. Недоліком фотоелектричної енергетики є її стохастичний характер через невизначеність сонячного випромінювання, що може призвести до нестабільної роботи енергосистеми.

Для балансування генерації в ОЕС України використовуються теплові електростанції (ТЕС) та гідроелектростанції (ГЕС). Особливістю роботи ТЕС є те, що для включення їх в роботу потрібен значний період часу (3-4 години) і тому використання ТЕС для балансування генерації є економічно не ефективним. ГЕС мають значно менший період часу для включення їх в роботу (2-4 хвилини) і тому вони використовуються для роботи у пікові періоди роботи системи [2]. Використання малої гідроенергетики для балансування генерації допоможе покращити якість електричної енергії та підвищити надійність роботи ОЕС, оскільки генерація ГЕС є прогнозованою. У відповідності до існуючої класифікації до малих гідроелектростанцій (МГЕС) відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 10 МВт, до міні-ГЕС- від 200 до 1000 кВт, до мікроГЕС- не більше 200 кВт [3].

Україна має значний гідроенергетичний потенціал, який складає 1 272 МВт, зокрема для Харківської області 33 МВт. Частка використання енергії малих річок в Україні складає біля 30% [4].

Враховуючи випадкові, переривчасті та періодичні характеристики вироблення електроенергії СЕС, її активна потужність повинна компенсуватися та регулюватися іншими традиційними джерелами генерації, зокрема ГЕС. При спільній роботі СЕС та ГЕС необхідно брати до уваги вплив погодних та сезонних факторів на характеристики СЕС та гідроенергетики. Гідроенергетика є ресурсом, який не тільки покращує якість енергосистеми, а й збільшує нові можливості енергоспоживання. Використання гідроенергетики підвищує економічну вигоду

від енергосистеми з відновлювальними джерелами енергії.

Використання ГЕС при спільній роботі із СЕС має бути спрямоване на максимальний економічний ефект за мінімальних витрат. Головним фактором, що впливає на генерацію ГЕС, є стік русла та натиск, створюваний напірною спорудою. Стік русла залежить від сезону, навесні стік максимальний для регіонів України, в решту періодів року сильно залежить від опадів.

Завдання стохастичної оптимізації роботи ГЕС та СЕС має вирішуватися з урахуванням оптимальної диспетчеризації за різних сценаріїв (різні пори року, погодні умови та різні періоди часу) [5]. Зважаючи на значну випадковість і флуктуацію генерації СЕС, гнучка диспетчеризація роботи ГЕС може бути використана для згладжування флуктуації потужності СЕС, що підвищить безпеку експлуатації мережі.

Висновок. Комплексне використання СЕС та ГЕС дозволяє покращити безпеку та надійність роботи енергосистеми, а також покращити якість електричної енергії за рахунок використання ГЕС для регулювання активної потужності та підтримки балансу потужності в енергетичній системі.

Л і т е р а т у р а

1. Лежнюк П.Д., Комар В.О., Лесько В.О., Кузьмик О.В. Оптимізація режимів розподільних електричних мереж в умовах зростання частки розосередженого генерування. Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження АПК України. 2012. № 129. С. 29-32. Режим доступу: <https://cutt.ly/gNsZaCj>.
2. Чому ГЕС і ГАЕС необхідні енергетичній системі країни? Режим доступу: <https://cutt.ly/RNsXYX3>.
3. Гідроенергетика. Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>.
4. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії України. Режим доступу: <https://cutt.ly/MNsmzfX>.
5. Xunxin Zhao, Yan Ren, Yongbing Sha, Linlin Zhang, Shangchen Hou, Fengming Xiao, Feiming Chen, Shudong Chen, Kuidong He, Lijun Luo and Xiaofeng Jiang. Research on the Impact of Hydro-PV Complementary System Operation on Power Grid Based on New Energy Consumption. Hindawi Mathematical Problems in Engineering Volume 2022, Article ID 8459948, 11 pages. Режим доступу: <https://doi.org/10.1155/2022/8459948>

ЩОДО ЕНЕРГОАУДИТУ

Коженков Д.Ю. – магістр, koyenkov@snu.edu.ua

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

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

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

Метою роботи є проведення оглядового аналізу питання енергоаудиту.

Епоха бездумного витрачання енергоресурсів закінчується і за кожную додаткову одиницю тепло- та електроенергії доводиться платити. Правильно виконаний енергоаудит провокує власників підприємств звернути пильну увагу на енергетичні ресурси, які марно витрачаються. Бо саме у звіті про енергоаудит прописується реальна перспектива енергоекономії та відповідно грошей.

Організації, підприємства навряд чи самостійно, добровільно звернули увагу на такий аналіз свого підприємства, як проведення енергообстеження. Тому масштабне повсюдне заощадження енергоресурсів залишалося б ще довгий час на задвірках при вирішенні економічних та екологічних проблем.

Промисловості, яка розвивається, необхідні додаткові енергетичні ресурси, і найшвидший і найефективніший спосіб вивільнити їх - це енергозбереження. Дуже дієвим інструментом у досягненні цієї мети є енергетичний аудит із складанням енергопаспорту.

У держави не залишається іншого вибору, як за допомогою енергоаудиту, впровадження енергоефективних заходів, розгойдувати громадян та спонукати їх до господарства та осмисленого ставлення до поглинання енергоресурсів.

Згідно Закону України «Про енергетичну ефективність», енергетичний аудит - систематизований аналіз використання енергії та споживання енергії у межах, визначених характером та обсягом робіт з енергетичного аудиту з метою визначення, кількісного вираження та підготовки звіту про можливості підвищення рівня енергоефективності [1].

Для України енергоаудит є досить новим явищем. До виходу Закону України «Про енергетичну ефективність» енергоаудиту підлягало досить обмежене коло споживачів, переважно у сфері промисловості та комунального господарства.

Цей закон визначив тенденцію розвитку однієї з гілок приладобудування. У заводів, які виробляють енергозберігаюче обладнання, прилади енергоконтролю з'явилися надійні ринки збуту. Така продукція, як тепловізори, перометри, портативні витратоміри, що використовується при проведенні енергетичних обстежень, а також приладів енергетичного контролю: тепловісильників, водолісильників, електролісильників - динаміка продажів зростає з

математичною прогресією.

Згідно зі статтею [1] істотними умовами договору про проведення енергетичного аудиту є:

- 1) строк проведення енергетичного аудиту;
- 2) вартість енергетичного аудиту;
- 3) зобов'язання повідомити замовника про наявність конфлікту інтересів;
- 4) межі здійснення енергетичного аудиту;
- 5) порядок проведення енергетичного аудиту;
- 6) результат енергетичного аудиту;
- 7) вимоги до звіту з енергетичного аудиту;

8) порядок визначення та компенсації шкоди, яка може бути заподіяна енергоаудитором внаслідок неякісного та/або несвоєчасного виконання покладених на нього обов'язків або в разі надання недостовірних результатів енергетичного аудиту;

9) умова щодо звільнення від відповідальності енергоаудитора в разі надання замовником енергетичного аудиту недостовірних даних, що спричинили спотворення результатів такого енергетичного аудиту.

Головна мета енергообстеження - це вироблення рекомендацій щодо підвищення енергоефективності, тобто скорочення обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів та зниження витрат на їх оплату.

Висновок. Енергоаудит або по-іншому енергетичне обстеження повною мірою передбачає отримання інформації про використання енергоресурсів, даних про енергоефективність, потенціал та можливість підвищення показників енергозбереження.

Л і т е р а т у р а

1. Про енергетичну ефективність: закон України (*Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8*)) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (дата звернення 30.10.2022) – Назва з екрана.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛОУЗЕРІВ РВА/TEL 10

Макаренко О.В. – магістр, makarenko@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлене тим, що вакуумне комутаційне обладнання для розподільних мереж 6-35 кВ за останні десятиліття зайняло міцні позиції серійно застосовуваного. Досить сказати, що тільки 6 вітчизняних підприємств декларують серійний випуск вакуумних вимикачів в класі 6-10 кВ. В першу чергу, цьому сприяли очевидні переваги вакуумних вимикачів такі як вони не потребують обслуговування, високі значення комутаційного і механічного ресурсу, швидкодія, надійність. Мале енергоспоживання і здатність реалізації циклу «швидкого» АПВ стало однією з основних причин які зумовили застосування вакуумних вимикачів в якості основного елемента сучасних засобів автоматизації розподільних мереж. За кордоном цей клас комутаційних апаратів отримав назву реклоузера (від англійського «reclosure» - повторне включення). Те, що здавалось на перший погляд, незвичним для нас назва нового прилада, по суті, відображає його функціональне призначення.

Метою роботи є аналіз можливості використання реклоузерів РВА / TEL 10 в системі місцевого резервування споживачів.

На сьогоднішній день реальні витрати на експлуатаційні та відновлювальні роботи розподільних електричних мереж в 2-3 рази нижче від потреб. Показники надійності електропостачання споживачів, які живляться від розподільних електричних мереж, в силу зазначених вище обставин, залишаються на низькому рівні [1, 2].

Питома величина аварійних відключень на 100 км в останні роки спостерігається на ПЛ 6-10 кВ і складає в середньому на рівні 13 викл./100 км. Причому незадовільні погодні умови призводять в середньому до 35% відключень від всіх аварійних відключень в розподільних електричних мережах.

Крім того, сьогодні середній показник тривалості відключень одного споживача для сільських населених пунктів, (індекс SAIDI) по Україні становить 634 хв [3].

Рішення даної задачі можливе із застосуванням реклоузера. Особливість впровадження реклоузера серії РВА / TEL полягає в тому, що система виконує свої основні завдання самостійно – без координації з центру. Телемеханіка в цьому випадку не бере участь у виконанні основних функцій, здійснюючи лише допоміжні (оперативне управління, контроль параметрів мережі і т.д.). Тим самим реалізується одна з переваг такого підходу: виключення впливу людського фактора, оскільки відключення місця короткого замикання і локалізація

пошкодження відбуваються автоматично. Час відновлення живлення на непошкоджених ділянках мережі скорочується до секунд, як наслідок знижується ризик нанесення шкоди споживачам електричної енергії [4, 5].

Для повітряних ліній режим АПВ є одним з основних режимів, що істотно підвищує надійність електропостачання споживача, що дозволяє забезпечити секціонування ПЛ і при необхідності реалізувати мережеве резервування. Здатність реалізації циклу АПВ ПЛ при відсутності оперативних джерел (або обмежень по потужності оперативних ланцюгів), була і залишається серйозною перешкодою для більшості комутаційних апаратів. Широке застосування вакуумних вимикачів, що вимагають для оперування на порядок менше енергії, дозволило по іншому вирішити проблему підвищення надійності електропостачання споживачів.

До недавнього часу секціонування ПЛ виконувалося із застосуванням роз'єднувачів, що істотно обмежувало застосування сучасних систем телемеханізації і телеуправління при автоматизації розподільчої мережі. На жаль, вакуумні реклоузери не знайшли поки широкого застосування в вітчизняних електричних мережах 6-10 кВ, в основному через некритичність параметрів надійності електропостачання кінцевого споживача. Разом з тим, досвід експлуатації понад 2 тисяч вакуумних реклоузерів РВА / TEL-15 і РВА / TEL-27 в складі розподільчих мереж країн далекого зарубіжжя доводить високу ефективність застосування комутаційних апаратів даного типу.

Висновок. На сьогоднішній день основне застосування реклоузери знайшли в складі пунктів секціонування ПЛ. Однак такі апарати добре зарекомендували себе і в якості елемента ВРП, захисних апаратів, пунктів плавки ожеледі, пунктів мережевого АВР.

Л і т е р а т у р а

1. Караев Р.И. Электрические сети и энергосистемы / Р.И. Караев, С.Д. Волобровский, И.Н. Ковалев. М., 1988. 326 с.
2. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. М., 1989. 608 с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. М., 2005. 320 с.
4. Buinyi, R., Dikhtiaruk, I., Zorin, V. The automatic sectionalization of the distributing networks with high voltage of 6-10 kv with application the disconnectors of new generation. Technical Electrodynamics, 2014, (3), pp. 70-75.
5. Bertling, L., Allan, R., & Eriksson, R. (2005). A Reliability-Centered Asset Maintenance Method for Assessing the Impact of Maintenance in Power Distribution Systems. IEEE Trans. Power Syst., vol. 20, no. 1, pp. 75-82. DOI: 10.1109/TPWRS.2004.840433.

СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ – ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ

Мотайло М.С. – магістр, maksim.motaylo@gmail.com

Мороз О.М. – д.т.н., проф., moroz.an@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження обумовлена динамічним розвитком відновлювальної енергетики, особливо сонячної. Збільшення частки відновлюваної енергетики призводить до проблеми балансування енергетичної системи країни. Сьогодні компенсація дефіциту потужності проводиться за допомогою гідроакумулювальних станцій та маневрових потужностей теплових електростанцій (ТЕС). Використання ТЕС для компенсації потужності призводить до значних перевитрат палива і є економічно не вигідною. Найбільш доцільним шляхом компенсації потужності є використання систем накопичення енергії (СНЕ). Попит на СНЕ у світі продовжує рости швидкими темпами, за останні 10 років цей сектор виріс у 48 разів, середньорічні темпи зростання склали 47%. За прогнозами Bloomberg NEF, до 2040 року сумарна потужність накопичувачів перевищить 1 ТВт.

Метою роботи є дослідження тенденцій розвитку систем накопичення енергії та підвищення надійності енергетичної системи України під час війни за рахунок використання СНЕ спільно з сонячними електростанціями (СЕС).

Основний текст. В останні роки у світі спостерігається динамічний розвиток відновлювальної енергетики, особливо сонячної. За прогнозами міжнародного енергетичного агентства очікується, що частка відновлюваних джерел енергії у світовому виробництві електроенергії зросте з 28% у 2021 році до приблизно 50% до 2030 року та 80% до 2050 року. Додаткова потужність фотоелектричної енергії збільшиться зі 151 гігават (ГВт) у 2021 році до 370 ГВт у 2030 році і майже 600 ГВт у 2050 році [1]. В Україні теж спостерігається різке зростання встановленої потужності СЕС, так встановлена потужність СЕС в Україні з січня 2018 р. по листопад 2021 р. збільшилась з 767,2 МВт до 6226,2 МВт, тобто більше ніж у 8 разів [2].

Генерація електричної енергії СЕС має стохастичний характер внаслідок чого в енергетичній системі країни виникають миттєві зміни частоти і напруги, що призводить до погіршення якості електричної енергії. Другою проблемою використання СЕС є те, що генерація СЕС не співпадає з графіком споживання, тому в енергетичній системі виникає дисбаланс потужності. Ці фактори вимагають створення резервів, які можуть швидко реагувати на перепади потужності. Такими резервами потужності можуть бути електрохімічні системи накопичення енергії, які мають велику швидкість реакції, підключення до

енергетичної системи здійснюється практично миттєво, а також вони функціонують в автономному режимі і не потребують великої кількості обслуговуючого персоналу.

В якості електрохімічних СНЕ можуть використовуватись акумуляторні батареї (АКБ) таких типів: свинцево-кислотні, літій-іонні та нікель-кадмієві [3]. З цих типів АКБ найнижчу вартість накопичення, зберігання та зворотної генерації електроенергії мають літій-іонні АКБ, що пов'язано зі значною перевагою літій-іонної технології за технічними характеристиками та поступовим здешевленням технології виробництва літій-іонних АКБ. Ці АКБ є економічно вигідними для середньострокового (до 36 годин) зберігання електроенергії.

Відповідно до інформації інституту вивчення навколишнього середовища та енергії (Environmental and Energy Study Institute) і станом на початок 2019 року літій-іонні АКБ займали частку 90% на ринку СНЕ для електромереж [4]. Проекти промислових СНЕ на базі літій-іонних АКБ наразі вже перевищують 50 МВт, а у планах, зокрема у США, є СНЕ встановленою потужністю 300 МВт.

В Україні першу промислову літій-іонну СНЕ потужністю 1 МВт і ємністю 2,25 МВт·год встановила компанія ДТЕК у жовтні 2021 року на майданчику Запорізької ТЕС. Завданням цієї СНЕ було накопичення, зберігання та віддачі електроенергії в мережу, а також надання послуг із забезпечення надійності енергосистеми України [5]. Метою цього пілотного проекту компанії ДТЕК був пошук оптимальних моделей роботи СНЕ на різних сегментах енергетичного ринку України. На основі отриманого досвіду компанія ДТЕК планувала побудувати у 2022 році СНЕ загальною потужністю 50 МВт.

Про важливість питання розвитку систем накопичення енергії свідчить прийняття 15.02.2022 року Верховною Радою України закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії» [6]. Прийняття цього закону буде стимулювати розвиток технологій зберігання електричної енергії та сприяти залученню інвестицій до цього напрямку розвитку енергетичної системи України, що призведе до суттєвого впровадження СНЕ, як в свій час це було з сонячними електростанціями.

Руйнування енергетичного сектору України російськими окупантами призвело до зменшення потужностей генерації електричної енергії та можливостей компенсації небалансів в енергетичній системі країни, що в свою чергу призвело до систематичних відключень, як промислових, так і побутових споживачів. Одним із шляхів підвищення енергетичної безпеки та надійності об'єднаної енергетичної системи України є СЕС, які навіть при нанесенні ударів по них відносно швидко і при невеликих витратах можуть відновлювати генерацію. Використання СНЕ спільно з СЕС може значно підвищити надійність та енергетичну безпеку України.

Висновок. З урахуванням нестабільності генерації сонячних електростанцій, створення систем накопичення та зберігання енергії є критично важливим питанням забезпечення безпеки та стабільності енергосистеми. Їх використання у якості балансуєчих потужностей дозволяє зменшити небаланси в енергетичній системі країни в моменти пікових споживань електричної енергії, що значно вигідніше та екологічно безпечніше, ніж використання ТЕС для балансування потужностей. Зі збільшенням частки відновлюваних джерел енергії в системі генерації роль систем накопичення енергії буде постійно зростати. Найбільш перспективними СНЕ є літій-іонні акумуляторні батареї. Використання СЕС спільно з СНЕ також будуть сприяти підвищенню надійності енергетичної системи та енергетичної безпеки країни.

Л і т е р а т у р а

1. World Energy Outlook 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/dNEZG0I>.
2. Встановлена потужність енергосистеми України на 11/2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/UOU1hW8>.
3. О.М. Довгалюк, Ш.Н. Саїдов, І.С. Яковенко. Дослідження особливостей використання систем накопичення енергії при роботі трейдерів на енергоринку України. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика надійність та енергоефективність, № 14 (1339) 2019, с. 54-60. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/RNWIAzf>.
4. Fact Sheet | Energy Storage (2019). – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eesi.org/papers/view/energy-storage-2019>.
5. ДТЕК запустив першу в Україні промислову систему накопичення енергії. Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/BNWim7l>.
6. Прийнято Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії». Режим доступу до ресурсу: <https://www.rada.gov.ua/news/Novyny/219439.html>.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Музиря О.Р. – магістр, muzyrya@snu.edu.ua

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

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження базується на тому, що в Україні практично відсутня практика енергоменеджменту.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу питання енергоменеджменту.

Енергоменеджмент - це сукупність знань, принципів, засобів та форм управління енергозбереженням з метою зниження витрат на енергетичні ресурси.

Завдяки енергоменеджменту можна без великих фінансових витрат досягти суттєвої економії енергії та знизити негативні наслідки у разі поганої роботи опалювальних систем у будинках.

Енергоменеджмент може забезпечити:

- виявлення дефектів, поганої роботи та збоїв в енергоспоживаючих системах;
- швидке втручання у разі несприятливих тенденцій збільшення використання енергоресурсів;
- визначення рекомендованих удосконалень та їх пріоритет;
- уважніше ставлення до питань використання енергії та екології на всіх рівнях в муніципалітеті [1].

Слід наголосити, що енергоменеджмент – відносно проста методика, для якої часто може бути досить простого здорового глузду, паперу та олівця. Енергоменеджмент - це спосіб управління енергоспоживанням на підприємстві, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат.

Основним інструментом енергоменеджменту є енергетичний аудит.

Система енергоменеджменту - це комплекс взаємозалежних і взаємодіючих елементів підприємства, спрямований формування енергетичної політики підприємства, постановку цілей, розробку заходів із досягнення цих цілей.

Світова практика показує, підвищення енергоефективності досягається здебільшого з допомогою організаційних змін у системі управління енергоспоживанням, тобто. за рахунок покращення системи енергоменеджменту. Тому для вирішення питань підвищення енергоефективності на підприємствах вводиться Система енергоменеджменту відповідно до міжнародного стандарту ISO 50001/EN 16001, а питаннями витрачання паливно-економічних ресурсів займаються спеціально навчені люди.

Вимоги стандарту до системи енергоменеджменту:

- постійні та плановані дії щодо реалізації енергетичної політики та досягнення поставлених цілей щодо підвищення ефективності енергозбереження;
- виявлення енергетичних показників та процедура їх вимірювань та моніторингу;
- енергетична документація та необхідні облікові записи [2].

Висновок. Енергоменеджмент включає набір заходів, націлених на економію енергетичних ресурсів: моніторинг енергоспоживання, розробку енергетичних бюджетів, аналіз існуючих показників як основи складання нових бюджетів, розробку енергетичної політики, планування нових енергозберігаючих заходів і т.д. У набір заходів також мають бути включені не тільки енергозберігаючі заходи, а й такі значущі елементи системи енергоменеджменту, як впровадження системи контролю та заохочення досягнень, підвищення

мотивації та навчання персоналу, терміни перегляду та коригування програми та положення.

Л і т е р а т у р а

1. Енергетичний аудит та менеджмент [Електрон. ресурс] / Держенергоефективності України. – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/business/energetichny-audit-ta-manadzment> (дата звернення 20.10.2022) Назва з екрана.

2. Хмельнюк М.Г., Яковлева О.Ю., Остапенко О.В., Бежан В.О. Енергетичний менеджмент і аудит: підручник. 2-ге вид., переробл. і доп. / за ред. М.Г. Хмельнюка. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2020. 237 с.

ГІБРИДНА ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З АКУМУЛЯТОРОМ ТА РЕГУЛЬОВАНИМ НАКОПИЧУВАЛЬНИМ БОЙЛЕРОМ

Музиченко Д.А. – магістрант, Provedos@ukr.net
Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com
Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена підвищенням ступеню використання енергії фотоелектричної батареї для власних потреб локального об'єкту, коли генерація електроенергії в мережу не передбачена.

Метою роботи є вивчення питання щодо удосконалення фотоелектричної системи (ФЕС) з використанням регульованого накопичувального бойлера (НБ), поточне значення потужності якого задається системою управління ФЕС для підтримання балансу потужності.

В період весна-осінь, коли генерація фотоелектричної батареї (ФБ) є достатньо високою, за відсутності генерації електроенергії в мережу виникає питання максимально повного використання енергії ФБ і енергоемності акумулятора (АКБ). Ефективним рішенням стосовно використання зайвої енергії, що не може бути спожита навантаженням і накопичена зарядженим АКБ, є використання НБ [1]. Проте потужність, що є зайвою, змінюється у часі і відрізняється від потужності бойлера. За цього порушується баланс потужності із розряджанням АКБ або зростанням споживання енергії з мережі.

Вирішення питання можливо, якщо потужність, яка споживається бойлером, буде регульованою і її значення буде задаватися відповідними регуляторами системи управління ФЕС. Регулювання потужності (напруги) НБ можливо: у разі підключення до РМ за фазо-імпульсним або ШІМ регулюванням з використанням симістору; за ШІМ регулюванням з підключенням НБ до ланки постійного струму

перетворювального агрегату.

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено:

- за достатньо великої потужності НБ ШІМ регулювання з боку РМ утворює низькочастотні накиди навантаження, а фазо-імпульсне регулювання спотворює форму струму, що споживається. За цього доречним виглядає ШІМ регулювання з підключенням НБ до ланки постійного струму;

- необхідним є визначення енергії, яку НБ може прийняти, для забезпечення зворотного зв'язку до загальної системи управління ФЕС.

Л і т е р а т у р а

1. J Yang, Z Yang, Y Duan. Capacity optimization and feasibility assessment of solar-wind hybrid renewable energy systems in China. - Journal of Cleaner Production, 2022.

ЗНИЖЕННЯ ЕМІСІЇ ВИЩИХ ГАРМОНІК В МЕРЕЖУ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОТЯГИ ЗМІННОГО СТРУМУ

Ніконов Д.А. – магістр, d.nickonow2012@gmail.com

Дубравін Ю.Ф. – к.т.н., доц., u.f.dubrawin@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена широким впровадженню на електрорухомому складі (ЕРС) залізниць імпульсних перетворювачів. В складі сучасного тягового електроприводу (ТЕП) все більше застосування знаходять активні тягові перетворювачі (АТП) на базі потужних IGBT- транзисторів. АТП в залежності від алгоритму управління може виконувати функції як випрямляча з регулюванням напруги, так і інвертора. Перспективним на ЕРС є частото-регульований дволанковий ТЕП, в складі якого використовується АТП, відомий в міжнародній літературі як 4qS- перетворювач [1], що має високі значення ККД та коефіцієнта потужності (КП) ЕРС. При цьому ТЕП ЕРС змінного струму, як однофазне тягове нелінійне навантаження (особливо при імпульсному їх характері) знижує показники якості електричної енергії і електромагнітної сумісності системи електричної тяги (СЕТ) і промислової мережі. До складу ТЕП входить обладнання, що має нелінійні вольт- амперні характеристики. Таке обладнання споживає струм несинусоїдальної форми, спотворюючи синусоїду напруги живлення та генерує вищі гармоніки струму в мережу живлення. Протіканні цих гармонік по мережі, яка має деякий повний опір, приводить до появи гармонік напруги і відповідно до спотворення форми напруги живлення. Носієм активної потужності, що споживається на тягу поїздів є перша основна

гармоніка струму. Гармонійні складові більш високих порядків спотворюють напругу електромережі, негативно впливають на роботу всієї СЕТ електротяги, додатково навантажують її реактивним струмом та знижують КП. Нерезистивні елементи в колі тягового струму ЕРС та ТМ спричиняють зсув по фазі між напругою та струмом навантаження та є споживачами реактивної потужності. Основні наслідки високочастотних гармонік: на резонансних частотах гармонік виникають перенапруги з протіканням значних струмів; збільшуються втрати в провідниках мережі зі збільшенням діючого значення струму навантаження; збільшуються додаткові втрати в електричних машинах; погіршуються економічні показники внаслідок підвищеного споживання електроенергії, необхідності використання більш потужного обладнання та скорочення термінів служби обладнання.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу рішень, які зменшують рівень емісії високочастотних гармонік в мережу живлення. Рівень емісії вищих гармонік електрорухомого складу змінного струму в режимі тяги та рекуперації значною мірою залежить від типу реалізованого вхідного перетворювача та його алгоритму управління. Існують різні методи, що дозволяють досягти зниження амплітуди вищих гармонік у системах електропостачання. Для визначення раціонального способу зниження вищих гармонік струму і напруги необхідно застосовувати методи комп'ютерного моделювання, розглядаючи в комплексі ТЕП ЕРС та систему електропостачання. У колах несинусоїдального струму має місце активна, реактивна потужність та потужність спотворення. КП визначає відношенням активної потужності до повної та є показником, який враховує наявність в СЕТ як реактивної потужності, так і потужності спотворень, спричиненої високочастотними гармоніками. Реактивна потужність визначається винятково для основної частоти і залежить від кута фазового зсуву між основними гармоніками струму та напруги. Основними засобами підвищення енергоефективності системи електротяги змінного струму є компенсація реактивної потужності та підвищення КП електрорухомого складу. За допомогою 4qS- перетворювача цей кут можна змінювати, забезпечуючи випередження, відставання струму відносно напруги або збіг по фазі. Таким чином, реактивну потужність можна звести до необхідного мінімуму. Високочастотні гармоніки струму при цьому залишаються. Для їх зменшення застосовують пасивні LC-фільтри, налаштовані на певну частоту гармонік (резонансні фільтри). Спектри гармонік, отримані в результаті моделювання ТЕП змінного струму [2], свідчать, що зі збільшенням частоти амплітуди гармонік вище 50-го порядку мають малу амплітуду і вплив їх незначний. Достатньо враховуються гармоніки до 25-ої включно. Тому пасивні фільтри мало ефективні при досить широкому спектрі частот. Більш ефективними є активні та гібридні фільтри. Активний фільтр

гармонік підключається паралельно до вторинної обмотки тягового трансформатора (ТТ) [3]. Принцип дії активного фільтра гармонік заснований на аналізі гармонік нелінійного навантаження та генерування у мережу таких самих гармонік, але з протилежною фазою. В результаті вищі гармонічні складові нейтралізуються в точці підключення фільтра, не поширюються на мережу і не спотворюють напруги мережі. Перехідний процес при комутації ТК супроводжується значними скачками напруги на елементах кола, що обумовлено реакцією індуктивності розсіяння ТТ, приведеної до вторинної обмотки ТТ. Для зменшення комутаційних перенапруг і коливань в колі вторинної обмотки ТТ встановлені індивідуальні снаберні RC- контури для кожного транзистора АТП та на виведеннях вторинних обмоток ТТ. На основі дослідження перехідного процесу в колі АТП визначено параметри захисних RC- контурів моделі. Імпульсне регулювання випрямленої напруги на ЕРС з колекторними тяговими двигунами пов'язано зі значними комутаційними перенапругами в колі вторинної обмотки ТТ та емісією широкого спектру високочастотних гармонік в контактну мережу. Розроблено алгоритм управління АТП з двозонним регулюванням напруги та широтно-імпульсною модуляцією [2], при якому комутація ТК відбувається при наявності паралельного кола протікання струму і можливості розрядки електромагнітної енергії при розмиканні ТК. Це зменшує амплітуди комутаційних і післякомутаційних коливань, дозволяє підвищити показник використання напруги ТТ, знизити споживання реактивної енергії та спотворення напруги на струмоприймачах ЕРС.

Розглянуто паралельну роботу 4qS-перетворювачів та досліджено вплив зсуву по фазі опорних сигналів синхронізації [1]. Результати комп'ютерного моделювання показали, що при цьому має місце взаємна компенсація гармонік в колі вторинної обмотки ТТ та підвищується коефіцієнт потужності електровоза.

Висновок. Емісія високочастотних гармонік пов'язана з комутаційними процесами в тягових перетворювачах. При використанні активних та гібридних фільтрів вищі гармонічні складові нейтралізуються в точці підключення фільтра, не поширюються на мережу і не спотворюють напругу мережі. Зменшують також комутаційні перенапруги і коливання в колі вторинної обмотки ТТ індивідуальні снаберні RC- контури. Удосконалені системи управління дозволяють покращити енергетичні показники АТП у режимах випрямлення та рекуперації. Комп'ютерні моделі допомагають враховувати чинники, що впливають на рівень вищих гармонік у системі електротяги та розробити заходи, спрямовані на підвищення КП та зниження емісії високочастотних гармонік у СЕП.

Л і т е р а т у р а

1. Дубравін Ю.Ф., Ткаченко В.П. Дослідження моделі активного чотириквadrантного перетворювача магістрального електровоза змінного струму. Транспортні системи і технології: Збірник наукових праць ДУІТ. Вип. 34. 323 с. Київ: ДУІТ, 2019 р. 155-174 с. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2019-34-1-13>
2. Дубравін Ю.Ф. Ткаченко В.П. Співак О.М. Підвищення енергетичної ефективності тягового електропривода електровоза змінного струму. Збірник наукових праць ДУІТ. 2021. Вип. 38. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-38-36-4>.
3. Литовченко В.В., Евграфов А.Г., Чирин С.И. Бортовое устройство компенсации реактивной мощности для электровозов переменного тока // Локомотив-Информ. 2009. № 3-4. С. 54-57.

ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО УДАРУ

Павлов А.А. – аспірант, andriy_pavlov@me.com
Мороз О.М. – д.т.н., проф., moroz.an@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження обумовлена питанням підвищення стійкості енергетичної системи України в умовах військових дій зі сторони рф, за рахунок швидкого відновлення сонячних електростанцій (СЕС) після ракетних ударів.

Однією із цілей агресії рф щодо України є знищення енергетичної інфраструктури, в тому числі і сонячних електростанцій. Так на третю декаду жовтня 2022 року України втратила 40-50% потужностей сонячної енергетики [1]. Враховуючи, що у листопаді 2021 року встановлена потужність СЕС об'єднаної енергетичної системи України складала 6226,2 МВт [2], то втрати складають біля 3000 МВт.

Метою роботи є аналіз пошкоджень СЕС від ракетних ударів та етапи відновлення її роботи. Аналіз пошкоджень наземних СЕС від ракетних ударів дозволяє стверджувати, що найбільших пошкоджень зазнають фотоелектричні модулі (ФЕМ), системи кріплення, кабельна інфраструктура та опірні конструкції. Основні пошкодження ФЕМ зазнають від дрібних уламків ракет та піднятого з ґрунтом каміння.

Цілком ймовірно, що після ураження ракетами СЕС може працювати після незначних відновлювальних робіт і виведення з експлуатації повністю пошкоджених елементів станції та перекомутації електричних кіл. Для підвищення надійності роботи енергетичної системи України є доцільним швидке відновлення роботи СЕС і введення її в експлуатацію з частково пошкодженим обладнанням. З економічної точки зору повний ремонт станції доцільно проводити в зимовий період, коли генерація невелика, але враховуючи обмежені

енергетичні ресурси країни такий ремонт необхідно перенести на кінець закінчення війни.

Як правило СЕС, які були пошкоджені від ракетних обстрілів, були збудовані декілька років назад і тому подібні ФЕМ на разі не випускаються у більшості виробників. Для виконання ремонтних робіт на СЕС, з дотриманням ліцензійних вимог, є важливим встановлення фотоелектричних модулів з такими ж характеристиками. Придбання подібних модулів є можливим за спеціальним замовленням у другорядних виробників, але модулі будуть мати досить високу ціну і сумнівну якість.

Демонтоване пошкоджене обладнання СЕС необхідно передати на утилізацію, що в умовах війни є значною проблемою [3]. Тому одним із рішень може бути тимчасове розміщення модулів на майданчику зберігання з дотриманням усіх екологічних вимог. Вцілілі модулі доцільно використовувати окремо, збираючи ланцюги з модулів які доставляли однією партією, та мають один рівень деградації. Нові модулі повинні монтуватись окремо з фіксацією серійних номерів для подальшої передачі регулятору у вигляді списку.

Трансформаторні підстанції та кабельна інфраструктура, навіть якщо вони не зазнали видимих пошкоджень повинні бути випробувані електротехнічною лабораторією. Також необхідно зафіксувати зміни у виконавчій документації та передати протоколи до оператора систем розподілу перед подачею напруги.

Після завершення ремонту необхідно перевірити доступну потужність станції та порівняти її з доступною потужністю станції до пошкодження, використовуючи дані роботи СЕС у відповідні періоди роботи станції за попередні роки. Прогнозування генерації СЕС вимагає врахування природних факторів [4].

Аналіз пошкоджень СЕС від ракет «Іскандер» та С-300 дозволяє стверджувати, що вартість ракет значно більша ніж вартість пошкодження обладнання станції.

Висновок. Сонячні станції є розподіленими генераціями об'єднаної енергетичної системи України і вони показали свою стійкість та спроможність до швидкого відновлення генерації після нанесення ракетних ударів. Поєднання СЕС із системами зберігання енергії дозволило б станціям бути в певних умовах енергетичними островами на територіях проведення бойових дій.

Л і т е р а т у р а

1. Через агресію росіян постраждали 90% потужностей вітрової енергетики. Режим доступу: <https://cutt.ly/eNegwKY>.
2. Встановлена потужність енергосистеми України на 11/2021. Режим доступу: <https://cutt.ly/KNev50b>.

3. Переробка сонячних панелей. Огляд інновацій. Режим доступу: <https://cutt.ly/YNrO476>.

4. Експериментальні дослідження факторів впливу на генерацію сонячної електростанції. Мороз О. М., Мірошник О. О., Павлов А. О., Савченко О. А., Тоберт М. Ю. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетика надійність та енергоефективність, № 2(3) 2021. С. 114-123. – Режим доступу до ресурсу: <http://eree.khpi.edu.ua/article/view/247805>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛОУЗЕРІВ РВА/ТЕЛ-10 В СИСТЕМІ МІСЦЕВОГО РЕЗЕРВУВАННЯ СПОЖИВАЧІВ

Пікалов Н.О. – магістр, picalov@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлене вимогами щодо підвищення надійності електропостачання сільських споживачів можуть бути виконані лише за умови широкого впровадження автоматизації керування в розподільних мережах, оскільки існуюча система ручного вимикання пошкоджених ділянок мереж за допомогою роз'єднувачів не може забезпечити скорочення перерв в електропостачанні. Останніми ефективними розробками в цьому напрямі є реклоузери РВА/ТЕЛ-10-12.5/630 для резервування електромереж 6-10 кВ [1, 2].

Живлення споживачів різних категорій у сільській місцевості здійснюється по загальних розподільних мережах. Споживачів же 1-ї категорії, які вимагають двох незалежних джерел живлення, звичайно небагато, і їх електроспоживання не перевищує 5% від загальної кількості електроенергії, що відпускається. Тому необхідний аналіз технологічних процесів і можливих збитків від перерв електропостачання при віднесенні споживачів до першої або другої категорій, з одного боку, і можливостей забезпечення необхідної надійності, з іншої [3].

Метою роботи є аналіз схемних рішень застосування реклоузерів РВА/ТЕЛ-10-12.5/630 для резервування розподільних електричних мереж напругою 6-10 кВ.

Установлений норматив забезпечує єдиний підхід до проектування схем електромереж і високий загальний розрахунковий рівень надійності систем електропостачання. Фактична надійність при цьому може суттєво відрізнятися від розрахункової.

Надійність систем електропостачання, як і інших технічних систем, характеризується частотою й тривалістю перерв електропостачання в розрахункових точках мережі, які залежать від надійності елементів схеми, обсягів резервування прийнятою системою технічного обслуговування й ремонтів [4].

Кількісні показники надійності елементів схеми мережі залежать від

багатьох факторів, з яких відзначимо насамперед якість і початкову міцності конструкцій повітряних ліній і устаткування, їх вік, місцеві кліматичні умови (ожеледно-вітрові навантаження, інтенсивність грозової діяльності й особливості ґрунтів), забезпеченість обладнаннями грозозахисту.

Мале енергоспоживання й здатність реалізації циклу «швидкого» АПВ стало однієї з основних причин, що обумовили застосування вакуумних вимикачів як основного елемента сучасних засобів автоматизації розподільних мереж. За рубежом цей клас комутаційних апаратів одержав назву реклоузерів (від англійського «reclosure» – повторне включення). Для повітряних ліній режим АПВ є одним з основних режимів, що суттєво підвищують надійність електропостачання споживача, що дозволяє забезпечити секціонування ПЛ і при необхідності реалізувати мережне резервування. Здатність реалізації циклу АПВ ПЛ при відсутності оперативних джерел (або обмежень по потужності оперативних кіл), була й залишається серйозною перешкодою для більшості комутаційних апаратів. Широке застосування вакуумних вимикачів, що вимагають для оперування на порядок менших енергій, дозволило по іншому розв'язати проблему підвищення надійності електропостачання споживачів [5].

Оскільки пункти комплектуються серійним устаткуванням: вимикачами, роз'єднувачами, трансформаторами, апаратурою релейного захисту й автоматики – немає якихось істотних особливостей у їхній експлуатації в порівнянні з обслуговуванням цього устаткування на підстанціях. У цілому ж експлуатація проводиться у відповідності чинними правилами технічної експлуатації (ПТЕ), заводськими й місцевими інструкціями [6].

Висновок. Підвищення надійності електропостачання сільських споживачів можуть бути виконані лише за умови широкого впровадження автоматизації керування в розподільних мережах, оскільки існуюча система ручного вимикання пошкоджених ділянок мереж за допомогою роз'єднувачів не може забезпечити скорочення перерв в електропостачанні. Останніми ефективними розробками в цьому напрямі є реклоузери РВА/TEL-10-12.5/630 для резервування електромереж 6-10 кВ.

Л і т е р а т у р а

1. Улаштування блискавкозахисту будинків і споруд / ДСТУ Б В 25-38: 2008. К., Мінрегіонбуд. 2008.
2. ІЕС 62305-1:2006 Защита от атмосферного электричества.
3. Зовнішній або внутрішній блискавкозахист. Принцип роботи [ел. ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.klaster-plus.ua/ua/infocentr/articles/articles/full/vneshnjai-ili-vnutrenjaja-molnee-zashchita-sostav-i-princip-r/>
4. Запитання-відповіді. Стосовно захисту електричних мереж будинків та споруд цивільного призначення від імпульсних перенапруг // «Промелектро», 2005, № 6.

5. Баранник Є. Внутрішній блискавкозахист / Є. Баранник // Сети и бізнес. 2006. - № 5. С. 60-65.

6. IEC 62305-4 (2006-01). Protection Against Lightning. Part 4: Electrical and electronic systems within structures.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Попов С.В. – к.т.н., доц., stanislav.popov@pdaa.edu.ua

Петраш О.В. – к.т.н., oleksandr.petrash@pdaa.edu.ua

Біловод І.В. – магістрант, ivan.bilovod@st.pdaa.edu.ua

Іваніщева В.В. – бакалавр, valeriia.ivanishcheva@st.pdaa.edu.ua

Полтавський державний аграрний університет

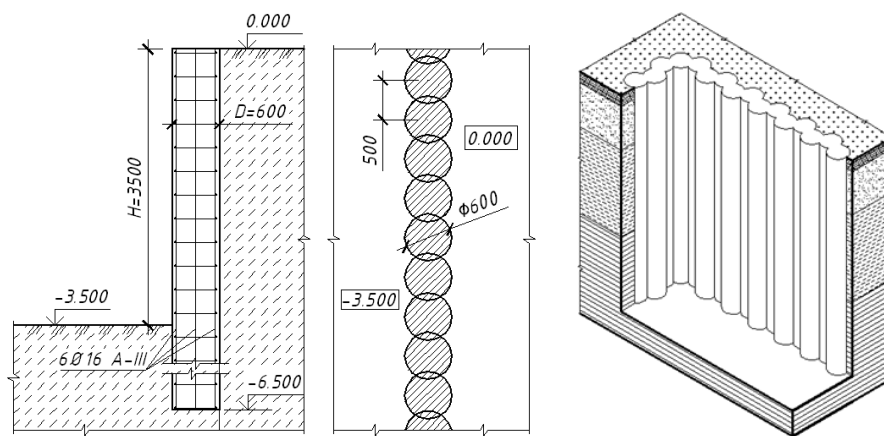
У Полтавській області налічується понад 500 фермерських господарств, де виробляється різних видів продукція тваринництва. Серед цих підприємств значний процент складають господарства по виробленню молока, розведенню крупного рогатого скота, птиці тощо. Ще у минулому столітті було встановлено [1] що близько 1,44 кг вологого гною вивільнюється при виробництві одного літра молока, а також від 6 до 25 кілограмів вологого гною утворюється на кілограм приросту ваги худоби.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що частина загальних відходів тваринництва залишається на пасовищах і пасовиськах, але великі обсяги накопичуються на відгодівельних майданчиках і в будівлях, і їх необхідно збирати, транспортувати та утилізувати економним і нешкідливим способом.

Якщо, до прикладу, розглянути курячий послід, то він генерується у великій кількості, і замість утилізації, його інколи бездумно вносять у ґрунт. Хоч таким чином певні елементи живлення дійсно повертаються до ґрунту, надмірне накопичення створює проблему деградації. Закон України «Про відходи», ст. 29 передбачає, що власник відходів та орган виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, відповідальні за моніторинг місць утворення, зберігання і видалення відходів.

Відповідно до [2], із трьох місць для остаточного розміщення відходів – поверхневих вод, атмосфери та землі, земля є не лише належним середовищем для розміщення сільськогосподарських відходів, але й можливістю поводження з відходами з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище. Тим не менш, Земля не може функціонувати як занедбаний смітник. Завдання полягає в тому, щоб використати хімічні, фізичні та біологічні властивості ґрунту як акцептора залишків життєдіяльності людини з мінімальними небажаними

Пропонується конструкція підземного цементогрунтового резервуару для зберігання відходів тваринництва. Резервуар являє собою непроникну стінку, влаштовану у ґрунті без його виймання, яка своєю довжиною сягає природнього водотривкого шару ґрунту (рис. 1). Таким чином буде унеможливлений ефект деградації оточуючого ґрунту від впливу відходів.



Отриманий в результаті матеріал має міцність, яка співмірна із бетоном низьких марок, в той час як водонепроникність має аномально високу марку [7]. Висока водонепроникність є запорукою успішної роботи резервуару по недопущенню деградації оточуючого ґрунтового масиву від впливу відходів.



Рисунок 2 – Бурозмішувальна технологія виготовлення цементогрунту

Енергоефективність технології полягає у тому, що приблизно 90% використаного матеріалу вже знаходиться на місці влаштування резервуару. Ефективність описаної технології також підтверджується даними нормативних досліджень. Так, норма чистої витрати часу на влаштування стінки резервуару складає всього 0,86 год/м³ для глинистого ґрунту в основі та 0,58 год/м³ для піщаного.

Висновок. В результаті проведеного дослідження було запропоноване перспективне агроінженерне використання бурозмішувальної технології влаштування підземних конструкцій. Представлене технологічне рішення проблеми утилізації відходів тваринництва без провокування деградації оточуючого ґрунту, шляхом влаштування підземного цементогрунтового резервуару. Енергоефективність запропонованої технології підтверджується високим процентом використання місцевих матеріалів та відносно низькою нормою витрат часу на здійснення робіт.

Л і т е р а т у р а

1. Hart, S.A., and McGauhey, P.H., Wastes management in the food producing and processing industries. Pac. Northwest Ind. Waste Conf, 11th, 1960.
2. Loehr, R. (2012). Agricultural waste management: problems, processes, and approaches. Elsevier.
3. Петраш, Р.В., & Петраш, О.В. (2009). Підсилення існуючих фундаментів за допомогою бурозмішувальної технології. Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво, (2), 136-140.
4. Зоценко, М.Л., Петраш, С.С., Петраш, Р.В., Петраш, О.В., & Попович, Н.М. (2016). Нормативні дослідження бурозмішувальної технології виготовлення ґрунтоцементних паль.
5. Pavelieva A., Vasyliiev Ie., Popov S., Vasyliiev A. The analysis of running efficiency of valve units in differential mortar pump. Technology audit and production reserves. 2017. №5/1 (37). P. 4-9.

6. Kravchenko S., Popov S., Gnitko S. The working pressure research of piston pump RN–3.8. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. №5/1 (83). P. 15-20.

7. Deep mixing research results in under water conditions / [W.F. Van Impe, R.D. Verástegui Flores, P.O. Van Impe et. al.] // Proc. of the 16th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Osaka, 2005). Millpress Science Publishers Rotterdam, 2005. V. 3. P. 1275-1278.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТ НА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РЯДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ ВІД РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Сотнік О.В. – аспірант, sidi.leha@gmail.com

Мороз О.М. – д.т.н., проф., moroz.an@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Собівартість сільськогосподарської продукції в Україні більш ніж наполовину складається з витрат енергії. Зниження частки енергетичних витрат в одиниці продукції істотно знизить ціну на неї і дозволить підвищити рентабельність виробництва [1, 2]. Для оцінки енергетичної ефективності виробництва найчастіше користуються зіставленням енерговитрат на виробництво продукції з енерговмістом готової продукції. В цілому в Україні енергетична ефективність продукції тваринництва значно нижче, наприклад, ніж в США та країнах Європейського союзу [1, 2]. Тому, дослідження направлені на зниження собівартості сільськогосподарської продукції за рахунок підвищення ефективності електропостачання підприємства від різних видів джерел енергії є актуальними.

Метою роботи є аналітичне дослідження підвищення ефективності електропостачання сільськогосподарських підприємств за рахунок використання різних видів енергії.

Споживач для здійснення технологічного процесу повинен споживати певну кількість енергії. Як правило, це повинна бути різного виду енергія (електрична, теплова, механічна тощо). Частково за вимогами технології джерела енергії можуть бути взаємозамінні: опалення приміщення може бути здійснено за рахунок електричної енергії або за рахунок теплоносія від котельні на вугіллі, газі або іншому паливі. До інших технологій використання енергії можуть бути пред'явлені більш суворі вимоги. Електропривод може житись лише від джерела електричної енергії. Один і той же вид енергії може бути отриманий від різних джерел. Електрична енергія може бути отримана від енергосистеми, дизельної електричної станції, сонячної батареї тощо. Кожен з цих джерел буде мати різну доступність. Під доступністю будемо розуміти можливість отримання

необхідної за вимогами технології енергії в кожен проміжок часу. Від енергосистеми необмеженої потужності, при її працездатному стані, можна отримати будь-яку потрібну кількість енергії. Від сонячної батареї не можна отримати електроенергію в нічний час та при незначній сонячній радіації. Введемо для характеристики доступності джерела енергії коефіцієнт доступності p_d . При $p_d = 1$ дане джерело може забезпечити 100 % кількості енергії, необхідної за технологічним процесом. При значенні $p_d = 1$ технологічний процес взагалі не може отримати жодної одиниці енергії від даного джерела. В будь-яких інших випадках значення коефіцієнта доступності буде перебувати в межах від 0 до 1. Величина p_d , рівна наприклад, 0,5 означає, що даний технологічний процес може бути забезпечений від даного джерела тільки на 50 % необхідного обсягу енергії, решта 50 % енергії повинні бути отримані від якогось іншого джерела енергії. Кожен з джерел енергії має різну надійність. Недовідпуск енергії можливий через технічну відмову джерела енергії. Введемо коефіцієнт κ_n , що визначає частку кількості енергії, яку може не отримати споживач від цього джерела енергії, виходячи з його надійності протягом певного часу (рік, сезон, місяць тощо). Величина κ_n знаходиться в межах від 0 до 1. Проміжні значення коефіцієнта означають, що від даного джерела за розглянутий проміжок часу споживач отримає κ_n енергії (в частках від загальної необхідної кількості), а $(1 - \kappa_n)$ енергії необхідно отримати від іншого (інших) резервного джерела. Припустимо, що потрібно забезпечити енергопостачання групи споживачів. Загальна потрібна кількість енергії – W . При цьому можливий набір з будь-яких A джерел енергії, загальна кількість джерел n . Кожен споживач B_j , загальна кількість яких m , в силу обраного технологічного процесу, повинен бути забезпечений певною кількістю енергії. У загальному випадку набір джерел може бути довільний. Витрати на енергопостачання споживача B_j будуть визначатися як [2, 3]:

$$Bump_{Bj}^2 = \sum_{i=1}^n W_{ij} C_{ij} K_{ij} . \quad (1)$$

Значення K_{ij} (поправковий коефіцієнт) залежить від значень p_d і κ_n при отриманні енергії від джерела A_i споживачем B_j . Якщо коефіцієнт дорівнює одиниці, то залежність (1) спрощується до:

$$Bump_{Bj}^2 = \sum_{i=1}^n W_{ij} C_{ij} . \quad (2)$$

Залежність (2) справедлива для умови, коли джерело енергії, може забезпечити будь-який споживач B_j достатньою, за вимогами технології, кількістю енергії. Якщо джерело A_i , не може в будь-який момент часу забезпечити

потребу будь-якого споживача в достатній кількості енергії ($p_{\partial} < 1$; $\kappa_n = 1$), то буде потрібно якесь додаткове джерело (нехай A_{κ}), яке зможе забезпечити відсутню n кількість енергії $\sum_{i=1}^n W_{ij}(1 - p_{\partial ij})$ споживачем B_j у задані технологією проміжки часу. У загальному випадку джерело енергії A_{κ} може бути як у складі групи з n джерел, так і за її межами.

$$Bump_{Bj}^2 = \sum_{i=1}^n W_{ij} C_{ij} p_{\partial ij} + C_{\kappa} \sum_{i=1}^n W_{ij} (1 - p_{\partial ij}). \quad (3)$$

Можна отримати значення сумарних витрат на енергозабезпечення споживачів при значенні $K_n < 1$:

$$Bump_{Bj}^4 = \sum_{i=1}^n W_{ij} C_{ij} K_{nij} + C_{\kappa} \sum_{i=1}^n W_{ij} (1 - K_{nij}), \quad (4)$$

де C_{κ} – питома вартість енергії від джерела A_{κ} , що забезпечує резервне енергопостачання i -го споживача в період відмови основного джерела.

Використовуючи рівняння 1 – 4, можна отримати вираз для визначення сумарних витрат на енергопостачання всієї групи споживачів при значенні коефіцієнтів K_n і p_{∂} , що не дорівнює одиниці:

$$Bump_{Bj}^3 = \sum_{i=1}^n W_{ij} C_{ij} p_{\partial ij} + C_{\kappa} \sum_{i=1}^n W_{ij} (1 - p_{\partial ij}) + C_{\kappa} \sum_{i=1}^n W_{ij} (1 - K_{nij}) \quad (5)$$

Найбільш раціональний варіант енергопостачання даної групи споживачів з точки зору витрат на енергоресурси буде спостерігатися за умови:

$$Bump \Rightarrow \min. \quad (6)$$

Висновок. Рішення рівняння (6) дозволить отримати оптимальний набір джерел живлення енергії для кожного із споживачів з урахуванням надійності кожного з джерел, частки можливого забезпечення енергією, а також питомої вартості енергії.

Л і т е р а т у р а

1. “6th CEER benchmarking report on the quality of electricity and gas, supply - 2016”, EER, p. 83, august 2016.
2. M. Qawaqzeh, A. Szafraniec, S. Halko, O. Miroshnyk, and A. Zharkov, “Modelling of a household electricity supply system based on a wind power plant”, *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 96, 2020, pp. 36-40. doi:10.15199/48.2020.11.08.
3. “Methodological guidelines for the analysis of technological losses of electrical energy and the choice of ways to reduce them”, Ministry of energy and coal industry of Ukraine, 2013
Режим доступу: <https://cutt.ly/CN665Dm>.

РОЗРОБКА МЕТОДУ СЕГМЕНТАЦІЇ БАГАТОГРАДАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ОЗНАК ПРОСТОРОВОЇ ЗВ'ЯЗНОСТІ

Стеценко О.О. – аспірант, stetsenko_oo@gsuite.duit.edu.ua
Кокряцька Н.І. – к.т.н., доц., kokryatska_ni@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена завданнями автоматичної багаторівневої сегментації довільних за конфігурацією та розміщенням напівтонових зображень. Тема торкається багатьох сфер життя, таких як медицина, безпека тощо.

Метою роботи є розробка методу сегментації багатоградаційних зображень на основі ознак просторової зв'язності та демонстрація його застосування.

Сегментація - це поділ зображення на області за визначеними ознаками, які характеризують ці області або зображення в цілому. В залежності від типу зображень застосовується сегментація за яскравістю, контурна сегментація, сегментація форми або текстури [1].

Розглянемо математичну модель запропонованого способу сегментації. Початкове зображення подаємо у вигляді матриці A , яка утворює сукупність елементів зображення $a(m,n)$, де $m=1...M$, а $n=1...N$:

$$A = \begin{bmatrix} a(1,1) & a(1,2) & \dots & a(1,M) \\ a(2,1) & a(2,2) & \dots & a(2,M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a(N,1) & a(N,2) & \dots & a(N,M) \end{bmatrix}$$

Ця матриця представляє вхідні дані для задачі сегментації. Значення елементів $a(m,n)$ обмежені умовою: $0 < a(m,n) < C$, і належить до області цілих невід'ємних чисел, де C - максимальне значення яскравості.

На виході необхідно одержати декілька областей, які відповідають окремим сегментам об'єкта, їх об'єднанню або цілому об'єкту. Їх можна представити відповідними вихідними матрицями $V_1, V_2, \dots, V_l$ в напівтоновому або бінарному вигляді. Вони мають таку ж розмірність як вихідна матриця A та на них накладаються такі ж умови. Таким чином, область припустимих рішень описується нерівністю $0 < v(m,n) < C$ і належить області цілих невід'ємних чисел.

Алгоритм запропонованого способу сегментації на основі аналізу внутрішньозрізної і міжзрізної зв'язності описано нижче.

1. *Квантування зображення за рівнем яскравості.* Значення всіх елементів вихідного зображення зменшується на визначену дискретну величину. Знаходимо

$A^1 = A - D$, де всі елементи $d(m,n)$ мають однакові значення $d(1,1)=d(1,2)=\dots=d(M,N)=d$. На основі отриманої матриці A^1 , яка являє собою усичене зображення, формується зріз або бінарна матриця B^1 за умовою

$$b^k(m,n) = \begin{cases} 1, & a^k(m,n) = 0 \\ 0, & a^k(m,n) \neq 0 \end{cases}$$

Ці дії повторюються для матриці A^1 і для всіх наступних матриць A^k доти, поки всі елементи відповідних їм зрізів B^k не приймуть нульові значення. Таким чином, формується сукупність матриць $A^1 \dots A^k$ і відповідних їм зрізів $B^1 \dots B^k$, причому кількість зрізів K визначається за формулою: $k = \frac{C}{d}$. Сформуємо допоміжну матричну функцію R^k , розмірністю $M \times N$, відповідно бінарному зрізу $B(K)$, елементи якої мають значення:

$$r^k(m,n) = \begin{cases} a(m,n), & \text{якщо } b^k(m,n) = 1 \\ 0, & \text{якщо } b^k(m,n) = 0 \end{cases}$$

Тоді $R^k(M,N)$ належить V , якщо вихідне зображення може бути подано в напівтоновому вигляді, і $B^k(M,N)$ належить V , якщо необхідно мати бінарне представлення.

2. *Формування функції внутрішньозрізної зв'язності.* Визначимо значення внутрішньозрізної зв'язності для кожного бінарного зрізу як:

$$\Delta^k = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \left(b^k(m,n) \cap b^k(m+1,n) + b^k(m,n) \cap b^k(m-1,n) + b^k(m,n) \cap b^k(m,n+1) + \right. \\ \left. b^k(m,n) \cap b^k(m,n-1) + b^k(m,n) \cap b^k(m+1,n+1) + b^k(m,n) \cap b^k(m-1,n+1) + \right. \\ \left. b^k(m,n) \cap b^k(m+1,n-1) + b^k(m,n) \cap b^k(m-1,n-1) \right)$$

3. *Визначення глобального максимуму функції внутрішньозрізної зв'язності та номера його зрізу.* Глобальний максимум визначаємо як $\max(\Delta^k) = \Delta'(K)$, де $\Delta'(K)$ - максимальне значення внутрішньозрізної зв'язності для зрізу з номером K .

4. *Визначення номера зрізу з глобальним максимальним значенням зв'язності.* Номер зрізу визначимо як

$$N(\max \Delta(K)) = \begin{cases} K, & \text{якщо } \max \Delta(K) = \Delta'(K) \\ 0, & \text{якщо } \max \Delta(K) \neq \Delta'(K) \end{cases}$$

5. *Формування функції міжзрізної зв'язності.* Її формування здійснюється для кожного зрізу і сусіднього з ним наступного зрізу і має вигляд:

$$\Delta(k, k+1) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \left(\begin{aligned} &b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m+1, n) + b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m-1, n) + b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m, n+1) + \\ &b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m, n-1) + b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m+1, n+1) + b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m-1, n+1) + \\ &b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m+1, n-1) + b^k(m, n) \cap b^{k,k+1}(m-1, n-1) \end{aligned} \right)$$

6. *Визначення функції міжзрізної зв'язності для зрізу, визначеного в п. 4 і сусідніх із ним.*

7. *Порівняння значень міжзрізної зв'язності, отриманих у п. 6 із граничним значенням.* Якщо $\Delta(K, K+1) > P$, то $R(K+1)$ належить V_l або $B(K+1)$ належить V_l , відповідно, якщо $\Delta(K, K-1) > P$, то $R(K-1)$ належить V_l або $B(K-1)$ належить V_l , де P - граничне значення міжзрізної зв'язності для виділених сегментів.

Процес порівняння значень міжзрізної зв'язності з кожним сусіднім наступним значенням відбувається доти, поки ця умова не буде виконуватися.

8. *Об'єднання виділених зрізів.* Виділена область утворить множину елементів, координати яких визначаються координатами одиничних елементів виділених бінарних зрізів:

$$V_l = \dots \wedge B(K-1) \wedge B(K) \wedge B(K+1) \wedge \dots \quad \text{- для бінарного вигляду}$$

$$R_l = \dots \wedge R(K-1) \wedge R(K) \wedge R(K+1) \wedge \dots \quad \text{- для напівтонового вигляду}$$

9. *Визначення локальних максимумів функції внутрішньозрізної зв'язності.*

10. *Для значень, визначених у п. 9, повторюються операції по п.4 - 8.*



Рисунок 1 – Приклад автоматизованої сегментації термозображення

Висновок. У результаті проведеної роботи було розроблено метод сегментації багатоградаційних зображень на основі ознак просторової зв'язності, що дозволяє доволі легко проводити автоматизовану сегментацію зображення за

яскравістю. Горизонт практичного застосування методу для систем штучного інтелекту не є обмеженим. Найбільш корисне використання буде у сфері медицини при діагностиці захворювань на основі термографічних зображень [2], томографічних зображень [3] тощо.

Л і т е р а т у р а

1. Linda G. Shapiro, George C. Stockman. Computer Vision, 2001, 806 pages.
2. James Stewart Campbell. Human Medical Thermography, 2022, 240 pages.
3. Francis A. Burgener, Christopher Herzog, Steven Meyers, Wolfgang Zaunbauer. Differential Diagnosis in Computed Tomography, 2nd edition, 2011, 868 pages.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ МОНІТОРИНГУ SOLAREEDGE

Тоберт М.Ю. – магістр, tobert.mikhail@gmail.com
Мерчанський Н.О. – бакалавр, wie2123123@gmail.com
Мороз О.М. – д.т.н., проф., moroz.an@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження обумовлена стрімким збільшенням використання відновлювальних джерел енергії у світі, особливо сонячної енергії, в тому числі і в Україні. Так встановлена потужність сонячних електричних станцій (СЕС) в Україні з січня 2018 р. по листопад 2021 р. збільшилась з 767,2 МВт до 6226,2 МВт, тобто більше ніж у 8 разів [1]. У зв'язку з підвищенням вартості електричної енергії та її дефіцитом в Україні, внаслідок військових дій, актуальним є питання використання СЕС для забезпечення внутрішніх потреб підприємств та організацій і покращення їх економічних показників. Генерація СЕС потребує постійного моніторингу режимів роботи її обладнання для забезпечення високої ефективності та надійності, а також для дослідження впливу природних факторів [2].

Метою роботи є дослідження функціональних можливостей платформи моніторингу SolarEdge [3], на прикладі готелю Артуа (м. Харків), та шляхів зменшення факторів впливу на генерацію СЕС для збільшення генерації електричної енергії та підвищення надійності роботи обладнання СЕС.

Основний текст. Платформа моніторингу SolarEdge використовувалась для дослідження роботи СЕС потужністю 31,14 кВт для власних потреб готелю Артуа. Платформа моніторингу SolarEdge дозволяє візуалізувати виробництва електричної енергії СЕС, споживання електричної енергії від мережі та власного споживання (рис. 1).

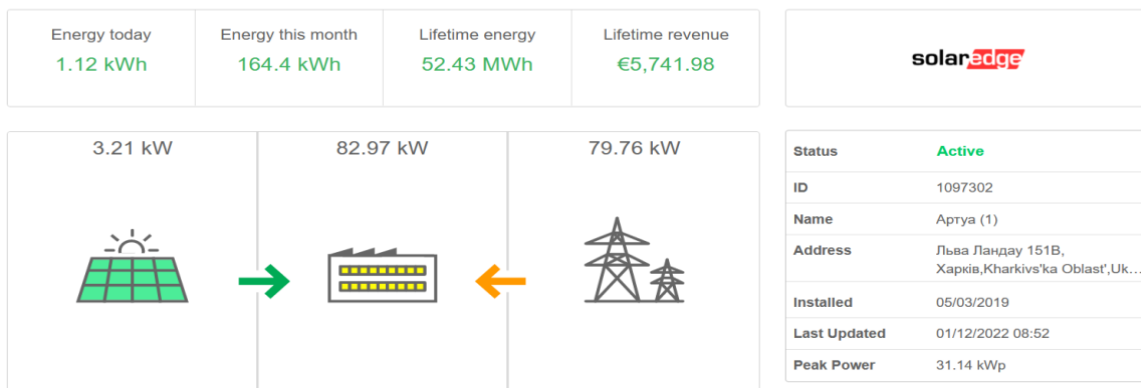


Рисунок 1 – Візуалізація виробництва електричної енергії СЕС, споживання електричної енергії від мережі та власного споживання

Активна потужність СЕС під час дослідження складала 3,21 кВт, а 79,76 кВт споживалось з мережі. Дослідження показало, що СЕС покриває значну частину споживання електричної енергії готелю в денний час у літній період. Генерація розпочиналась після 4 години ранку і тривала до 20 години. З 9 до 18 години СЕС покриває біля 90% потреб готелю в електричній енергії. Аналіз графіків помісячної генерації за 2019, 2020 та 2021 роки показує що коливання місячної генерації має значну амплітуду, так, наприклад, у липні 2021 року генерація була майже у 2 рази більшою ніж у липні 2020 р. Взагалі генерація у 2021 році була більшою ніж у 2020 році на 54,5 %, що обумовлено природними факторами.

Система моніторингу SolarEdge дозволяє будувати графіки потужності за роками, помісячно, щотижня (рис. 2) та кожного дня.

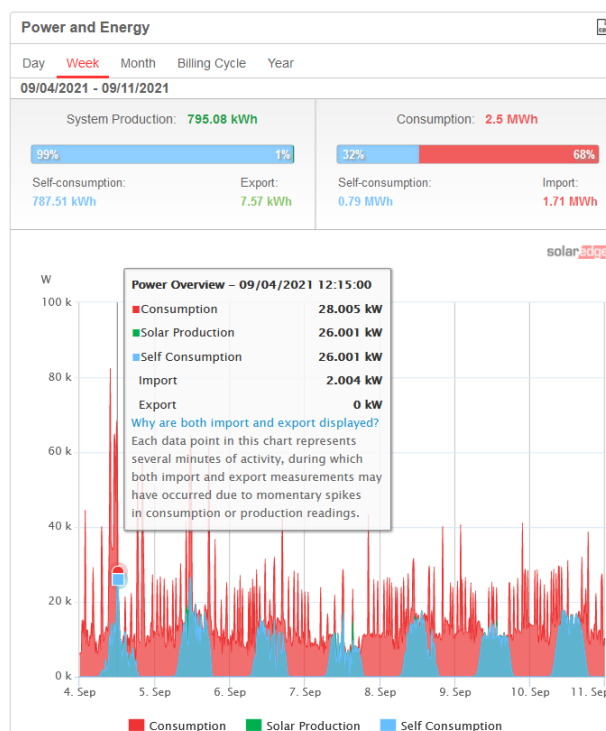


Рисунок 2 – Графіки потужності генерації та споживання електричної енергії впродовж тижня у вересні 2021 року

Аналіз графіків потужності генерації та споживання електричної енергії дозволяє стверджувати, що СЕС забезпечує значну кількість електроенергії на власні потреби готелю у дні значної сонячної радіації. Отримані графіки дозволяють визначити генерацію та споживання електричної енергії у кожний період часу. Так аналіз інформації на рис. 3 показує, що тільки 2 кВт потужності забезпечується із зовнішньої мережі о 12:15, а 26 кВт потужності забезпечується власною СЕС. За період з 4.09.2021 р. по 11.09.2021 року СЕС готелю покрила 32% загальних потреб у електроенергії, експорт електричної енергії склав тільки 1%. В зимовий період генерація СЕС внаслідок погодних умов незначна і не впливає на споживання електричної енергії з мережі.

Для визначення режимів роботи СЕС був проведений аналіз роботи ФЕМ з оптимізаторами потужності. Графіки генерації електроенергії модулями 1-го стрингу (рис. 3) показують, що модулі здійснюють різну генерацію електричної енергії, максимальна генерація спостерігається об 11:00 і має значення 83 Вт·год, в той же час мінімальна генерація складала 5,25 Вт·год.

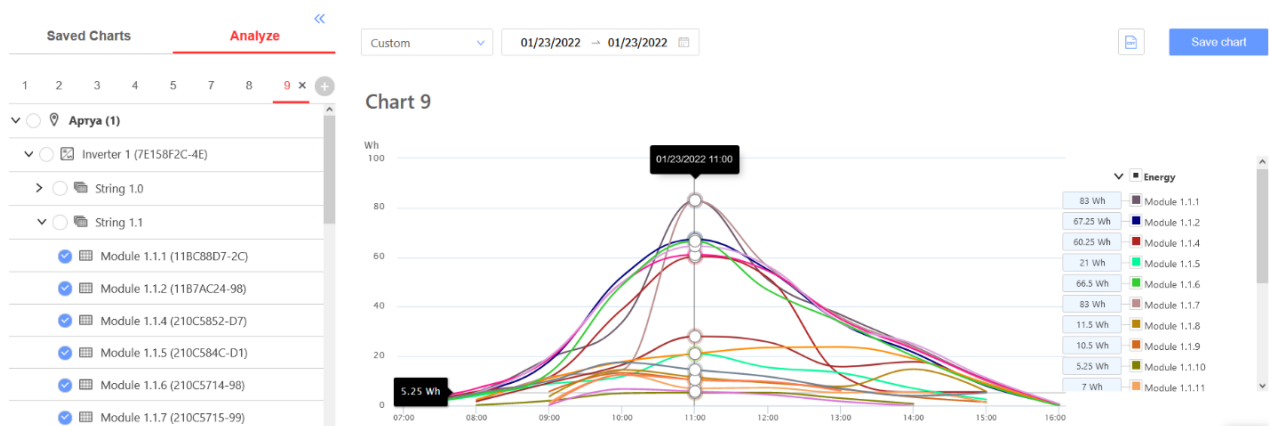


Рисунок 3 – Графіки генерації електроенергії модулями 1-го стрингу

Дослідження активної потужності, яку генерують два ФЕМ, під'єднані до одного оптимізатора потужності показали, що максимальна потужність пари модулів була 123,85 Вт, що складає тільки 20% від потужності ФЕМ. Це факт пояснюється незначною сонячною активністю та частковим покриттям поверхні модулів снігом.

Висновок. Таким чином платформа SolarEdge дозволяє визначати режими роботи стрингів та інвертора і при їх суттєвому відхиленні від номінальних режимів роботи вносити певні зміни щодо розміщення ФЕМ та усувати фактори, які призводять до зменшення генерації.

Л і т е р а т у р а

1. Встановлена потужність енергосистеми України на 11/2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/UOU1hW8>.
2. Експериментальні дослідження факторів впливу на генерацію сонячної електростанції. Мороз О.М., Мірошник О.О., Павлов А.О., Савченко О.А., Тоберт М.Ю. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетика надійності та енергоефективність, № 2(3) 2021. С. 114-123. – Режим доступу до ресурсу: <http://eree.khpi.edu.ua/article/view/247805>
3. Power Optimizer. Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/IOU0maO>.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Чигринець К.Д. – магістрант, mrchigrinets@gmail.com
Пастушенко Р.Р. – бакалавр, romapastuh5@gmail.com
Трунова І.М. – к.т.н., доц., trunova_iryna@btu.kharkov.ua
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлена тим, що однією з найбільш енергоємних технічних систем в тваринництві є система підтримання згідно зоотехнічних вимог необхідних параметрів мікроклімату в приміщеннях для утримання тварин [1]. Енергетичний аудит систем мікроклімату базується на аналізі теплоенергетичного балансу [2], при перевірці якого необхідно враховувати багато чинників, зокрема, і фізіологію тварин, що є досить трудомістким. Тому існує необхідність розробки певних рекомендацій щодо використання комп'ютерних технологій під час енергетичного аудиту систем мікроклімату тваринницьких приміщень.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо використання комп'ютерних технологій під час енергетичного аудиту систем мікроклімату тваринницьких приміщень.

Під час енергетичного аудиту систем мікроклімату (в тому числі електрифікованих, наприклад, з використанням електрокалориферів), насамперед, прораховують складові теплоенергетичного балансу приміщення. При цьому, аналізуючи його витратну частину на прикладі комп'ютеризованого розрахунку втрат теплової енергії в приміщенні для утримання телят віком від 6 до 18 місяців при різних температурах зовнішнього та внутрішнього повітря в приміщенні були отримані узагальнені аналітичні залежності. Наприклад, для втрат теплової енергії крізь огороження приміщення з достовірністю апроксимації рівної одиниці була отримана така лінійна залежність, що описується узагальненим виразом

$$Q_{ог} = A \cdot t_{в}/t_{утр} - B \cdot t_{з},$$

де A, B – коефіцієнти, що є незмінними при незмінних конструктивних особливостях приміщення (виду, розмірів та теплопровідності конструкцій); $t_{з}, t_{в}, t_{утр}$ – температура, відповідно, зовнішнього, внутрішнього повітря та рекомендована зоотехнічними вимогами температура утримання даного виду та віку тварин, яка дозволяє досягнути максимальної продуктивності тварин (приросту ваги, надойв молока).

За іншою складової витратної частини теплоенергетичного балансу була отримана квадратична аналітична залежність втрат теплової енергії з вентиляційним повітрям природної вентиляції тваринницького приміщення, яка також має коефіцієнти, що є незмінними при незмінних конструктивних особливостях системи природної вентиляції (загальної площі перерізу та висоти вентиляційних шахт).

Аналіз прибуткової частини теплоенергетичного балансу складається з аналізу технічних характеристик системи опалення, що забезпечує надходження тепла до приміщення ($Q_{оп}$), та з розрахунку надходження тепла від тварин ($Q_{т}$) [3]. До особливостей останньої складової належить те, що виділення теплової енергії тваринами залежить від багатьох чинників, наприклад, виду тварин, віку, ваги тощо. В [1] приведені табличні дані щодо виділення теплової енергії залежно від цих чинників, на основі яких в [4] отримані аналітичні залежності, які дозволяють визначати проміжні значення виділення теплової енергії. І коли змінюється, наприклад, вага тварин на відгодівлі, то це вимагає додаткового аналізу щодо виділення теплової енергії. Тому для застосування комп'ютерних технологій була розроблена відповідна блок-схема алгоритму розрахунку кількості виділення теплової енергії великою рогатою худобою з врахуванням виду, продуктивності, ваги тварин.

Висновки. Отримані аналітичні залежності втрат теплової енергії від температури зовні та всередині приміщення, та розроблена блок-схема алгоритму розрахунку надходження теплової енергії від тварин можуть бути корисними при застосуванні комп'ютерних технологій під час енергетичного аудиту систем мікроклімату тваринницьких приміщень та для ефективного керування приладами опалення.

Л і т е р а т у р а

1. ДБН В.2.2-1-95. Будівлі і споруди для тваринництва: [Чинні з 1995-02-01]. Вид. офіц. Київ: Держкоммістобудування України, 1995. 40 с.
2. Трунова І.М., Андрусенко О.С., Ільченко Я.В. Вдосконалення методики розрахунку теплоенергетичного балансу тваринницьких приміщень//Вісник ХНТУСГ.

Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. 2013. №.142. С. 3-5.

3. Драганов Б.Х. Проектування систем теплопостачання сільського господарства: навч. посіб. Київ: Техніка, 2003. 140 с.

4. Трунова І.М. Фізіологічні показники тварин у розрахунку теплоенергетичного балансу приміщення // Вісник ХНТУСГ. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. 2014. №.154. С. 8-9.

ВРАХУВАННЯ СТУПЕНЮ ВИКОРИСТАННЯ ВСТАНОВЛЕННОЇ ПОТУЖНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ БАТАРЕЇ ПІД ЧАС РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ

Юревич М.О. – магістрант, maksimurevic447@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

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю коректного визначення потужності фотоелектричної батареї (ФБ) при проектуванні.

Метою роботи є вдосконалення вибору встановленої потужності ФБ (P_{PVR}) з урахуванням прийнятого графіка навантаження локального об'єкта (ЛО), архівних даних генерації ФБ для локації об'єкта, ступеня зниження споживання енергії k_E з розподільчої мережі (РМ) та використання енергії ФБ k_{PV} .

Розглядається фотоелектрична система (ФЭС) з акумуляторною батареєю (АКБ) для забезпечення власних потреб ЛО без генерації енергії в РМ. ЛО має денний графік з піковими навантаженнями зранку і ввечері. Враховувались архівні дані генерації ФБ за 5 років за даними [1]. Основним показником оцінювання є k_E . За однієї ставки тарифу $k_E = W_L / W_g$ (W_L і W_g – відповідно, енергія, що споживається навантаженням і ЛО з РМ). З підвищенням значення P_{PVR} зростає k_E але обмежується максимальним значенням $k_{EM} = W_L / W_{g62}$ (W_{g62} - нічне споживання з РМ) при значенні генерації ФБ

$$W_{PV} \geq W_{PVB} = \frac{W_{L25} + W_{L56} / (\eta_C \cdot \eta_B)^2}{\eta_C},$$

де W_{L25} і W_{L56} – відповідно, енергія навантаження вдень і вечірній пік, η_C , η_B – ККД перетворювача і АКБ.

Значення $k_{PV} = W_{PVL} / W_{PVC}$ (W_{PVC} – енергія, що генерує ФБ за 150 днів, W_{PVL} – енергія, що споживається навантаженням (із умови $W_{PV} \leq W_{PVB}$).

Висновки. Встановлено що при виборі співвідношення P_{PVR} та потужності навантаження $P_{PVR} / P_L = (4-3,35) / 1$ у розглянутому застосуванні можливе значення k_E у період весна-осінь не нижче 1,88. При найменшому значенні P_{PVR} взимку та

влітку зменшення k_E незначне. Так, при зменшенні P_{PVR} у 1,429 разів значення k_E зменшується влітку до 15% при його значенні від 4,7 до 7 разів, що підтверджується моделюванням системи у Matlab в добовому циклі.

Л і т е р а т у р а

1. Photovoltaic geographical information system. [Online]. Available at: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ В УКРАЇНІ

Юрченко Ю.О. – магістр, yurchenko@ukr.net
Мірошник О.О. – д.т.н., проф., omiroshnyk@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження зумовлена покращенням ситуації в енергетичній сфері щодо розосередженої генерації, використанню альтернативних традиційних та поновлюваних джерел енергії [1, 2].

На сьогодні практично всі провідні країни світу розробляють принципово нову ідеологію побудови та функціонування енергетичної галузі з метою надання безпечного, надійного, економічно доцільного та екологічно прийняттого енергозабезпечення споживачів. Зазначена ідеологія базується на активній інформатизації та інтелектуалізації енергетичних об'єктів, широкому використанні розосередженої генерації, в першу чергу, на рівні розподільних електричних мереж середньої та низької напруги, створенні та впровадженні провідних енергоефективних технологій у сфері генерації, акумулювання, розподілу енергії, систем зв'язку та телекомунікацій, засобів керування та захисту, формуванні нової тарифної та регуляторної політики [3].

Метою роботи є дослідження балансової моделі енерговузла, до складу якого входять сонячні та вітрові електричні станції.

Основною перевагою використання відновлюваних джерел енергії є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті.

Недоліком ВДЕ є дискретність енергетичних потоків – періодичність надходження та змінність енергетичного потенціалу. Сучасні технології і обладнання, а також прийоми раціонального використання ВДЕ фактично ліквідували перешкоди щодо їх широкомасштабного впровадження і обумовили бурхливий розвиток енергетики на основі ВДЕ в світі.

Вартісні показники електроенергії від ВДЕ, виробленої на різних видах електростанцій, вже зараз перебувають в середньому на рівні традиційних електростанцій; із загального ряду випадає фотоенергетика, де вартість електроенергії в 4-5 разів вища; спостерігається стійке зниження вартості електроенергії від ВДЕ, в тому числі й на фотоелементах (відповідно до прогнозів, ціна фотоенергії наблизиться до вартості електроенергії від інших видів через 5-10 років).

Відновлювані джерела енергії стали останнім часом одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світовому спільноту [4].

Альтернативна енергетика стає одним із базових напрямів розвитку технологій у світі, разом із інформаційними та нанотехнологіями вона стає важливою складовою нового постіндустріального технологічного укладу.

На даний час на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) припадає близько 14 % у світовому споживанні первинної енергії, з них на спалювані види і відходи біомаси припадає 11 %, гідроенергію – 2,3 %, енергію вітру – 0,026 %, сонячну енергію – 0,039 %, геотермальну енергію 0,442 %.

Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії досягає 18 %, тепла – майже 26 %. Тобто ВДЕ у світовому забезпеченні електроенергією і теплом вже вийшли на той рівень, який дозволяє надіятись на ефективне вирішення енергетичних проблем у майбутньому.

Існуючі технології ВДЕ не є досить досконалими, мають різний рівень економічної ефективності та різний технічний рівень. Однак всі вони мають такі визначні переваги як дуже низький рівень (або зовсім не мають) викидів парникових газів і мають невичерпний (відновлюваний) запас палива необхідний для їх реалізації. Деякі з цих технологій вже сьогодні є конкурентоспроможними і є всі підстави сподіватись, що в майбутньому їх економічна ефективність буде зростати на фоні зростання ціни і ускладнення умов видобутку традиційних енергоресурсів.

Висновок. Виробництво електроенергії з відновлювальних джерел енергії стає дедалі актуальнішим для будь-якої країни, що хоче зменшити свою енергозалежність від інших держав, зокрема убезпечити себе від можливих перебоїв з поставками органічного та ядерного палива. До того ж таке виробництво або зовсім не дає викидів у атмосферу шкідливих речовин (вітро-,

гідроенергетика, використання геотермальних джерел та енергії Сонця) або принаймні не збільшує обсягу таких викидів.

Л і т е р а т у р а

1. Patel M. R. Wind and solar power systems: design, analysis, and operation. – CRC press, 2005.
2. Borlase S. Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions. – CRC Press, 2012.
3. Keyhani A. Design of smart power grid renewable energy systems. – John Wiley & Sons, 2011.
4. Bush S. F. Smart Grid: Communication-Enabled Intelligence for the Electric Power Grid. – John wiley & sons, 2014.

СЕКЦІЯ 4: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖАХ СКЛАДНОЇ ТОПОЛОГІЇ

Возна Н.А. – магістр, vozna_na@gsuite.duit.edu.ua

Герцій О.А. – к.т.н., доц., agertsy@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Сучасні комп'ютерні мережі будуються з використанням пакетної технології передачі інформації з подальшою маршрутизацією пакетів між мережами. Так як маршрутизація кожного пакета відбувається незалежно, розв'язок завдань маршрутизації отримує першочергову важливість.

Складність проблеми маршрутизації полягає в її багатofакторності. Яким чином привести в єдність і відповідність критерії врахування факторів для того, щоб об'єктивно вибрати кращий маршрут? Врахування багатьох факторів зводить завдання маршрутизації до завдання оптимального розподілу ресурсів мережі.

Метою роботи є дослідження алгоритмів маршрутизації для визначення оптимальних маршрутів залежно від топології та розміру мережі.

Комп'ютерні мережі, як правило, представляються у вигляді графів, при цьому комутатори і маршрутизатори мереж є вузлами графа, а лінії зв'язку є ребра графа. Ряд понять з теорії графів виявляються корисними при розробці мереж і алгоритмів маршрутизації [1]. В цьому випадку кожній вершині відповідає маршрутизатор. Більшість алгоритмів пошуку маршруту з найменшою вартістю, що застосовуються в мережах з комутацією пакетів і об'єднаних мережах, є варіації одного з двох загальних алгоритмів, відомих як алгоритм Дейкстри (Dijkstra) і алгоритм Беллмана - Форда (Bellman - Ford).

Якщо два маршрутизатори безпосередньо сполучено до однієї і тієї ж локальної або глобальної мережі, тоді це двостороннє з'єднання відповідає парі паралельних ребер, що сполучають відповідні вершини. Якщо до мережі безпосередньо приєднано більше двох маршрутизаторів, тоді ця мережа представляється у вигляді безлічі пар паралельних ребер, кожна з яких сполучає два маршрутизатори. У об'єднаній мережі для передачі IP-дейтаграми від маршрутизатора - джерела до маршрутизатора - приймача по різних лініях через різні мережі і маршрутизатори пакетів потрібно прийняти рішення про вибір маршруту. Це завдання також еквівалентне пошуку шляху в графі.

Практично у всіх мережах з комутацією пакетів і у всіх об'єднаних мережах рішення про вибір маршруту приймається на основі одного з різновидів критерію мінімальної вартості [2]. Якщо вибирається маршрут з мінімальною кількістю ретрансляційних ділянок, тоді кожному ребру, відповідній ретрансляційній ділянці, призначається одинична вага. Це завдання відповідає пошуку найкоротшого шляху в звичайному графі.

Але найчастіше кожній ретрансляційній ділянці у відповідність ставиться певна величина, яку називають вартістю передачі. Ця величина може бути обернено пропорційній пропускній спроможності лінії, прямо пропорційному поточному навантаженню на цю лінію або бути якоюсь комбінацією подібних параметрів. При розрахунку вартості можуть враховуватися також такі критерії, як фінансова вартість використання ретрансляційної ділянки [3, 4].

Програмне рішення Cisco Packet Tracer дозволяє імітувати роботу різних мережних пристроїв: маршрутизаторів, комутаторів, вузлів безпроводного доступу, персональних комп'ютерів, мережних принтерів, IP-телефонії, тощо. Завдяки такій властивості Cisco Packet Tracer, як режим візуалізації, користувач може відстежити переміщення даних в мережі, появу й зміна параметрів IP-пакетів при проходженні даних через мережні пристрої, швидкість і шлях переміщення IP-пакетів. Аналіз подій, що відбуваються в мережі, дозволяє зрозуміти механізм її роботи й виявити несправності.

Cisco Packet Tracer може бути використаний не тільки як симулятор, але і як мережний додаток для симулювання віртуальної мережі через реальну мережу, у тому числі Інтернет. Користувачі різних комп'ютерів, незалежно від їхнього місця розташування, можуть працювати над однією мережною топологією, роблячи її налаштування або усуваючи проблеми. Ця функція режиму Cisco Packet Tracer широко застосовується для організації командної роботи, а також для проведення змагань між учасниками [5].

Крім цього, за допомогою цієї програми користувач може симулювати побудову не тільки логічної, але й фізичної моделі мережі й, отже, одержувати навички проектування. Схему мережі можна накласти на креслення реально існуючого будинку або навіть міста й спроектувати всю його кабельну мережу, розмістити пристрою в тих або інших будинках і приміщеннях з урахуванням фізичних обмежень, таких як довжина й тип кабелю, що прокладається, або радіус зони покриття бездротової мережі.

В роботів досліджується мережа, яка складається з маршрутизаторів та ліній зв'язку які мають різну пропускну спроможність. Було налаштовано роботу усіх Ethernet інтерфейсів, а також протоколи маршрутизації, для порівняння яких обрано протоколи RIP та OSPF.

Після проведення всіх налаштувань та перевірки роботи мережі

перевіряється таблиця маршрутизації. В таблиці маршрутизації вказуються мережі автономної системи, в яких налаштований той чи інший протокол маршрутизації. Якщо на маршрутизаторі не буде налаштовано хоча б якийсь протокол маршрутизації або налаштована статична маршрутизація, то в таблицях маршрутизації інших маршрутизаторів не будуть відображатися мережі, які під'єднанні до нього безпосередньо.

Висновок. В роботі проводиться моделювання роботи комп'ютерної мережі з використанням програми Cisco Packet Tracer. Мережа, яка досліджувалася складається з маршрутизаторів та ліній зв'язку які мають різну пропускну спроможність, що дає можливість дослідити мережу та порівняти значення. Було налаштовано роботу усіх Ethernet інтерфейсів, а також протоколи маршрутизації.

Л і т е р а т у р а

1. Домнин Л.Н. Элементы теории графов. Пенза: Изд-во Пензенск. ун-та, 2007. 144 с.
2. Буров Є. Комп'ютерні мережі. 2-ге оновлене і доповн. вид. Львів: БаК, 2003. 584с.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети: учебник для ВУЗов. 5-е изд. СПб.: Питер, 2012. 960 с.
4. Олифер В.Г. Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для ВУЗов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010. 944 с.
5. Бейцун С.В., Кулинич М.В. Моделирование компьютерных сетей: Учебное пособие. Днепропетровск: НМетАУ, 2016. 96 с.

ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ЗВ'ЯЗКУ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Гармаш М.С. – магістр, garmash_ms@gsuite.duit.edu.ua

Герцій О.А. – к т н, доц., agertsiy@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. При проектуванні телекомунікаційних мереж прагнуть знайти такий варіант побудови їх оптимальної структури, який би задовольняв необхідну потребу в якості зв'язку при найменших загальних витратах, обслуговуванні та наступному розвитку мережі.

При цьому просте нарощування об'ємів інфокомунікаційних послуг мережі може негативно позначитися на показниках якості обслуговування базових послуг зв'язку і роботи мережі взагалі. Все це вимагає проведення детального аналізу структури та майбутніх функцій самої мережі при її проектуванні чи модернізації.

Метою роботи є дослідження методів забезпечення показників якості

обслуговування в мультисервісних мережах зв'язку.

Останнім часом зріс інтерес до послуг передачі мультимедійного трафіку, що стало причиною нових складнощів пов'язаних з забезпеченням функціонування мультисервісних мереж. Організована на базі IP-технології вона являється орієнтованою для передачі даних і сама по собі не може гарантувати належне обслуговування трафіка реального часу [1]. Тому було розроблено цілий ряд механізмів забезпечення якості обслуговування – QoS. Проте неузгодженість їх взаємної реалізації не дозволяють гарантувати необхідний рівень обслуговування.

Метою теоретичних досліджень, направлених на створення методик планування телекомунікаційних мереж, являється визначення функціональних залежностей між об'ємами трафіку, показниками якості обслуговування та структурними параметрами мережі, що в кінцевому результаті можуть бути використані для визначення вартості того чи іншого рішення. Головною проблемою тут являється оцінка показників якості QoS, адже поняття якості носить комплексний характер і включає різні аспекти доставки інформації по мережі [2].

Користуючись даним підходом, на основі аналізу поставленого питання, можна виділити два основних аспекти, що пов'язані з забезпеченням якості, а саме: конструктивні особливості мережі та особливості організації (управління) роботою мережі [3].

Конструктивні аспекти визначаються вибором топології мережі, використовуваних технологій транспортної мережі та мережі доступу, технічних характеристик обладнання та ін., що у свою чергу, залежать від загального абонентського навантаження. Всі ці фактори враховуються на початкових етапах проектування мережі з врахуванням на найближчу перспективу. Під час експлуатації мережі їх вплив на якість обслуговування в середньому залишається незмінним. Як наслідок вирішення цих завдань відносять до питань проектування мережі і як механізми забезпечення якості використовують лише при наступній модернізації структури мережі.

Організаційні аспекти роботи мережі включають контроль за ресурсами мережі, управління даними абонентів та використання менеджменту. Вони безпосередньо визначають якість зв'язку в процесі експлуатації мережі і тому саме їх виділяють як основні механізми забезпечення QoS. Такий класифікаційний підхід оснований на рекомендаціях Y.1291 Міжнародного союзу електрозв'язку та його інтерпретаціях вітчизняними вченими]. Повна структура механізмів забезпечення QoS представлена на рис.1.

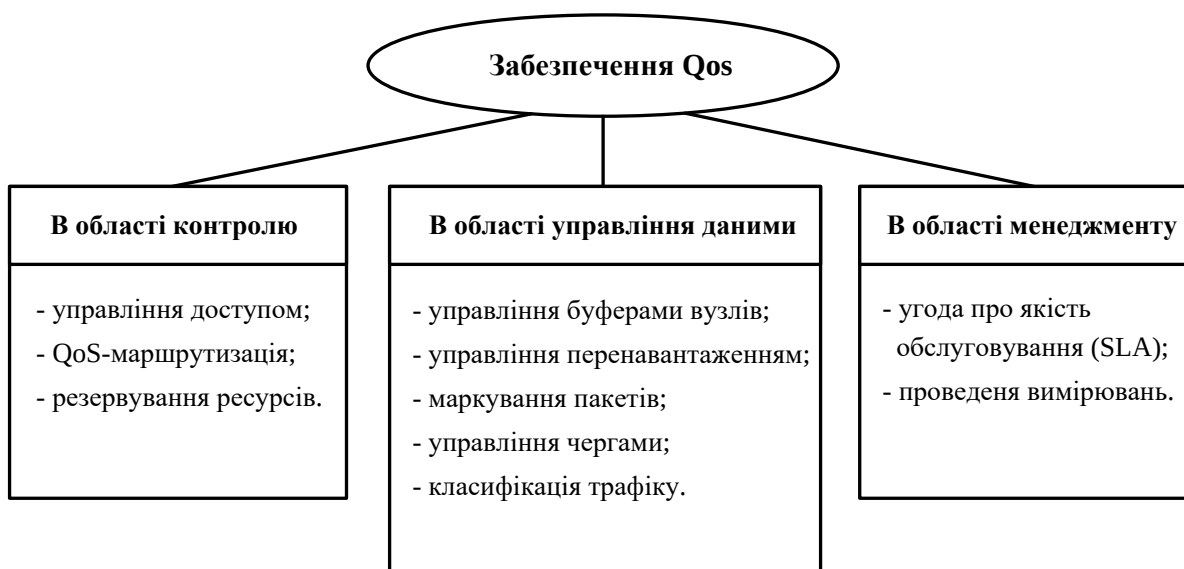


Рисунок 1 – Механізми забезпечення QoS в телекомунікаційних мережах

При цьому запропонована класифікація враховує той факт, що мультисервісні мережі являються IP-орієнтованими, а отже, представлені механізми в повній мірі можуть бути застосовані лише в IP-мережах.

Пропускна спроможність мережі визначається як ефективне значення швидкості передачі даних в бітах за секунду і залежить від параметрів тієї чи іншої служби. Можливість забезпечення ефективного функціонування певного набору служб визначає загальну пропускну спроможність мережі. Параметри пропускну спроможності кожної зі служб можуть бути визначені на основі рекомендацій ITU-T Y.1221. Значення основних з них представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри основних служб IP-мереж

Служби		Параметри			
		Швидкість передачі, Кбіт/с	Навантаження, Ерл	К _{пач}	К _{ефектIP}
Послуги Internet	WWW	4,8...128	*	5...50	0,9
	E-mail	2,4...64	**	2...5	0,9
	FTP	64...2048	***	2...5	0,9
Інші послуги	IP-Tlf	6,4...64	0,1/канал	2...10	0,25...0,75
	FAX	9,6...64	0,15/канал	2...10	0,6...0,8
	V/Tlf	128...384	0.03/канал	5...50	0,4...0,8
	V/Conf	512...2048	****	5...20	0,4...0,8

Висновок. Приведена класифікація відображає різноманітність методів та підходів щодо реалізації забезпечення якості, кожен з яких забезпечує вирішення певного завдання у забезпеченні QoS. Подальший розвиток та розробка

механізмів забезпечення QoS буде вирішуватися на основі комплексних підходів та методик, що враховуватимуть вирішення цілого ряду проблем пов'язаних з покращенням функціонування мережі.

Л і т е р а т у р а

1. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 400 с.
2. Степанов С. Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. М.: Эко-Трендз, 2010. 392 с.
3. Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения. СПб.: Наука и Техника, 2005. 240 с.

МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ФРАГМЕНТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЛАЗЕРНИХ ТРАС

Жук Д.О. – аспірант, zhuk_do@ukr.net
Кокряцька Н.І. – к.т.н., доц., kokryatska_ni@gsuite.duit.edu.ua
Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена основними проблемами у існуючих роботах, пов'язаних з моделюванням систем сприйняття інформації природним способом, виявленими під час аналізу останніх робіт з нейробіології та робіт пов'язаних з моделюванням нейронних механізмів.

Метою роботи є програмне застосування методу знаходження енергетичних центрів образів в реальному масштабі часу для оптимізації цих енергетичних центрів.

Проведено опис методу аналізу зображень лазерних трас на основі визначення центру ваги на основі моментних ознак [1].

1. Для всього фрагмента траси знаходиться точка з максимальною яскравістю T_{max} .

2. Від максимальної яскравості беруться N значень яскравості. Крайні точки з яскравістю T_{max} утворюють крайову лінію. Таким чином визначалися N крайових ліній [2].

3. Для кожного крайового контуру визначалися попередні центри окремо для кожної координати.

4. Знаходяться усереднені координати для всього фрагмента траси.

5. Пошук еталонного зображення. Для навчальної вибірки знаходяться для кожного фрагмента траси усереднені значення центрів крайових контурів, з яких складається фрагмент траси. Для формування еталонного образу

використовувалася різна кількість фрагментів [3].

6. Етап тунелювання проводився по усереднених значеннях центрів крайових контурів та заданій точності у пікселях [4].

7. Етап обробки поточних фрагментів траси. На цьому етапі у разі попадання усереднених значень центрів крайових контурів фрагменту траси у тунель еталонного образу фрагмент траси вважається «хорошим», інакше – «поганим» [5].

8. Для «хорошого» фрагменту траси виконується оптимізація ваг за формулою.

Ці центри утворюють кінцевий результат.

Програма містить в собі наступний функціонал:

- функціонал вибору частини лазерних трас для створення еталонного образу або для фрагменту траси, яка порівнюється;

- можливість зберегти еталонний образ та його автоматизований вибір при обчисленнях;

- можливість створити еталонний образ структури нейромережі, а також порівняльний образ за допомогою вказання кількості кроків кодування та точність;

- можливість автоматизованого обчислення розміру матриці на різних ієрархічних етапах та відображення елементів цих матриць;

- створення та друк графового дерева паралельно-ієрархічної мережі;

- можливість кодувати та декодувати еталонний і порівняльний образи за допомогою вказання кількості кроків кодування та точності;

- можливість кодування та декодування матриць на різних ієрархічних етапах;

- відображення образів в результаті декодування;

- створення методу препарування з використанням популяційного кодування, що містить в собі автоматизований пошук оптимального порогу, підрахунок нульових, негативних та позитивних препаратів;

- створення за допомогою популяційного кодування урівноважуючих кривих, що містить в собі можливість коефіцієнтної кореляції препаратів на різних ієрархічних етапах;

- мережне порівняння на різних ієрархічних етапах, що автоматизує встановлення коефіцієнтів кореляції при різних вхідних даних, що в результаті дає можливість отримати розгорнутий або стислий звіт.

Висновок. У результаті проведеної роботи описано метод знаходження енергетичних центрів фрагментів зображень лазерних трас за допомогою використання принципів популяційного кодування в нейромережі з максимальним приближення обчислень до таких, які відбуваються в природних

нейронних мережах головного мозку людини. Також проведено комп'ютерне моделювання обробки зображень лазерних трас, в результаті якого показано адекватність обчислених результатів.

Л і т е р а т у р а

1. Tymchenko L., Kokriatskaia N., Gertsy A., Stepaniuk D., Chernyaschuk N., Kotyra A., Amirgaliev Y. Elaboration of pyramidal methods applying computation technique "rough-fine" image identification // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Poland. 2019. DOI: 10.1117/12.2537179.

2. Наконечна С. В. Оброблення зображень плям лазерних пучків із застосуванням паралельно-ієрархічних мереж: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: 05.13.23 : захист 26.12.2014 / наук. кер. Л. І. Тимченко. Львів, 2014. 27 с.

3. Tymchenko L., Tverdomed V., Petrovsky N., Kokriatskaia N., Maistrenko Y. Development of a method of processing images of laser beam bands with the use of parallel hierarchic networks // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2019. №6/9(102). P. 21-27. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.188568

4. Romanyuk O., Pavlov S., Melnyk O., Romanyuk S. Method of anti-aliasing with the use of the new pixel // Proceedings SPIE 9816. 2015.

5. Yarovyy A., Tymchenko L., Kokriatskaia N., Nakonechna S., Mateichuk M. Organization of HighPerformance Parallel-Hierarchical Computing Processes for Classification of Laser Beam Images // Proceedings of the 12th International Conference on DAS-2014, Universitatea Stefan cel Mare Suceava, 192-197. 2014.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ ЗАСОБАМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ТИПУ МПЦ-У

Забара О.К. – магістр, delay_ok@gsuite.duit.edu.ua

Герцій О.А. – к.т.н, доц., agertsiy@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Системи управління об'єктами на станціях та перегонах мають велике значення серед пристроїв залізничної автоматики та телемеханіки. Швидкість обробки поїздів на станціях вирішальним чином визначає пропускну спроможність залізних доріг. Потужним засобом підвищення пропускну спроможності залізничних ліній і підвищення безпеки руху поїздів є автоблокування. Безпека руху поїздів загалом багато в чому залежить від безпеки пересування на станції.

Основним засобом підвищення пропускну і переробної спроможності залізничних станцій та забезпечення безпеки руху поїздів є пристрої електричної централізації [1]. На теперішній час залізниця України здебільш обладнана електричною централізацією на станціях та системами автоблокування на

перегонах релейного типу. Такі системи будувались в 1960-1980 роках і на сьогоднішній день є морально та фізично застарілими.

Функціональні можливості релейних систем електричної централізації та автоблокування не забезпечують реалізацію сучасних інформаційних технологій (дистанційна діагностика, обмін даними з автоматизованими системами верхніх рівнів і т.д.).

При розробці нових релейних систем електричної централізації та автоблокування спостерігається стійкий напрям збільшення вартості і витрат дефіцитних матеріалів. В той же час спостерігається тенденція зменшення вартості пристроїв мікропроцесорної техніки (при одночасному розширенні їх функціональних можливостей). Результатом “перетину” цих двох тенденцій є економічна перспективність використання мікропроцесорних систем.

Метою роботи є автоматизація МПЦ та МАБ, що призведе до поліпшення умов і культури праці, зниження завантаження чергових по станції і електромеханіків. Ці якості МПЦ виникають тому, що на службу оперативних працівників віддаються всі можливості комп’ютерної техніки (зручні АРМи, оптимізація інформаційного забезпечення, автоматизація рутинних операцій та ін.).

Вітчизняні системи мікропроцесорної централізації МПЦ-У, та автоблокування МАБ-У виробництва НВО «Імпульс» - комплекси технічних і програмних засобів, призначені для створення мікропроцесорних інформаційно-управляючих систем керування рухом поїздів на станціях і перегонах. Дані комплекси в повній мірі відповідають сучасним вимогам автоматизації мікропроцесорних систем управління рухом поїздів [2].

МПЦ-У та МАБ-У, як сучасні альтернативи релейним системам централізації та блокування, що експлуатуються на залізницях, забезпечують суттєве підвищення безпеки і надійності управління рухом поїздів на залізничних станціях та перегонах з різним обсягом поїзної роботи, включаючи високошвидкісні ділянки.

Результати дослідної експлуатації показують, що застосування МПЦ-У та МАБ-У дозволяє звести до мінімуму релейно-контактні інтерфейси, програмно реалізувати всі логічні залежності між світлофорами, стрілками і рейковими колами, що в свою чергу забезпечує високий рівень надійності пристроїв [3].

Програмно-технічні засоби МПЦ-У та МАБ-У, що забезпечують збір, обробку, зберігання і відображення інформації на спеціалізованому АРМі електромеханіка, дозволяють оперативно вживати заходи з виявлення передвідмовних станів обладнання.

Висновок. Впровадження засобів МПЦ-У дає можливість широкого спектру застосувань на залізниці. Мікропроцесорні системи забезпечують збір, обробку,

зберігання та відображення інформації на персональному комп'ютері АРМ, який може використовувати як черговий по станції так і електромеханік (окрім закладання маршрутів, відкриття сигналів, та переведення стрілок), дозволяють оперативно вживати заходи з виявлення передвідмовних станів обладнання.

Л і т е р а т у р а

1. Типові матеріали для проектування. Проектування двониткових планів станцій з електричними рейковими колами, ЦШ-0068, ВНД УЗ 32.2.04.002-2013, наказ від 31.01.2013 № 013-Ц/од.

2. Технологічні карти з технічного обслуговування пристроїв мікропроцесорної централізації МПЦ-У з інтегрованим автоматичним блокуванням АБТЦ-ЕМ Затверджені ЦШ 28.04.2012.

3. Програма та методика випробувань Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-У з інтегрованим автоматичним блокуванням. Затверджена ЦШ 03.05.2012.

FEATURES OF USING THE BEHAVIORAL MODELS OF TRANSPORTATION DEMAND FOR CITIES

Kravets D.O. – master's student, dmytro.kravets.mttop.2021@lpnu.ua

*Pivtorak H.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer, halyna.v.pivtorak@lpnu.ua
Department of Transport Technologies, Lviv National Polytechnic University*

Modelling the demand for population movement in the city (or agglomeration) is a necessary element of planning any decisions regarding the development of the urban transport system. The choice of the appropriate mathematical model for demand forecasting depends on the goal of forecasting, the available input data, and the capabilities of software tools. The development of software capabilities determines the **relevance** of analyzing the possibilities of improving models to reproduce the real processes they describe more accurately.

The **purpose** of the work is to analyze the requirements for applying behavioural models of demand for movement in the PTV Visum software environment.

Traditional travel demand models assume that trips are symmetric, i.e. round trips, with a single destination. However, the actual transport behaviour of the urban population is often more complex and involves several consecutive trips that combine different movement purposes. To consider such behaviour of users of transport services, disaggregated behavioural models based on activity (Activity-Based Models) are used, which use chains of movements instead of pairs. A chain of actions describes the sequence of typical actions performed by an individual during the day (for example, the chain Home - Work - Shopping - Home). Combining pairs of a person's movements

during the day into one chain allows for a more accurate prediction of the parameters of his movement: for example, a person's selection of the "public transport" mode for the "home - work" movement link makes it impossible to choose the "own car" mode for the following "work - shopping" mode [1].

The PTV Visum software environment uses the VISEM model for behavioural modelling. The stages of trip distribution and mode choice, which are typical for a standard 4-stage demand model, in the VISEM model are performed not separately but in combination. At the same time, the modes are divided into irreplaceable and interchangeable. Indispensable modes include the mode of movement by individual transport and bicycle, and interchangeable modes include the mode of movement by public transport, on foot, by taxi or shared trip. When choosing modes using the VISEM model for the first link of the chain of movements of a particular population group, a specific mode of movement is selected using a discrete model. If this first mode of movement is indispensable, it is preserved throughout the whole chain of trips. If an interchangeable mode is selected for the first link, the mode can be changed, but only within the limits of interchangeable modes [2].

The information needed to use the model includes the activity chains typical for certain groups of people and the probability of their daily execution. For this purpose, surveys of users of transport services are conducted. The same studies are needed for the formation of the utility functions of the goal choice and the trip method. The results of surveys of the population of Lviv, conducted for work [3], make it possible to determine the probabilities of moving for the four main trip chains "Home - Work - Home", "Home - Study - Home", "Home - Work - Other - Home" and "Home - Study - Other - Home" (Fig. 1).

The final number of trips generated by each transport zone is determined based on the total population of a particular group and the probabilities of executing all activity chains.

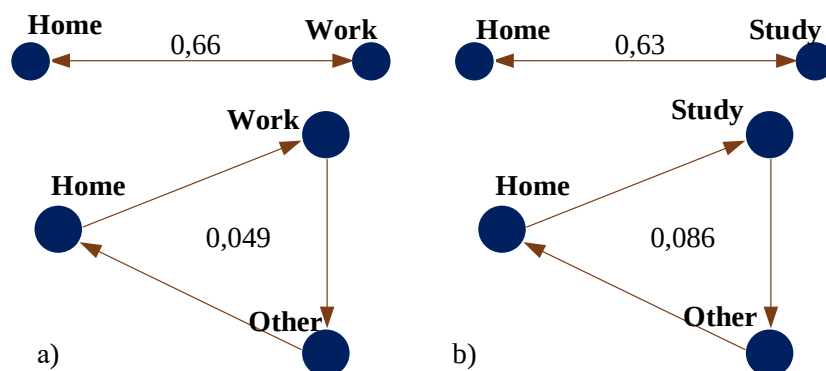


Fig. 1 – Probabilities of daily trips related to work (a) and study (b)

Conclusions. The use of behavioral demand models makes it possible to more

accurately predict the distribution of population trips in the urban area. Such models require more input data, in particular, statistical information on the behavior of users of transport services, which often differ for different cities. However, modern automated methods of movement accounting make it possible to simplify the process of collecting such data, which opens up new opportunities in the application of ABM.

R e f e r e n c e s

1. Cascetta E. Transportation systems engineering: theory and methods / Ennio Cascetta. – New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2013. 710 p.
2. PTV Vision: VISUM 11.5 Basics – Karlsruhe: PTV AG, 2010. 756 c.
3. Pivtorak H.V. Vyznachennia parametriv merezhi miskykh pasazhyrskykh perevezen na osnovi teorii korysnosti z vypadkovym vyborom [Determination of parameters of urban passenger transportation network based on models of random utility theory]: dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.01 – Transportni systemy – Lviv, 2021. 202 p.

АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ БЕЗПЕКИ В БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Кривобочек А.Л. – магістр, kruvobochek_al@gsuite.duit.edu.ua

Герцій О.А. – к.т.н., доц., agertsiy@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. В безпроводних мережах у сімействі протоколів передбачений комплекс мір безпеки, об'єднаний загальною назвою WEP. Незважаючи на те, що WEP підтримується більшістю мережевого обладнання 802.11, виявилось, що він має найнижчий рівень захисту. Причина уразливості WEP полягає у використанні статичних ключів шифрування, які відомі всім станціям, а також у тому, що не передбачений процес перевірки справжності користувача.

Метою роботи є аналіз і визначення параметрів захисту безпроводних комп'ютерних мереж залежно від умов їх використання.

Головна відмінність між провідними і безпроводними мережами пов'язана з абсолютно неконтрольованою областю між кінцевими точками мережі. У досить широкому просторі мереж безпроводного середовища ніяк не контролюється. Сучасні безпроводні технології пропонують обмежений набір засобів управління всією областю розгортання мережі. Це дозволяє атакуючим, що знаходяться в безпосередній близькості від безпроводних структур, виробляти цілий ряд нападів, які були неможливі в провідних мережах [1]. Розглянемо характерні для безпроводних мереж загрози безпеки, обладнання, яке використовується при

атаках, проблеми, що виникають при роумінгу від однієї точки доступу до іншої, укриття для безпроводних каналів і криптографічний захист відкритих комунікацій.

Прослуховування. Найбільш поширена проблема в таких відкритих і некерованих середовищах, як безпроводні мережі - можливість анонімних атак. Анонімні користувачі-зловмисники можуть перехоплювати радіосигнал і розшифровувати дані, що передаються.

Відмова в обслуговуванні (DOS). Повну паралізацію мережі може викликати атака типу DOS. У всій мережі, включаючи базові станції і клієнтські термінали, виникає така сильна інтерференція, що станції не можуть зв'язуватися між собою. Ця атака вимикає всі комунікації в певному районі. Якщо вона проводиться в досить широкій області, то може вимагати значних потужностей. Атаку DOS на безпроводні мережі важко запобігти або зупинити. Більшість безпроводних мережевих технологій використовує не ліцензовані частоти - отже, допустима інтерференція від цілого ряду електронних пристроїв.

Глушіння клієнтської станції. Глушіння в мережах відбувається тоді, коли навмисна або ненавмисна інтерференція перевищує можливості відправника або одержувача в каналі зв'язку, таким чином, виводячи цей канал з ладу. Атакуючий може використовувати різні способи глушіння. Глушіння клієнтської станції дає можливість шахраю підставити себе на місце заглушеного клієнта. Також глушіння можуть використовувати для відмови в обслуговуванні клієнта, щоб йому не вдавалося реалізувати з'єднання. Більш витончені атаки переривають з'єднання з базовою станцією, щоб потім вона була приєднана до станції зловмисника [2].

Загрози криптозахисту. У безпроводних мережах застосовуються криптографічні засоби для забезпечення цілісності та конфіденційності інформації. Однак помилки призводять до порушення комунікацій і зловмисному використанню інформації. WEP - це криптографічний механізм, створений для забезпечення безпеки мереж стандарту 802.11. Цей механізм розроблений з єдиним статичним ключем, який застосовується всіма користувачами. Керуючий доступ до ключів, часте їх зміна і виявлення порушень практично неможливі. Дослідження WEP-шифрування виявило вразливі місця, через які атакуючий може повністю відновити ключ після захоплення мінімального мережевого трафіку. В мережі Інтернет можна знайти інструкції, які дозволяють зловмиснику відновити ключ протягом декількох годин. Тому на WEP не можна покладатися як на засіб аутентифікації і конфіденційності в безпроводній мережі.

Використовувати описані криптографічні механізми краще, ніж не використовувати їх зовсім, але завдяки відомій уразливості потрібні інші методи захисту від перерахованих вище атак. Всі безпроводні комунікаційні мережі

схильні до атак прослуховування в період контакту (встановлення з'єднання, сесії зв'язку та припинення з'єднання). Сама природа безпроводного з'єднання усуває можливість його контролю, і тому воно вимагає захисту. Управління ключем, як правило, викликає додаткові проблеми, коли застосовується при роумінгу і в разі загального користування відкритим середовищем.

Враховуючи вразливість WEP, була розроблена нова технологія захисту WPA. Ця технологія врахувала недоліки WEP і згідно специфікації включає в себе протокол TKIP, який працює разом з механізмами 802.1х. Підвищення рівня безпеки забезпечується періодичним генеруванням унікального ключа для кожного користувача.

Аутентифікація в стандарті IEEE 802.11 орієнтована на аутентифікацію абонентського пристрою радіодоступу, а не конкретного абонента як користувача мережевих ресурсів.

Наступний розроблений стандарт WPA2. Його відмінність від WPA заключається у більш стійкому до зламу алгоритмі шифрування AES і модифікованому алгоритмі управління ключами.

В основі стандарту WPA2 лежить метод шифрування AES, що прийшов на зміну стандартам DES і 3DES. Що вимагає великого об'єму обчислень, стандарт AES потребує апаратної підтримки, яка не завжди є в старому устаткуванні безпроводної мережі [3].

Висновок. При побудові безпроводних комп'ютерних мереж доцільність використання методів безпеки залежить від потреб мережі, що визначається сферою застосування. Виявлено, що найкращий захист та стійкість до проникнення в мережу забезпечується протоколом WPA2.

Л і т е р а т у р а

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010. 944 с.
2. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н. Беспроводные сети Wi-Fi. М.: Бином, 2007. 216 с.
3. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети: пер. з англ. М.: «Вильямс», 2003. 640 с.

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Курєєв О.В. – бакалавр, kureev_ov@gsuite.duit.edu.ua

Голуб Г.М. – к.т.н., доц., golub.galina@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена широким використанням телекомунікації, що забезпечують доставку на значні відстані великого обсягу інформації. Область застосування цих систем має широкий спектр- від мереж зв'язку до глобальних телекомунікальних мереж. Впроваджуються й одержали широкий розвиток сучасні цифрові технології зв'язку-передачі даних. Технології ATM і Frame Relay відносять до технологій корпоративних мереж, а технологію IP- до технології локальних мереж [1].

Метою роботи є проведення огляду аналізу існуючих систем передачі даних та сучасних цифрових технологій, які є основою проектування технічних систем та комп'ютерних мереж.

Загальна частина: Технологія IP– пакетна, невід'ємний атрибут мережі Internet, останнім часом усе ширше й ширше використовується для передачі пакетизованого голосового трафіка. Завдяки наявності маршрутизаторів і шлюзів у мережі загального користування, IP-Телефонія може розглядатися як глобальна магістральна технологія.

Технологія Frame Relay– пакетна технологія, використовується як зручний засіб одержання дешевих універсальних послуг з передачі голосу, факсу й даних. Ця технологія не має розвинених засобів адресації, необхідних для магістральних мережних технологій, не будучи універсальною технологією доступу, близької до технології ATM, може розглядатися інтегровано із транспортною технологією ATM, як технологія глобальних мереж.

Технологія ATM– пакетна, задумана як універсальна широкосмугова технологія, здатна передавати будь-який тип графіка шляхом інкапсуляції його в поле навантаження осередку ATM. Ця технологія може бути повністю віднесена до магістральних, якщо врахувати стандартизовані можливості використання адресації. Але вона не є транспортною, тому що не має у своїй OSI-Моделі фізичного рівня й повинна використовувати якусь глобальну транспортну технологію, наприклад PDH, SDH, або WDM.

Технологія ИКМ– використання цифрових технологій і АТС і переходу на основний цифровий канал для передачі голосу, факсу й даних, а також ущільнення каналу шляхом використання стандартних алгоритмів стиску [2].

Технологія PDH– використовує нову схему формування фреймів E2, E3 і E4

й органічно вписується в інтегровані мережі PDH-SDH.

Технологія ISDN— ця технологія використовує кілька форматів передачі даних: 2B+D і 30B+D, готову цифрову телефонну мережу і передає голос, факс і дані.

Технологія SDH— синхронна цифрова ієрархія, яка використовує оптоволоконні кабелі як середовище передачі. У цей час нові й проєктовані мережі використовують швидкість 10 Гбіт/с- основний прогрес на цифрових мережах.

Технологія WDM— технологія хвильового спектрального мультиплексування. Якщо кожна з несучих буде мати в якості мультиплексора доступу мультиплексор SDH рівня STM-64 (10 Гбіт/с), то його максимальний потік складе 1,6-2,4 Тбіт/с.

У перспективі розвиток технології WDM веде до зміни моделі взаємодії основних транспортних технологій. Проміжний рівень WDM, що, як і SDH, забезпечує фізичний інтерфейс, що дозволяє через фізичний рівень вийти на оптичне середовище передачі технології SDH й технологіям ATM і IP [3].

Особливості побудови сучасних технологій. Технології синхронної цифрової ієрархії (SDH) йдуть шляхом збільшення лінійної швидкості передачі в одному каналі (традиційний інтенсивний шлях розвитку систем зв'язку). Технології оптичних систем передачі WDM припускають збільшення загальної ширини смуги передачі шляхом збільшення числа каналів (або несучих), пропаяючи тим самим екстенсивний шлях розвитку, який практично підійшов до своєї межі й зупинився на швидкості 40 Гбіт/с, використовуючи технологію SDH. Однак, використання 256 несучих на одне ОБ вирішує проблему розширення смуги. В WDM несучі генеруються окремими джерелами (лазерами) і ці несучі потім моделюються зовнішніми інформаційними сигналами, формуючи модульовані по інтенсивності світлові потоки, які й поєднуються (підсумуються) оптичним мультиплексором у єдиний багаточастотний сигнал, що подається в ОБ. Прийнятий частотний план зменшення кроку між несучими послідовно до 50, 25 і 12,5 ГГц, став результатом подальшого розвитку оптичної інтегральної схемотехніки [4].

Інтенсивний шлях розвитку систем DWDM (з погляду зменшення кроку між несучими частотами) зайшов у глухий кут, тому що до наступного етапу зменшення кроку до 6,25 ГГц- буде дуже важко перейти через фізичні обмеження (температурної нестабільності частот несучих). Виходом із цього економічного тупика з'явилося використання нового класу систем WDM- розріджених систем WDM, або CWDM, які використовують фіксований крок між несучими- 20 нм, або DWDM- з кроком 50 ГГц (0,4 нм). Різко розширена оптична смуга використання оптичних систем від 1270 до 1610 нм.

З ростом Інтернет-трафіка, стали інтенсивно розвиватися системи, що використовуються як існуючі (SDH, ATM), так і нові (WDM/DWDM, AON, солітонні) технології й оптоволоконне середовище. Стандартними стали солітонні системи з використанням стандартної мережки SDH (від STM-16 до STM-256), що працює на стандартному ОВ з солітонними генераторами. Довжина прольоту при цьому може бути збільшена до 900-1000 км без яких-небудь оптичних підсилювачів.

Висновок. У зв'язку з потребою розширення пропускної здатності мереж використовуються повністю оптичні системи передачі з урахуванням обмежень, що накладаються нелінійним середовищем передачі- оптичним волокном (ОВ).

Математичні моделі процесу функціонування оптичної мережі та оптичного комутатора з хвильовою маршрутизацією формалізовано методами теорії масового обслуговування. Оптичний комутатор може бути представлений двохфазовою системою масового обслуговування в класифікації Кендалла.

Л і т е р а т у р а

1. Первушина Г.В. Мережі і мережні технології [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://sites.google.com/a/i-dist.ru/informacionnyetehnologii/seti-i-setevye-tehnologii> - Введення в мережні технології. - (Дата звернення: 06.11.2022).
2. Open Network Quality of Service and Bandwidth Control: Use Cases, Technical Architecture, and Business Models / J.A. Brunetti, K. Chakrabarti, A. M. Ionescu-Graff, R. Nagarajan, D. Sun // Bell Labs Technical Journal. 2011. Volume 16. Issue 2. P. 133-152. <https://doi.org/10.1002/bltj.20507>.
3. Теоретичні основи телекомунікаційних мереж : навч. посіб. /М.М. Климаш, Б.М.Стрихалюк, М.В.Кайдан. Львів: вид-во УАД, 2011. 496 с.
4. Стеклов В. К. Телекомунікаційні мережі / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. К. : Техніка, 2001. 392 с.

ПОШУК БАЗОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФОРМУВАННЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Миронов О.Г. – аспірант, myronov.aleksey@gmail.com

Герцій О.А. – к.т.н., доц., agertsiy@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Поточний час розвитку інформаційних технологій (ІТ) характеризується дуже інтенсивними зусиллями та великими інвестиціями в галузі створення штучного інтелекту (ШІ) та експертних систем (ЕС). Інтегральною частиною та основою цих досліджень і розвитку є створення баз знань.

Слід зазначити, що напрямок ІІІ вимагає великих інвестицій, тому в більшості випадків він доступний для великих компаній та державних установ і є пріоритетним для більшості гравців на глобальному ринку. У той же час, напрямок менш дорогих (у порівнянні зі ІІІ) експертних систем досі має попит у багатьох сферах людського життя: у повсякденному житті, бізнесі, науці тощо.

Враховуючи характерну особливість сучасного моменту розвитку суспільства – дуже висока динаміка змін більшості процесів та зростання об'єму даних та знань, актуальність таких досліджень залишається досить високою.

Метою роботи є визначення та систематизація основних філософських елементів побудови баз знань, які дозволяють реалізувати найбільш універсальний підхід до моделювання систем та процесів у впровадженні експертних систем.

Ключовим моментом налаштування ЕС на предметну область є специфічне заповнення бази знань, яке і визначає конкретну модель системи та процес досягнення мети. Тобто основні елементи, з яких можливо побудувати модель, визначають усі можливості кожної моделі. Але оскільки системи моделювання ІТ переважно створюються ІТ - фахівцями, ці основні компоненти системних моделей створюються в парадигмі сучасного стану інформаційних технологій. І тут лежить одна з проблем сучасних ІТ - систем. У загальному випадку експерт у предметної області не повинен бути спеціалістом у ІТ - сфері, але реалізація та налаштування сучасних програмно-апаратних експертних систем в більшості випадків вимагає наявності компетенцій різних видів ІТ - фахівців: аналітики, розробники, фахівці тестування тощо. Наприклад, експерт-біолог або експерт-хімік може бути обмеженим можливостями використання таких програмних систем з вищезгаданої причини.

Є приклади досвіду великих та середніх компаній, які брали участь у створенні та/або розробці систем для моделювання та впровадження систем та процесів.

Так, компанія Rational (Канада) інвестувала кошти в наукові дослідження з метою створення універсальної мови моделювання систем (Unified Modeling Language – UML) та програмної системи Rational Rose, яка була розроблена для створення моделей на базі UML [1] з можливістю подальшої автоматичної компіляції у програмні компоненти [2]. Існує також перелік компаній (наприклад, Terrasoft, Україна), які впроваджують ІТ - системи на основі нотації BPMN (Business-Process Modeling Notation).

Усі ці роботи були призначені, в тому числі для:

- збільшення швидкості впровадження ІТ - систем шляхом розробки відповідної методології та стандартів,
- зниження вартості розробки конкретної ІТ - системи.

У певному сенсі роботу можна порівняти з пошуком основних властивостей хімічних елементів та їх систематизацією, що призвело до створення періодичної системи хімічних елементів, що, в свою чергу, додало поштовх до розвитку самої хімії як науки, підвищення загальної грамотності населення в галузі хімії та залучення експертів супутніх сфер науки у творчий процес із застосуванням розуміння властивостей хімічних елементів.

Наукова новизна дослідження полягає в просуванні (з наукової точки зору) у вирішенні наступних логічно пов'язаних проблем.

1. Вихід на високий рівень абстракції елементів структури баз знань.
2. Спрощення та універсалізація підходу до побудови баз знань та систем моделювання та процесів.

Практична цінність результатів проведених досліджень ґрунтується на гіпотезі про задовольняння інтересу та потреб різноманітних експертів у створенні, заповненні та спільному використанні баз знань у різних галузях діяльності.

Висновок. Результати роботи дозволять спростити процес використання баз знань та зробити його доступнішим для експертів різних сфер діяльності.

Л і т е р а т у р а

1. The Unified Modeling Language User Guide. Second edition. Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. 2015.
2. Object oriented design. Grady Booch. 1991.

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

*Могилюк М.Л. – магістр, mohilyk_ml@gsuite.duit.edu.ua
Саяпіна І.О. – к.т.н., доц., sayapina_io@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена неможливістю виконання деяких завдань на одному комп'ютері, більшою масштабованістю розподілених обчислень, покращеною продуктивністю та відмовостійкістю.

Метою роботи є проведення аналізу розподілених обчислень та їх огляд в інформаційних системах з урахуванням переваг та недоліків.

Розподілені обчислення – галузь інформатики, яка вивчає розподілені системи. Компоненти взаємодіють один з одним для досягнення спільної мети. Приклади розподілених систем варіюються від систем на основі сервісно-

орієнтованої архітектури до онлайн-ігор і однорангових програм [1].

Комп'ютерна програма, яка виконується в розподіленій системі, називається розподіленою, а розподілене програмування – це процес написання таких програм. Існує багато різних типів реалізацій для механізму передачі повідомлень, включаючи чистий HTTP, RPC-подібні конектори та черги повідомлень [2].

Розподілені обчислення також стосуються використання систем для вирішення обчислювальних задач. Тут проблема поділяється на багато завдань, кожне з яких вирішується одним або декількома комп'ютерами, які спілкуються один з одним через передачу повідомлень. Розподілені системи пропонують низку переваг перед монолітними:

- більша гнучкість: простіше додати обчислювальну потужність у міру зростання потреби в послугах. У більшості випадків можна додавати сервери до розподіленої системи на льоту;

- надійність: добре спроектована розподілена система може витримувати збої в одному чи кількох своїх вузлах без серйозного впливу на продуктивність. У монолітній системі вся програма перестане працювати, якщо сервер вимикається;

- підвищена швидкість: інтенсивний трафік може призвести до затримки окремих серверів. Масштабованість розподілених баз даних та інших систем полегшує їх обслуговування, а також підтримує високі рівні продуктивності.

Недоліки розподілених обчислень:

Проблеми процесу синхронізації: розподілені системи працюють без глобального годинника, який виступає в ролі синхронізатора, що вимагає ретельного програмування, щоб гарантувати належну синхронізацію процесів, та уникнути затримок передачі, які призводять до помилок і пошкодження даних. У складній системі, наприклад, у багатокористувацькій відеогрі, синхронізація може бути складною, особливо в загальнодоступній мережі, яка передає трафік даних [3].

Висновок. В результаті проведеного аналізу, було надано визначення розподілених обчислень, досліджено їхню роль в інформаційних системах і розглянуто ряд переваг та недоліків.

Л і т е р а т у р а

1. Distributed Programs. In: Verification of Sequential and Concurrent Programs. Texts in Computer Science. Springer, London, 2010. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-745-5_11
2. Modern Messaging for Distributed Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/608/1/012038> (дата звернення 30.10.2022).

3. Modern Messaging for Distributed Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://unstop.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-distributed-systems> (дата звернення 30.10.2022).

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ МЕРЕЖ

Тихонов А.О. – аспірант, tuhonov_ao@gsuite.duit.edu.ua
Кокряцька Н.І. – к.т.н., доц., kokryatska_ni@gsuite.duit.edu.ua
Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Лазерні системи передачі використовують набагато менше енергії, ніж традиційні радіосистеми для передачі на ту саму відстань через меншу розбіжність променя. Однак, оскільки ресивер має бути вражений променем з відстані від десятків тисяч до сотень тисяч кілометрів, а передавач також постійно рухається, невелика різниця променів є основною технічною проблемою при створенні такої системи [1]. Тому ресивер повинен стежити за своїм положенням. Для таких приладів точність методу розрізу може бути недостатньою [2].

Метою роботи є розробка більш точної системи класифікації плям лазерного променя, зберігаючи такі переваги, як швидкість обчислення та енергоефективність схеми. Для вирішення цієї проблеми може бути використаний двоетапний метод класифікації плям лазерного променя.

На першому етапі виявляють координати зображення та проводять «приблизну» класифікацію зображення плями лазерного променя методом розрізу. На другому етапі оцінка кореляції зображень виконується методом прямого паралельно-ієрархічного перетворення.

Отже комбінований метод класифікації плям виглядає так:

1. Пошук координати зображення та коефіцієнт виду r методом розрізу.
2. Якщо зображення «не спотворене», зберегти у пам'яті.
3. Знайти хвостові елементи на записаному зображенні методом прямого ПП-перетворення.
4. Сформувані еталонні зображення. Це середні значення хвостових елементів «неспотвореного» зображення.
5. Обчислення коефіцієнту кореляції.
6. Зображення є «неспотвореним», якщо коефіцієнт кореляції більше 0,9.
7. Повторення кроків 5 і 6 для кожного наступного зображення.

Для створення схеми обробки зображення метод моделювався на комп'ютері на реальних зображеннях лазерної доріжки, та було визначено особливості

зображення важливих для створення схеми.

Крім того, моделювання прямого РІ-перетворення показало, що відфільтроване перетворення не перевищує 210 рядків.

Таким чином, ми можемо створити схему РІ-перетворення, встановивши наступні початкові параметри. Використовувати 16-бітні слова, якщо вихідне зображення має розмір 128×128 , то використати вихідну матрицю такого ж розміру (тобто 8 стандартних елементів рядка G перетворення) і відповідно 16384 слів, для збереження вихідної матриці.

Висновок. Було перевірено особливості методу поперечного розрізу з використанням послідовного обчислювального пристрою. Існує багато способів передбачити розмір наступного кроку у часовому ряді, що відрізняються кількістю необхідних обчислень, похибкою передбачення та кількістю кроків, які може передбачити цей алгоритм. Дуже важливою є попередня обробка даних, яка видаляє спотворені дані, не спотворюючи реальний сигнал. Комбінований метод обчислення координат і класифікації точок лазерного променя за допомогою методу прямого паралельно-ієрархічного перетворення показує постійне зменшення середньої похибки для різних методів прогнозування.

Л і т е р а т у р а

1. Яровий А.А., Тимченко Л.І., Матейчук М.С. Параллельно-иерархические сети на основе формирования нормирующего уравнения с контролируемым обучением для классификации изображений профиля лазерного луча //Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2014. №. 3. С. 78-86.

2. Тимченко Л.И. и др. Метод классификации пятен лазерных пучков с применением параллельно-иерархических сетей на базе ПЛИС //Штучний інтелект. 2014. №. 3. С. 163-174.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

Янчук М.М. – магістр, max.yanchuk36@gmail.com

Саяпіна І.О. – к.т.н., доц., sayapina_io@qsuite.duit.edu.ua

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена перспективністю заміни традиційної обчислювальної інфраструктури на хмарні обчислення завдяки перевагам у використанні та зменшенню витрат на обладнання та його адміністрування.

Метою роботи є проведення аналізу хмарних обчислень та огляд впровадження їх в інформаційних системах з урахуванням переваг і ризиків.

Хмарні обчислення – модель забезпечення повсюдного та зручного доступу

через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають налаштуванню (наприклад, до комунікаційних мереж, серверів, засобів збереження даних, прикладних програм та сервісів), які можуть бути оперативно надані та звільнені з мінімальними управлінськими затратами та зверненнями до провайдера [1].

При використанні хмарних обчислень програмне забезпечення надається користувачеві як Інтернет-сервіс. Користувач має доступ до власних даних, але не може управляти та не повинен піклуватися про обчислювальну інфраструктуру, операційну систему і програмне забезпечення, з яким він працює. «Хмарою» метафорично називають інтернет-ресурси, які приховують всі технічні деталі. Згідно з документом IEEE, опублікованим у 2008 році, «Хмарні обчислення – це парадигма, в рамках якої інформація постійно зберігається на серверах у мережі Інтернет і тимчасово кешується на клієнтській стороні, наприклад на персональних комп'ютерах, ігрових приставках, ноутбуках, смартфонах тощо» [2].

Рішення впровадити хмарні обчислення є складним через ряд практичних і соціально-політичних причин. Неможливо, щоб усі підприємства передали свої цілі серверні обчислювальні вимоги хмарним провайдерам – це створить неоднорідне обчислювальне середовище, яке базується на виділених серверах, організаційних хмарах і більш ніж одному публічному хмарному провайдері. Впровадження хмарних обчислень, залежить не лише від технічних питань, а й від соціально-технічних факторів (тобто вартості, конфіденційності та контролю), впливу на робочу практику та обмежень, які випливають із бізнес-моделей. Отже, завдання, які підприємства повинні вирішити перед впровадженням хмарних обчислень: 1) надати точну інформацію про витрати на впровадження хмарних технологій; 2) організувати підтримку управління ризиками; 3) забезпечити, щоб особи, які приймають рішення, могли робити обґрунтований компроміс між перевагами та ризиками.

Висновок. В результаті проведеного аналізу, було надано визначення хмарних обчислень, досліджено їхнє впровадження в інформаційних системах і розглянуто ряд переваг та ризиків.

Л і т е р а т у р а

1. The NIST Definition of Cloud Computing [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final> (дата звернення 30.10.2022).

2. ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.computer.org/csdl/magazine/ic/2008/05/mic2008050096/13rRUwhpBHv> (дата звернення 30.10.2022).

СЕКЦІЯ 5: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДУ ЗІ ШКІВОМ ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ

*Гроза Є.С. – магістр, egorgroza17@gmail.com
Куруп'ятник О.С. – к.т.н., доц., kuropyatnick@gmail.com
Український державний університет науки і технологій*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю забезпечення можливості впливу на змінність моменту інерції шківів шляхом добору певних значень його параметрів.

Метою роботи є обґрунтування пружних та інерційних параметрів приводу зі шківом змінного моменту інерції, за яких обмежується негативний вплив резонансних явищ під час розгону та сповільнення.

Шків змінного моменту інерції (рис. 1) складається з основи – 1, вантажів – 2, які переміщуються вздовж напрямних – 3. Вантажі з'єднано з маточиною основи за допомогою пружин – 4. Такий шків має постійну масу, але змінний момент інерції. Принцип дії шківів (реалізація зміни моменту інерції) полягає в наступному: під час розгону приводу вантажі під дією сил інерції рухаються від маточини до ободу, за рахунок чого збільшується радіус інерції, а отже, й момент інерції шківів.

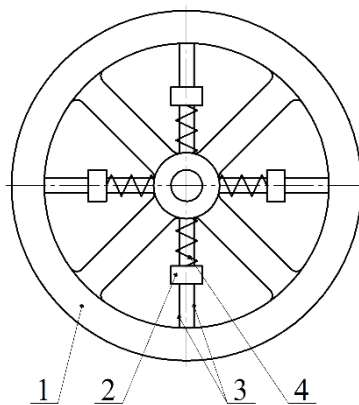


Рисунок 1 – Схема шківів змінного моменту інерції

Пружні параметри шківів – показники жорсткості пружних елементів (муфти, пружинні блоки шківів). Інерційні параметри – маси окремих елементів приводу (рухомі вантажі шківів, сам шків, інші маси).

У бакалаврській роботі [1] було розроблено імітаційну модель та досліджено

кінематику приводу зі шківом змінного моменту інерції. Дослідження в межах цієї роботи передбачає наступне: використовуючи отриману 3D-модель, буде виконано багатоваріантний розрахунок для різних навантажень та частот обертання вихідного вала приводу з урахуванням пускових характеристик двигуна; також буде досліджено реакцію елементів приводу на динаміку пуску, виявлено умови виникнення резонансу (конкретні значення пружних та інерційних параметрів, певні сполучення вихідних даних) та надано рекомендації щодо вибору пружних та інерційних параметрів приводу зі шківом змінного моменту інерції, за яких обмежується негативний вплив резонансних явищ під час розгону та сповільнення. В якості апарату для проведення досліджень будемо використовувати імітаційне моделювання, що полягає у відтворенні процесу «розгін – рух з усталеною швидкістю – сповільнення» в системі автоматизованого моделювання та проектування Solidworks із застосування додатку SW Motion.

Висновок. В результаті виконання запланованих досліджень очікується отримати значення пружних та інерційних параметрів приводу зі шківом змінного моменту інерції, за яких обмежується негативний вплив резонансних явищ під час розгону та сповільнення, що дасть можливість контролювати змінність моменту інерції шківа за певних умов роботи приводу.

Л і т е р а т у р а

1. Гроза Є.С. Двоканатна підвісна вантажна дорога з кільцевим рухом. Комплексний проект. Імітаційне моделювання динаміки приводу зі шківом змінного моменту інерції. Дипломна робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 133 – Галузеве машинобудування / наук. керівник О. С. Куроп'ятник ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро, 2022. 51 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОХІДНИЦЬОГО ЩИТА

Мушенко О.В. – магістр, mcasha888@gmail.com

Зайченко С.В. – д.т.н., проф., zstefv@gmail.com

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження зумовлена тим, що транспортних засобів стає все більше і нестача вільного простору стає все більш гостро.

Однією з головних задач при будівництві тунелів являється спорудження обробки тунеля. Для цього використовують збірні чавунні або залізобетонні елементи. Ці елементи можливі у вигляді блоків або тубінгів. Ці матеріали досить міцні та довговічні, дозволяють вести роботи індустріальними методами.

Метою роботи є збереження мобільності людей та вантажів. Нові об'єкти

інфраструктури неминує йдуть під землю, а це потребує більш інтенсивного освоєння міського підземного простору.

При будівництві тунелів і колекторів різного призначення можливі два основних способи проведення робіт – відкритий та закритий.

Відкриті способи використовуються, як правило для зведення тунелів мілкою залягання. У порівнянні з закритими способами, відкриті способи відрізняються відносною дешевизною будівництва, але при використанні вимагають обов'язкового перекладання доріг і комунікацій, що знаходяться над тунелем. До відкритих способів відносять: котлований спосіб – розривається котлован на повну ширину тунелю до рівня його підлоги. Стіни котловану або залишають під кутом природного скосу ґрунту, або зміцнюють у вертикальному положенні. Обробку споруджують у котловані, який потім засипають ґрунтом. Даний спосіб застосовувався при будівництві метро в Берліні і тому іноді називається «Берлінським»; траншейний спосіб – котлован розривається по частинах, стіни зводять методом «стіна в ґрунті». Таким способом часто будують пішохідні тунелі; щитовий спосіб – для зведення використовується прямокутний щит, аналогічний тому, що використовується при закритому способі. З його допомогою зводять обробку тунелю.

Найбільш перспективними вважаються закриті методи будівництва, що вимагають мінімального розтину земної поверхні, за допомогою прохідницьких щитових комплексів. Щитова прохідницька техніка здатна безпечно прокладати тунелі на великі дистанції під гірськими масивами, морськими затоками і річками, а високотехнологічне управління за допомогою високоточних приборів гарантує ведення щита до цілі з точністю до міліметра по заданій трасі.

Щит включає роторний екскаватор, забійні плити, шандорні плити, забійні циліндри, герметичну перегородку, систему гіпербаричної камери, артикуляційне з'єднання, артикуляційні циліндри, циліндри тяги, гвинтовий конвеєр і укладальник блоків оброблення.

Комбайн просувається вперед, виштовхуючи останнє кільце за допомогою циліндрів тяги. Слідом за кожним метром просування комбайна збирається кільце з блоків за допомогою укладальника блоків, розташованого на задній діафрагмі заднього щита комбайна. Блоки подаються до комбайна навантажувачем, мають плоску станину. Блоки вивантажуються за допомогою мостового крана, який переносить блоки вперед і розміщує їх в накопичувач для блоків оброблення.

Накопичувач просуває блоки в зону побудови для захоплення їх укладальником. Прохідницький щит являє собою рухливу збірну металеву конструкцію у вигляді порожнього циліндра. Він споруджується на місці або при будівництві метрополітену для захисту прокладаються в горизонтальному напрямку шахт від обвалення. Іноді його також називають тимчасовою або

пересувної кріпленням - спеціальною конструкцією, яка споруджується для захисту стінок тунелю від обвалення.

Однією з головних задач при будівництві тунелів являється спорудження обробки тунеля. Для обробки тунелів використовують збірні чавунні або залізобетонні елементи. Ці елементи можливі у вигляді блоків або тюбінгів. Ці матеріали досить міцні та довговічні, дозволяють вести роботи індустріальними методами.

Висновок. В результаті проведеного дослідження, було проаналізовано, як зберегти мобільність людей та вантажів, а також дозволити раціонально використовувати підземний простір. Також проаналізували роботу прохідницького щита і яким чином спорудження стінки захищенна від обвалення.

Л і т е р а т у р а

1. Керівництво по експлуатації прохідницького комплексу. Документ фірми «WIRTH».

2. Зайченко С.В. Контактна взаємодія роликів органів при формуванні кільцевої конструкції / Зайченко С.В., Шевчук С.П., Гарнець В.М. // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. Всеукраїнський збірник наукових праць. Київ: КНУБА, 2011. Вип. 78. С. 52 -58.

3. Гарнець В. М., Зайченко С. В. Високоєфективне обладнання для виробництва пустотних панелей //Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини: Республ. між від. наук.-техн. зб.-к. К.: Вид-во КНУБА, 1998. Вип. 52. 1998. С. 78-82.

4. Шевчук С.П. Моделювання процесу сухого збагачення за тертям / С.П. Шевчук, В.О. Поліщук, С.В. Зайченко, В.А. Киричук // Елетромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. Кременчук: КДУ, 2009. Вип. 2/2009 (6). С. 36-39.

МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ УНІВЕРСАЛЬНО-ПОВОРОТНИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Підгорний Н.А. – бакалаврант, naz.pdh@gmail.com

Солнцев О.В. – аспірант, solntsevalex315@gmail.com

Кузнєцов Ю.М. – наук. керівник, д.т.н, info@zmok.kiev.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність. Зварювання – технологічний процес отримання нероз’ємних з’єднань двох або більше деталей, який характеризується відносно невеликою вартістю, високою продуктивністю і досить високою механізацією процесу.

Процес зварювання вимагає неодноразового повороту заготовки у просторі. Ці рухи заготовки і призвели до потреби у механізмах, які здатні автоматично орієнтувати заготовку, швидко та надійно її встановлювати, більше того, обертати

її зі швидкістю зварювання. Саме цими завданнями і займаються універсально-поворотні зварювальні пристрої (УПЗП).

УПЗП (рис.1) застосовуються майже при всіх операціях зварювального виробництва, таких, як наплавлення, складання, зварювання тощо.



Рисунок 1 – Приклади універсально поворотних зварювальних пристроїв

Саме тому вони і являються досить використовуваними у процесах зварювального виробництва, маючи безліч компоновок та конструкцій.

Сьогодні ми живемо в час 4-ої промислової революції (так званої Industrie 4.0). Усі провідні виробники, компанії намагаються максимально спростувати виробничі ланцюги, для досягнення максимальної продуктивності, гнучкості та екологічності.

Тому налагодження нового продуктивного виробництва (зварювання) вимагає нових підходів до нього, притаманні 4-тій промисловій революції, а саме: нових пристроїв, які являтимуться більш технологічними (зменшення участі людини), енергоефективнішими та заощадливішими (зменшення металоємкості тощо) та екологічнішими. Потрібно враховувати нові фактори та виклики при підборі, розробці та виготовленні обладнання. Саме ці вимоги, що не притаманні виробництву XX-го століття, потребують пошуку нових рішень.

Метою даної роботи є розбір та аналіз відомих компоновок УПЗП. Покликана показати підходи створення нового обладнання, використовуючи морфологічний аналіз (синтез), враховуючи нові вимоги до обладнання, які диктує четверта індустріальна революція.

Для досягнення поставленої мети: виконаний аналіз відомих компоновок і конструкцій універсальних зварювальних обертачів, їх кінематичних схем, типів, методів синтезу нових конструкцій.

Прикладом одного є універсально – поворотний зварювальний пристрій(УПЗП) наведений нижче (Рис.2).

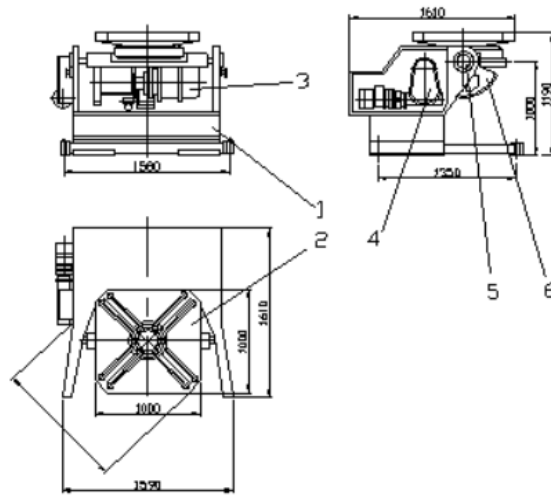


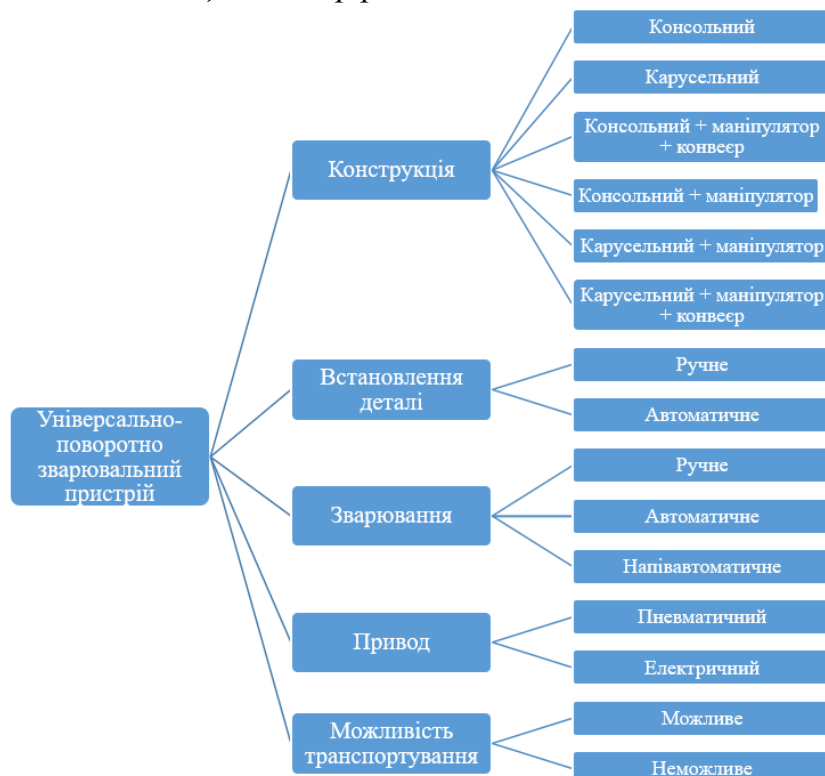
Рисунок 2 – Приклад конструкції універсально - поворотний зварювальний пристрою

На рисунку 2 ми можемо побачити:

1. корпус (опорна стійка);
2. планшайба;
3. механізм приводу планшайби;
4. механізм нахилу планшайби;
5. обертова цапфа нахилу планшайби;
6. зубчастий сектор.

Проведемо морфологічний аналіз універсально-поворотного зварювального пристрою, (Табл.1) додаючи можливі варіанти покращення пристрою[1, 2, 3].

Таблиця 1 – Морфологічний аналіз УПЗП



Кількість можливих компоновок: $2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3 = 216$.

Висновок: Виконаний аналіз відомих технічних рішень, що застосовуються в компоновці універсально – поворотних зварювальних пристроїв. Проведений морфологічний аналіз УПЗП та на даному етапі знайдено 216 можливих рішень компоновки пристрою. Морфологічний синтез показав, що можна створити вузько спеціалізований, або навпаки повністю автоматизований і широкоспеціалізований УПЗП, відповідно до потреб. А повністю універсального рішення немає.

Л і т е р а т у р а

1. Одрин В.М. Морфологический синтез систем: постановка задачи, классификация методов, морфологические методы “конструирования”. Киев, 1986.
2. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ / О.И. Аверьянов. М.: Машиностроение, 1987. 232с.
3. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. / [Під ред. Ю.М. Кузнєцова] – Кіровоград: Імекс ЛТД, 2004. Ч.1. 442 с., Ч.2. 286 с.

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ НАСТІЛЬНІ ГРІНДЕРИ

Столярчук Д.П. – бакалаврант, 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 зростанням популярності хоббі в різних сферах, де присутня обробка металу, дерева, пластику, нетвердої кераміки та інших матеріалів й, відповідно, зростанням кількості різних майстерень. Це можна спостерігати дивлячись на велику кількість авторів контенту й їх підписників на різних інформаційних ресурсах таких як Youtube, Patreon, Pinterest й схожих, які за останні 10 років значно популяризували тему «хендмейду». Тож даний тип верстатів є дуже популярним серед тих, хто займається такою діяльністю. Окрім майстерень також є велика кількість малих підприємств, де для виконання дрібних операцій, які незручно чи неможливо виконати на основному обладнанні, можна використовувати такі верстати.

Метою роботи є проведення огляду та аналізу існуючих моделей гріндерів та їх робочих і конструктивних особливостей.

За призначенням дані верстати універсальні і дозволяють працювати практично з будь-якими поширеними у побуті матеріалами. При цьому можуть проводитися різні операції: зняття покриттів, заточування ріжучого інструменту, «підгонка» форми заготовок, зняття фасок й задирок та ін.

Розглянемо 4 поширених варіантів компоновок і конструкцій на прикладі існуючих на ринку моделей [2]. В даній компоновці (рис.1) присутній дисково-шліфувальний вузол, оснащений тарілкою-підкладкою, до якої на липучці кріплять абразивні листи такі ж як на орбітальних шліфувальних машинах. Завдяки твердій опорній поверхні можна вирівнювати площини, формувати грані та кути заготовок. Регульований опорний стіл і рухливий кутовий упор, що може кріпитись в Т-подібному пазу, дозволяють досягти високої точності та повторюваності результату, з допомогою такого паза можна кріпити і інші модулі-пристосування для заточки різних інструментів або ж обробки однотипних заготовок.



Рисунок 1 – Перший варіант конструкції

Стрічковий вузол тут теж обладнаний столом із регулюванням нахилу, але без Т-подібного паза для встановлення ковзного упору (рис.2). Шліфувальна стрічка має дві ділянки: для роботи на столі з опорою-підкладкою та для роботи без підкладки, де її прогин обмежений лише силою натягу. У першому випадку шліфують плоскі ділянки (наприклад, лезо при заточуванні), у другому заокруглені, такі як ручки інструментів, ніжки меблів і т.д. У разі необхідності можна організувати видалення пилу та стружки з допомогою пиłosоса, якщо передбачений патрубок на корпусі.

При використанні такої конструкції (рис.2) можна виконувати такі ж операції як і в попередній, але у стрічкового вузла тут відсутня ланка без опори, тому обробка заокруглених деталей буде дещо ускладненою. Проте ця ланка вміє трансформуватись, що також позитивно впливає на компактність та мобільність, й в горизонтальному положенні вона перетворюється на такий собі столик, на якому дуже зручно оброблювати плоскі заготовки та заточувати інструмент, однак можливість трансформування негативно впливає на жорсткість даної ланки.



Рисунок 2 – Другий варіант конструкції

В третьому варіанті (рис. 3) можна спостерігати зовсім інший підхід в плані конструювання таких верстатів, а саме мінімум корпусних елементів й максимально проста конструкція з використанням масивних металевих деталей й лише стрічкового вузла, столик зазвичай лише з одним регулюванням та без Т-подібного пазу. Таке рішення значно погіршує ергономіку верстата, проте спрощує його виробництво, збільшує надійність, можливу ширину використовуваної стрічки і разом з цим вагу, що негативно впливає на мобільність, також дещо зменшений функціонал, що викликано відсутністю дискового вузла й можливості передбачити вловлювання пилу та стружки без використання корпусних деталей. Такі гріндери підійдуть для більш грубої обробки.

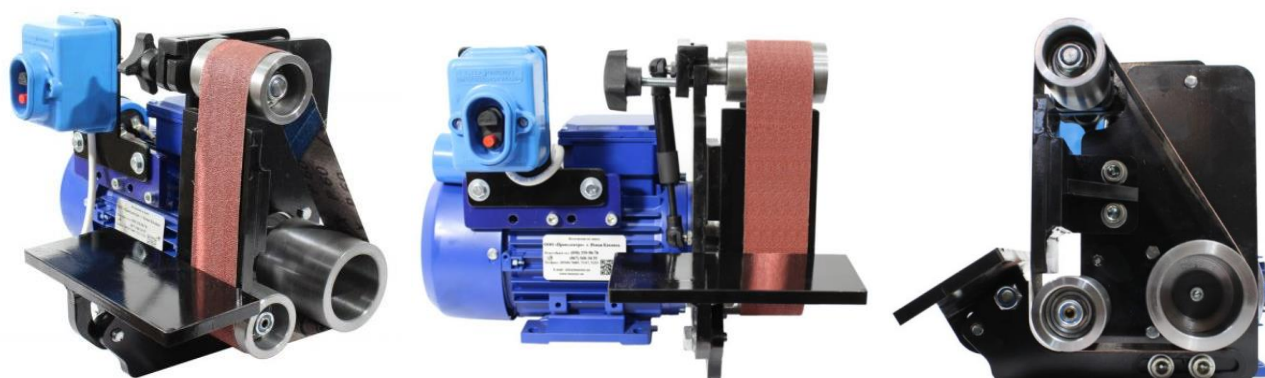


Рисунок 3 – Третій варіант конструкції

Четвертий варіант компоновки (рис. 4) являє собою точильний верстат, одна сторона якого переобладнана під стрічку, функціонал якої більш обмежений через відсутність повноцінного стола й провисаючої ланки, проте наявність точильного каменя розширює його в напрямку заточування інструменту.

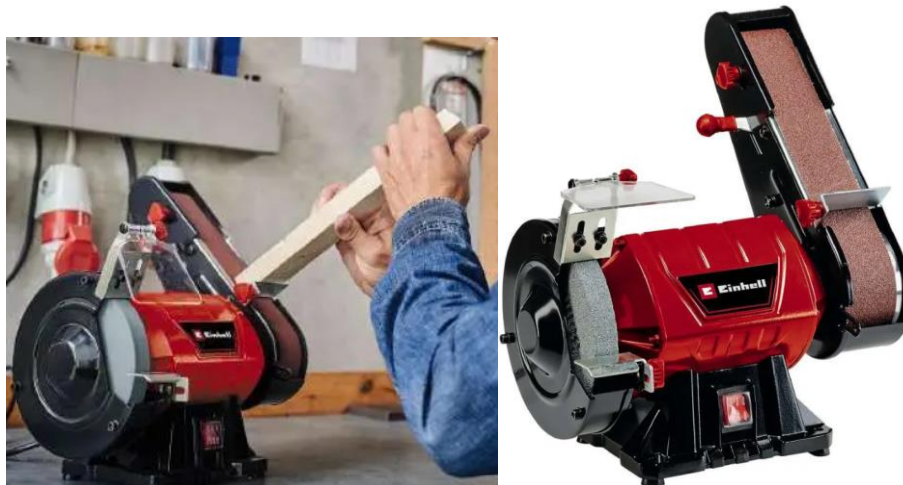


Рисунок 4 – Четвертий варіант конструкції

Висновок. В результаті проведеного аналізу даного типу верстатів можна помітити основну проблему, а саме відсутність одної універсальної компоновки, яка дозволила б зручно обробляти деталі та заготовки будь-яких форм й одночасно з цим мати можливість заточувати різний інструмент, тому потрібно обирати щось одне, жертвуючи якимось функціоналом чи зручністю використання. Для кращого розуміння складена проста морфологічна модель (таблиця) [1]:

Конструкція	Можливість трансформування	Наявність жорсткого стола	Можливість встановлення модулів/приспособ	Вловлювання пилу та стружки	Регулювання обертів двигуна
Стрічка	Є	Є	Є	Є	Є
Стрічка + диск	Нема	Нема	Нема	Нема	Нема
Стрічка + камінь		Нежорсткий			
Кількість можливих компоновок			$3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 144$		

Наведена морфологічна модель містить 144 різних варіанти компонування, що частково пояснює відсутність якогось одного універсального рішення.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов Ю.Н., Герра Ж.А., Хамуйела Т.О. Морфологический синтез станков и их механизмов: монография. Киев : ООО «ГНОЗИС», 2012. 416 с.
2. Інформація з Інтернету і рекламних проспектів.

ПІДВИЩЕННЯ ВАГОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВОДУ ЗІ ШКІВОМ ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ

Шарапов М.Ю. – бакалавр, nikita.neka99@gmail.com

Куруп'ятник О.С. – доц., kuropyatnick@gmail.com

Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення вагової ефективності приводу зі шківом змінного моменту інерції, що реалізується за рахунок зменшення маси та матеріаломісткості його елементів. Корисним ефектом є зниження навантаження на суміжні елементи конструкції та здешевлення усього механізму.

Метою даної роботи є постановка задачі підвищення вагової ефективності приводу зі шківом змінного моменту інерції, формування критеріїв ефективності та визначення факторів впливу.

Привід зі шківом змінного моменту інерції як механічна система має спектр власних частот. Це певні значення власних частот (частот вільних коливань), за яких система може увійти в резонанс у разі, коли частота зміни зовнішнього навантаження буде близькою до однієї з власних частот системи. Дослідження показали [1], що під час розгону привід долає декілька резонансних зон за власними частотами. Зважаючи на те, що виникнення явища резонансу для приводів є небезпечним і вкрай небажаним, в було запропоновано модернізувати конструкцію шківів, забезпечивши можливість зміни його моменту інерції під час розгону та сповільнення приводу [2].

У бакалаврській роботі [3] деякі розміри деталей приводу зі шківом змінного моменту інерції були прийняті довільно. Розрахунки, виконані з використанням САПР Solidworks Simulation, показали, що коефіцієнти запасу міцності окремих деталей сягають шести і, навіть, двадцяти восьми. Це свідчить про нераціональне використання матеріалу. Тому постає необхідність проведення додаткових досліджень з оптимізації конструкції приводу за критеріями вагової ефективності – масою та матеріаломісткістю.

Для розв'язання задачі оптимізації буде використано САПР Solidworks з додатком Simulation, у якому буде виконано так зване дослідження проектування. До змінних – факторів впливу – буде віднесено розміри окремих деталей приводу, обмеженнями виступатимуть умови міцності з дотриманням певного рівня напружень або запасу міцності. Цільовими функціями буде вибрано масу та об'єм (матеріаломісткість); їх мінімізація при дотриманні вказаних обмежень дозволить визначити оптимальні розміри деталей.

Висновок. Зменшення мас окремих деталей приводу призведе до зменшення маси конструкції приводу в цілому, а отже, при виготовленні цих деталей буде

витрачено менше матеріалу. Також зменшення маси полегшує транспортування елементів приводу та його монтаж. У свою чергу, зменшення кількості матеріалу (матеріаломісткості) призведе до зменшення собівартості виготовлення деталей.

Л і т е р а т у р а

1. Ракша С.В., Горячев Ю.К., Куроп'ятник О.С. Застосування частотних діаграм для вивчення динаміки приводів підвісних канатних доріг. Подъемно-транспортная техника. 2014. № 3 (43). С. 38-53.

2. Шарапов М.Ю. Привід зі шківом змінного моменту інерції. Молода академія – 2022: тези доп. всеукраїнської науково-технічної конф. студентів і молодих учених, м. Дніпро, 19-20 травня 2022 р. Дніпро, 2022. С. 76.

3. Шарапов М.Ю. Двоканатна підвісна вантажна дорога з кільцевим рухом. Комплексний проект. Розробка приводу зі шківом змінного моменту інерції : дипломна робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра: спец. 133 – Галузеве машинобудування / наук. керівник О. С. Куроп'ятник; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро, 2022. 68 с.

СЕКЦІЯ 6: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

Бредіхін О.О. – магістр, bredihin_oo@gsuite.duit.edu.ua

Обєдін Д.А. – магістр, obedin_da@gsuite.duit.edu.ua

Сорока О.О. – ст. викладач, soroka_oo@gsuite.duit.edu.ua

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність досліджень полягає в тому, що стрілочні переводи є особливими і більш складними та відповідальними конструкціями колії порівняно зі звичайною колією. Умови їх експлуатації та утримання є специфічними. Ці конструкції призначені для здійснення з'єднання і пересічення залізничних колій та вирішують задачі по розгалуженню і розвитку колій на станціях, переводу рухомого складу з однієї колії на іншу, пересіченню однієї колії з іншою, формуванню і розформуванню поїздів та інше, тобто значно допомагають та спрощують перевізний процес на залізницях в цілому. Таким чином, від їх надійної роботи залежить як безпека руху, так і забезпечення безперебійної роботи залізниць.

Метою роботи є дослідження несправностей стрілочних переводів, відповідність їх конструкцій технічним умовам і нормам їх утримання. Причини виникнення несправностей, класифікація та їх вплив на безпеку руху поїздів.

Справний стан стрілочних переводів та інших видів з'єднань і пересічень колій визначається технічними умовами й нормами їх утримання та дозволяє експлуатацію з регламентованими допустимими швидкостями руху поїздів. Відступи від технічних умов більше дозволених допусків, передбачених технічними умовами на виготовлення, укладання й експлуатацію стрілочних переводів, класифікуються як несправності. До несправностей також відносяться дефекти та пошкодження елементів стрілочних переводів. Поява несправностей може служити причиною часткового або повного розладу конструкції, може створювати умови неправильної взаємодії колії та рухомого складу, а значить загрожувати безпеці руху поїздів. Тому наявність несправностей на стрілочних переводах, як правило, вимагає обмеження швидкостей руху по них, а в окремих випадках вимагає повного закриття руху по несправній конструкції й негайної її заміни [1].

За характером утворення та способом дій основні несправності стрілочних переводів можна розділити на наступні групи:

1. Відступи від нормативних розмірів і нормативних допусків при

виготовленні, укладанні й експлуатації стрілочних переводів найчастіше порівняно з іншими несправностями зустрічаються в практиці виробництва й експлуатації стрілочних переводів і пересічень колій. Розрізняють такі відступи як:

- відступи від нормативних розмірів, допущені при виготовленні мають контролюватися на заводі по найбільш жорстких параметрах за технічними умовами та гарантувати виготовлення якісного виробу;

- відступи від нормативних розмірів, допущені при укладанні в колію. Їх контроль передбачає недопущення відхилень по розмірах більше, ніж це нормується найпершими самими жорсткими нормативами при експлуатації конструкції в колії;

- відступи від нормативних розмірів, що допускаються при експлуатації. Контроль нормативів за цією категорією має забезпечити безпечну експлуатацію конструкції при заданих умовах.

2. Неповна або неправильна комплектація виробу при укладанні й експлуатації (тобто відсутність яких-небудь деталей у конструкції або наявність некондиційних деталей, що не відповідають технічній документації).

3. Розмонткування вузлів конструкції в процесі експлуатації (роз'єднання вістряків, розмонткування стрілочних тяг, розмонткування скріплень та ін.).

4. Дефекти або пошкодження деталей і вузлів стрілочних переводів, які класифікуються (як і в рейках), залежно від їх виду, місця розташування й основної причини їх утворення. Класифікація дефектів і пошкоджень призначена для організації робіт з попередження появи несправностей, по розробці заходів щодо збільшення терміну служби цих елементів, а також для правильного ведення обліку основних несучих і направляючих елементів стрілочних переводів, що вилучаються з колії через розвиток дефектів.

Відповідно до [3] дефекти розбиті на 9 видів (залежно від роду дефекту і його місця розташування) і в 9 графах зазначені причини появи й розвитку цих дефектів.

Залежно від характеру й величини пошкоджень елементи стрілочних переводів діляться на дві категорії: дефектні та гостродефектні.

До дефектних на всіх головних і приймально-відправних коліях відносяться: рейки з'єднувальних колій стрілочних переводів, а також вістряки, рамні рейки й хрестовини, що мають дефекти, деформації й пошкодження, відзначені в Класифікації й каталозі дефектних і гостродефектних рейок [3]; вістряки, рамні рейки й хрестовини, що мають специфічні дефекти, не відзначені індексом ОД у «Класифікації дефектів...»; вістряки, рамні рейки, хрестовини й контррейки, якщо їх знос перевищує величини, зазначені в «Інструкції з улаштування й утримання колії...» [2].

До гостродефектних на головних і приймально-відправних коліях відносяться рейки з'єднувальних колій, вістряки, рамні рейки й хрестовини, що мають пошкодження, відзначені у відповідному пункті ознак дефектності рейок.

Гостродефектні елементи стрілочних переводів замінюються негайно, дефектні - у плановому порядку. До заміни за ними встановлюється посилений нагляд відповідно до «Інструкції з улаштування й утримання колії...» [2].

5. Понаднормативний знос деталей.

6. Зменшення міцності основи, що підтримує стрілочний перевід (деформації земляного полотна, баласту, брусів).

7. порушення перевідного механізму й перевідних пристроїв;

8. порушення ізоляції рейкових кіл.

9. Інші несправності.

Відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ) [19] й Інструкції із влаштування та утриманню колії [4] не дозволяється експлуатувати стрілочні переводи, що мають несправності, які можуть загрожувати безпеці руху поїздів.

Висновок. Отже, причини появи несправностей стрілочних переводів можуть бути різними: це і недоліки й порушення при виготовленні конструкцій, недостатня якість матеріалів, недоліки при монтажі та укладанні конструкції в колію; неякісне й несвоєчасне виконання колійних робіт з поточного утримання й ремонтів елементів стрілочного переводу, неправильна експлуатація конструкції, екстремальний вплив природно-кліматичних умов.

Тому необхідно вчасно виявляти та за можливості ліквідовувати несправності стрілочних переводів та окремих елементів їх конструкцій, так як від їх надійної роботи залежить як безпека руху, так і забезпечення безперебійної роботи залізниць.

Л і т е р а т у р а

1. Даніленко Е.І. Залізнична колія./Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом/Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-х томах). Київ, Інпрес, 2010.

2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП-0269). Нормативно-технічне видання / Даніленко Е.І., Курган М.Б., Карпов М.І., Яковлев В.О. та ін. К.: Укрзалізниця, 2012. 456 с.

3. Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів: ЦП/0060. Дніпропетровськ, 2000. 148 с.

4. Правила технічної експлуатації залізниць України. Міністерство транспорту України. К.: Транспорт України, 1995 р. 133 с.

ВПЛИВ ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ІНДУСТРІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Буряк І.І. – магістр, buryak_ii@gsuite.duit.edu.ua

Карпечкіна А.В. – магістр, karpechkina_av@gsuite.duit.edu.ua

Дорошенко О.Ю. – к.т.н., доц., doroshenko_oy@gsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Корозія арматури викликана, як правило, дією атмосферно-хімічних чинників, що включають агресивні компоненти атмосфери і часті цикли мороз-відлига.

В результаті хімічних реакцій усередині пір бетону утворюються кристали, зростання яких призводить до появи тріщин і руйнування бетону. Корозія арматури, у свою чергу, призводить до вифарбовування бетону. Пористий бетон вбирає вологу, яка при низьких температурах замерзає і збільшується в об'ємі, що призводить до утворення тріщин [1].

Іржа, що формується при окисленні сталеві арматури, збільшує її об'єм, підвищує «внутрішній» тиск і призводить до розломів бетону і оголення арматури. В результаті оголені ділянки арматури руйнуються ще стрімкіше, що призводить до швидкого зношування бетону.

Дія сульфатів може також привести до руйнування залізобетонних конструкцій. Сульфати вступають в реакцію з іншими хімічними компонентами, що утворюють крейду, етtringиди і таумасити. Утворення цих продуктів усередині структури бетону призводить до збільшення об'єму, що спричиняє за собою утворення тріщин у бетоні і подальшого розлому конструкції [2].

Іншою важливою причиною руйнування бетону є іони хлоридів, які з'єднуються з солями морської води, або з солями, що використовуються для боротьби з ожеледицею на дорогах. Хлориди викликають корозію арматури, руйнуючи шар окисдованого заліза, що призводить до подальшого окислення.

Солі руйнують як сталеву арматуру, так і сам бетон. Руйнування, викликані хлоридом кальцію, сприяють прискоренню корозії арматури. Солі, вступаючи в реакцію з гідратом кальцію, що знаходиться у бетоні, утворюють окисдований гідрат кальцію з подальшим збільшенням об'єму [3].

Метою роботи є підвищення фізико-механічних властивостей шляхом хімізації, а саме застосуванням деяких сполучень в якості спеціальних добавок до бетонів. Вони суттєво впливають на хімічні процеси твердіння бетону, покращують його технічні властивості.

Серед добавок особливу роль відіграють пластифікуючі добавки, застосування яких дозволяє на 20...30% зменшити водопотребу бетону з

забезпеченням заданої рухомості суміші, що дозволяє зменшити кількість пор і капілярів, підвищити міцність, щільність, корозійну стійкість тощо.

До таких пластифікаторів відноситься і добавка ПЛКП, яка складається з відходу комбінату “Дніпрококс” разом з добавкою пластифікаторів ЛСТ і УПБ, суперпластифікатора (Амкіроз). Застосування комплексної добавки ПЛКП підвищує довговічність бетону і його захисних властивостей по відношенню до арматури і згідно ДБН В. 2.7-64-97 вона рекомендується при виготовленні залізобетонних шпал.

На першому етапі досліджувався ефект впливу добавки ПЛКП на пропарений цементобетон складу, який прийнятий на заводі з встановленням оптимальної кількості добавки. Витрати матеріалів на 1 м³ бетону: Цемент М500 – 410 кг/м³; Пісок – 607,5 кг/м³; Щебінь – 1320 кг/м³; Вода – 139 л/м³. Результати досліджень наведені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1 – Вплив добавки ПЛКП на міцність при стиску і згині пропареного бетону (3,5+2+1, t = 80°C)

№	Кількість добавки, %	Ж, с/ОК, мм	R _{згин} МПа/%	R _{ст} МПа/%	В/Ц
1	Еталон	20,0/115,0	6,28/100,0	47,58/100,0	0,385/100,0
2	0,6	10,0/130,0	6,29/100,2	50,56/106,3	0,385/100,0
3	0,8	15,0/120,0	7,33/116,7	42,44/89,2	0,385/100,0
4	1,0	15,0/120,0	7,36/117,2	40,03/84,2	0,385/100,0
5	0,6 (-8% Ц)	22,0/111,0	6,69/106,5	46,22/97,0	0,400/104,0
6	0,6 (-10% Ц)	20,0/115,0	6,05/96,3	41,50/87,0	0,436/110,0

Після попередніх досліджень встановлено, що оптимальна кількість добавки ПЛКП знаходиться в межах 0,6...0,9% від ваги цементу. Для уточнення оптимальної кількості добавки були проведені додаткові дослідження по впливу добавки ПЛКП в кількості 0,6% від ваги цементу на властивості цементобетону.

З даних наведених в таблиці 2 можна зробити висновок, що добавка ПЛКП в кількості 0,6% від ваги цементу дозволяє скоротити витрати цементу на 5% на 1м³ бетонної суміші.

Таблиця 2 – Вплив добавки ПЛКП на міцність при стиску і згині пропареного бетону (3,5+2+1,0, $t=80^{\circ}\text{C}$) зі зменшеною витратою цементу

№	Кількість добавки, %	Ж, с/ОК, мм	Кількість цементу кг/м ³ /%	В/Ц	R _{згин} МПа/%	R _{ст} МПа/%
1	Еталон	15,0/20	410,0/100	0,385	5,92/100,0	37,59/100,0
2	0,6	10,0/24	410,0/100	0,385	6,35/107,3	36,38/96,8
3	0,6	15,0/21	389,5/95	0,385	6,47/109,3	40,25/107,1

Висновки. В результаті проведеної роботи по перевірці ефективності добавки ПЛКП в технології виготовлення залізобетонних шпал в виробничих умовах заводу встановлено:

- оптимальна кількість добавки знаходиться в межах 0,6 – 0,7 % від ваги цементу;
- добавка дозволяє заощаджувати 5 % цементу при досягненні заданої міцності;
- добавка скорочує час вібрирування бетонної суміші на 20 – 30 %;
- добавка не впливає на якість бетонної поверхні;
- добавка не приводить до опливу технологічних отворів шпал;
- добавка забезпечує задану міцність і тріщиностійкість цементобетонних шпал, що забезпечує їх високу якість, надійність і довговічність.

Л і т е р а т у р а

1. Чистяков В.В., Дорошенко Ю.М. Интенсификация твердения бетона. К.: Будівельник, 1988. 118 с.
2. Соломатов В.И. и др. Армополимербетон в транспорте строительстве. М.: Транспорт, 1979. 232 с.
3. Почапский Н.Ф., Сачко А.П. Полимеры в дорожном строительстве. К.: Будівельник, 1968. 85 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ПЕРЕШКОД У РЕЙКОВИХ КОЛАХ

Буряк С.Ю. – к.т.н., доц., ser.buryak@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю визначення найбільш впливових факторів на стабільність роботи пристроїв залізничної автоматики за живленням.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу електромагнітного середовища, в якому працюють пристрої залізничної автоматики, зокрема рейкові

кола.

Основний текст. Електромагнітну обстановку, в якій працюють пристрої залізничної автоматики і телемеханіки, оцінюють наступними основними показниками [1, 2]:

- провали, короточасні переривання і викиди напруги електроживлення;
- наведені низькочастотні напруги перешкод;
- магнітні поля промислової частоти;
- кондуктивні і індуктивні перешкоди;
- спотворення синусоїдальності кривої напруги живлення;
- радіочастотні електромагнітні поля;
- електростатичні розряди.

До провалів відносять зменшення напруги електроживлення нижче 90% від номінального, а до викидів – збільшення напруги більше 105% від номінального значення тривалістю до декількох секунд. Ці перешкоди можуть бути викликані спрацюванням плавких запобіжників при коротких замиканнях в низьковольтних електричних мережах, комутаціями навантажень в електричних мережах, аваріями на лініях середньої та високої напруг або в мережевому обладнанні тривалістю 100-600 мс при спрацюванні засобів захисту.

Низькочастотні напруги перешкод наводяться в сигнальних кабелях і кабелях електроживлення. Магнітні поля промислових частот створюються контактною мережею електрифікованих залізниць, прилеглими високовольтними і середньовольтовими електричними лініями, трансформаторами та іншим обладнанням систем електропостачання [2, 3].

Джерела кондуктивних і індуктивних перешкод в пристроях рейкових кіл – це зазвичай розряди блискавки і комутаційні процеси в електричних мережах. При грозових розрядах створюються перешкоди, які можуть призводити до пошкоджень або повного руйнування апаратури. При спрацюванні плавких запобіжників мікросекундні імпульси створюються за рахунок запасеної енергії в індуктивності обладнання, що відключається, та системи електроживлення.

Взагалі, вплив тягового струму на апаратуру рейкових кіл проявляється в двох аспектах: термічний вплив на елементи тягової рейкової мережі, заважаючий або небезпечний вплив на колійний приймач рейкового кола. Термічний вплив визначається тільки абсолютним значенням тягового струму, а заважаючий вплив – абсолютним значенням тягового струму і нерівномірністю розтікання тягового струму між двома рейковими нитками. Причинами такої нерівномірності є повздовжня та поперечна асиметрія рейкової лінії, а також магнітний вплив контактної мережі змінного струму сусідніх колій [4].

Також слід вказати вплив, пов'язаний з неврівноваженим струмом в проводах високовольтних ліній, який ще називають магнітним впливом.

Висновок. В результаті проведеного аналізу встановлено, що з усіх норм якості електричної енергії в системах електропостачання найбільш важливими є провали напруги, тимчасові перенапруги, відхилення частоти від номінальної і спотворення синусоїдальності кривих.

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. – Надано чинності 01.01.1996. Київ. 1995. 38 с.
2. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування. Національний стандарт України – Надано чинності 01.01.2004. Київ : Держспоживстандарт України. 2003. 16 с.
3. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування. Надано чинності 01.07.2003. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 32 с
4. Кустов В.Ф. Основи теорії надійності та функціональної безпечності систем залізничної автоматики : навч. посіб. для вузів / В.Ф. Кустов. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 218 с.

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ НЕСПРАВНОСТЕЙ НА ВИСОКОШВИДКІСНИХ ДІЛЯНКАХ ЗАЛІЗНИЦІ

Буряк С.Ю. – к.т.н., доц., ser.buryak@gmail.com
Петровський О.С. – магістрант, pos27.1998@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю врахування підвищення швидкості руху поїздів при виконанні їх моніторингу.

Метою роботи є розгляд питання особливостей проведення діагностичних досліджень з урахуванням високошвидкісного руху.

Основний текст. З 1964 року в Японії була побудована перша високошвидкісна залізниця, швидкість поїзда досягала 210 км/год, а потім високошвидкісні залізниці, також так званий Сінкансен, приніс великі зручності в японський транспорт, що сприяло економічному розвитку та стимулювало розвиток високошвидкісних залізниць у європейських країнах, і на сьогодні швидкісні залізниці існують більш ніж у 15 країнах. На зараз максимальна робоча швидкість становить 350 км/год, на якій рухаються потяги у Китаї.

Високошвидкісні залізниці мають високі вимоги до безпеки, але це складні системи, коли мова йде про діагностику несправностей. Шлях поширення відмови важко відстежити, що ускладнює виявлення та ідентифікацію несправності

традиційним способом, таким як методи на основі сигналів. Внаслідок цих проблем, на швидкісних ділянках залізниці уже було декілька великих аварій, причиною яких було те, що система керування поїздом не виконувала своїх функцій, і тип несправності не був своєчасно визначений.

Тож, високошвидкісна залізниця є типовою критично важливою для безпеки системою, надійність якої дуже важлива для безпеки руху. Однак через складну структуру високошвидкісної залізниці вона чутлива до внутрішніх факторів і зовнішнього середовища. Незначну помилку або приховану небезпеку в системі неможливо ефективно діагностувати в режимі реального часу, що може призвести до ланцюгової реакції або навіть призвести до катастрофічного результату. Тому своєчасне та точне виявлення та визначення несправності є важливим для забезпечення безпечної експлуатації поїзда.

В даний час діагностика несправностей на високошвидкісних залізницях виконується за допомогою деяких базових методів, таких як експертні системи, які потребують глибоких знань системи. Отже, виникає потреба в нових методах діагностики несправностей для високошвидкісних залізниць.

Для вирішення цієї задачі найбільш вдалим рішенням може стати застосування методів штучного інтелекту для діагностики несправностей на високошвидкісних ділянках залізниці. Загалом існує два типи топологічної структури для розпізнавання образів у нейронній мережі: All Classes One Net (ACON), ця структура має кілька типів виводу, і One Class One Net (OCON), ця структура має один тип виводу. Для нашого проекту можна використовувати діагностику несправностей на основі грубої теорії множин і нейронної мережі із використанням топологічної структурою ACON, яка має один тип виводу. Для компенсації недоліків нейронних мереж використовується груба теорія множин з перевагою специфічної здатності скорочення знань. Ця теорія є свого роду математичним інструментом для роботи з інформацією, що містить невизначеність. Скорочення знань є основним змістом грубої теорії множин. Основну структуру грубої теорії множин можна застосувати, виконуючи деякі кроки, а саме: розділити знання цієї області за допомогою нерозрізненого зв'язку; видалити зайві атрибути, взявши до уваги важливість атрибутів; спростити правила знань і мінімальних асоціацій.

Основна відмінність між грубою теорією множин та іншими методами в процесі роботи з невизначеністю полягає в тому, що грубу теорію множин можна поєднати зі статистикою ймовірностей, нечіткою математикою, а також теорією доказів і теорією інформації.

Висновок. Разом зі зростанням мережі високошвидкісних залізниць зростає ризик безпеки та потреба в оптимізованому обслуговуванні. З розвитком високошвидкісних залізниць зростає потреба у підвищенні безпеки та надійності

високошвидкісних залізниць. Удосконалення методів діагностики несправностей допоможе в точному та своєчасному виявленні несправностей, що може запобігти інцидентам і знизити витрати на технічне обслуговування.

Л і т е р а т у р а

1. Rahman MA, Anwar S and Izadian A. Electrochemical model-based fault diagnosis of a lithium-ion battery using multiple model adaptive estimation approach. In: Proceedings of 2015 IEEE international conference on industrial technology (ICIT), Seville, 17–19 March 2015, pp.210-217. New York: IEEE.
2. Katipamula S and Brambley MR. Methods for fault detection, diagnostics, and prognostics for building systems – a review, part II. HVAC&R Res 2005; 11(2): 169-187.
3. Crozet Y. Extension of the high-speed rail network in France: facing the curse that affects PPPs in the rail sector. Res Transp Econ 2014; 48: 401-409.
4. Frank PM. Analytical and qualitative model-based fault diagnosis – a survey and some new results. Eur J Control 1996; 2(1): 6-28.

ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ДОВГОБАЗНОГО ВАГОНА- ПЛАТФОРМИ, ЗАВАНТАЖЕНОГО КОНТЕЙНЕРАМИ ТИПУ ХОПЕР

Ватуля Г.Л. – д.т.н., проф., glebvatulya@gmail.com

Ловська А.О. – д.т.н., доц., alyonaLovskaya.vagons@gmail.com

Український державний університет залізничного транспорту

Краснокутський Є.С. – начальник відділу аудиту та нормативного забезпечення
відділення Центр технічного аудиту Укрзалізниці, ek1520mm@gmail.com

*Філія “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут
залізничного транспорту” АТ “Укрзалізниця”*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що утримання лідерських позицій залізничної галузі в сегменті транспортних перевезень викликає необхідність підвищення ефективності експлуатації комбінованих систем транспорту, зокрема контейнерних, які забезпечують превальовану частину перевезень у міжнародному сполученні [1, 2]. Досягти цього можливо шляхом впровадження багатофункціональних конструкцій контейнерів, які адаптовані до перевезень широкої номенклатури вантажів з можливістю скорочень часу на обслуговування в умовах вантажо-розвантажувальних підприємств. Це сприятиме не тільки забезпеченню подальшої конкурентоздатності контейнерних перевезень, а і підвищенню рентабельності транспортної галузі в цілому.

Метою роботи є визначення динамічних навантажень, які діють на довгобазну конструкцію вагона-платформи, завантаженого контейнерами типу хопер.

Основний текст. Для підвищення ефективності експлуатації контейнерних

перевезень запропоновано конструкцію контейнера типу хопер. Особливістю контейнера є можливість здійснювати перевезення насипних та навалювальних вантажів з розвантаженням самотечією. Розвантаження контейнера відбувається через люки, які утворюють його підлогу.

Для визначення прискорень, які діють на несучу конструкцію вагона-платформи, завантаженого контейнерами типу хопер, а також полів їх розподілень проведено комп'ютерне моделювання динамічної навантаженості. Дослідження проведено стосовно довгобазного вагона-платформи моделі 13-7024 побудови ПАТ “КВБЗ” (м. Кременчук, Україна). Створення просторової моделі несучої конструкції вагона-платформи здійснено в програмному комплексі SolidWorks.

Враховано, що вагон-платформа завантажений чотирма контейнерами типу хопер (рис.). Розрахунок здійснено за методом скінчених елементів, який реалізовано в програмному комплексі SolidWorks Simulation. У якості скінчених елементів використовувалися тетраедри. Закріплення моделі відбувалося в зонах обпирання на ходові частини. При складанні розрахункової схеми враховано, що на рами контейнерів діють вертикальні навантаження, зумовлені вагою вантажу. При цьому розглянуто умовний вантаж з використанням повної вантажопідйомності контейнерів.

В якості матеріалу несучої конструкції вагона-платформи, а також контейнерів застосовано сталь марки 09Г2С.

Результати проведених розрахунків показали, що максимальне прискорення зосереджено в середній частині несучої конструкції вагона-платформи і складає $1,47 \text{ м/с}^2$. Отримана величина вертикального прискорення відповідає “відмінному” ходу вагона [3]. В консольних частинах несучої конструкції вагона-платформи величина прискорення має менше значення – близько $0,9 \text{ м/с}^2$.

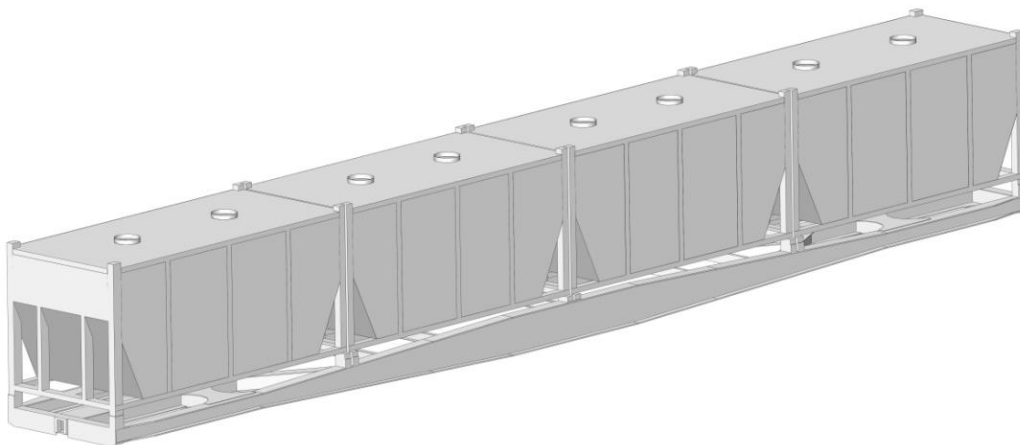


Рисунок – Просторова модель несучої конструкції вагона-платформи, завантаженого контейнерами типу хопер

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що при перевезенні контейнерів типу хопер на довгобазному вагоні-платформі прискорення, які діють на них знаходяться в межах допустимих, а хід руху вагона оцінюється як “відмінний”.

Проведені дослідження сприятимуть створенню напрацювань щодо проектування сучасних конструкцій контейнерів, утриманню конкурентоздатності контейнерних перевезень, та підвищенню рентабельності транспортної галузі.

Л і т е р а т у р а

1. Ловська А.О. Дослідження динамічної навантаженості вагона-платформи з контейнерами при перевезенні на залізничному поромі. Залізничний транспорт України, 2017, № 2, сс. 16-20.
2. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko. Determination of the Loading of a Flat Rack Container during Operating Modes, Applied Science, 2021, Vol. 11, 7623. <https://doi.org/10.3390/app11167623>.
3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.

ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНІ РОЗЧИНИ ДЛЯ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ

Вишиванюк Т.М. – магістр, yushuvaniyk_tm@gsuite.duit.edu.ua
Горlach М.О. – магістр, gorlach_mo@gsuite.duit.edu.ua
Дорошенко О.Ю. – к.т.н., доц., doroshenko_oy@gsuite.duit.edu.ua
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Для продовження строків праці мостів та шляхопроводів необхідно проведення своєчасних планових ремонтних робіт. Найчастіше при ремонті залізобетонних конструкцій мостів застосовують матеріали на основі полімерів – полімербетони і полімерцементні бетони [1,2,3,4].

Стимулюючим фактором для широкого впровадження полімербетонів є їх висока вартість, значні усадочні деформації полімерних смол і неможливість їх використання при ремонтних роботах методом торкретирування.

Полімерцементні бетони мають менший коефіцієнт температурного розширення та усадку; більш високу міцність на розтяг, стиск та згін у порівнянні зі звичайними цементобетонами; характеризуються кращим зчепленням з бетоном і арматурою та вищою водонепроникливістю і корозійною стійкістю.

Також позитивно характеризує полімерцементний бетон невеликі витрати

полімерів і досить простий спосіб виготовлення, що дозволяє досягти значний ефект при незначному підвищенні вартості. Якість ремонту мостів і шляхопроводів значною мірою залежить від довговічності з'єднання між старим бетоном залізобетонної конструкції і новим бетоном. Для цього необхідно забезпечити високу адгезію між ними, яка залежить від деформативних властивостей (в тому числі модуля пружності і коефіцієнта температурного розширення).

Відомо значна кількість полімерцементних бетонів з різними полімерами на основі вінілацетата з етиленом або з латексом СКС-65ГП, епоксидної смоли з поліетілонполіаміном або з поліаміном та багато інших [5, 6].

Метою роботи є підвищення фізико-механічних властивостей полімерцементного бетону з покращенням його адгезії до старого бетону залізобетонних конструкцій мостів і шляхопроводів.

Для цього була перевірена ефективність полімерної композиції на основі стирольного розчину поліетіленгліколь-фталатмалеїната. Полімерна композиція „Спрут – 5” (ТУ 88.193.034-80), може готуватися на дослідному заводі інституту і вміщує слідує компоненти (мас. часток):

- стирольний розчин поліетил-енглікольфталатмалеїнат – 100;
- продукт взаємодії алілового спирту з толуїлендізоціанатом – 65;
- перекісь метілетілкетону – 5;
- нафтенат кобальту – 5.

Запропонована полімерна композиція полімеризується у вологих умовах в процесі твердіння бетону складу: Ц:П:Щ = 1:2,33:4,23.

Полімерцементну суміш готували з введенням полімерної композиції в широкому інтервалі від 0,00015 до 0,75 мас.%. Найкращі результати отримані, коли полімерна композиція вводилася в кількості 0,05...0,18 мас. %.

Після перемішування полімерцементної суміші виготовлялися зразки (куби - 10 x 10 x 10 см та циліндр з діаметром і висотою 15 см) з ущільненням вібрацією. Зразки тверднули в нормальних умовах і досліджувались через 1, 3 та 28 діб згідно стандартів на міцність при стиску, водонепроникливість, морозостійкість, водопоглинання. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1— Фізико-механічні дослідження впливу домішок на властивості полімер цементного бетону

Кількість полімерної добавки, % від ваги	Міцність при стиску, МПа через діб			Морозостійкість після 100 циклів (K_{100})	Водонепроникливість, в атм.	Водопоглинання, %	Адгезія до старого бетону, МПа
	1	3	28				
-	10,3	18,4	40,4	0,70	6	3,8	6,9
0,050	13,8	21,8	47,0	0,91	10	2,0	8,0
0,065	14,7	22,2	47,1	0,93	12	1,9	8,2
0,080	15,9	22,6	48,5	0,93	12	1,7	8,1

Полімерна добавка практично не впливає на початкову рухливість бетонної суміші і навіть її пластифікує у порівнянні з еталоном (у еталона ОК = 1...3, з полімерною добавкою ОК = 4...7), що дозволить на 4-6 % знизити водопотребу без зменшення легкоукладальності. Інтенсивність зниження падіння рухливості бетонної суміші на протязі 1 години не змінюється. Розшарування та водовідділення значно зменшується у порівнянні з еталоном, а об'єм седиментаційного осадку в 1,5-2 рази вище. Модифіковані полімерною добавкою бетонні суміші технологічні і забезпечують високу якість ущільнення.

Введення в бетонну суміш полімерної композиції формує оптимальну структуру бетону, трохи зменшує випаровування вологи з свіжеукладеної суміші, що утворює позитивні умови твердіння і поліпшує догляд за конструкціями після бетонування.

Полімерна композиція полімеризується в процесі твердіння бетону, що підвищує модуль пружності, міцність при стиску і згині. Дією полімеру можна пояснити: зменшення В/Ц, зниження числа крупних пор, взаємодію і зв'язки полімеру з цементним гелем, підвищення адгезійних зв'язків між піском і полімерцементною матрицею. Проникаюча сітка полімерної добавки капсулізує частинки піску тонкими шарами полімеру та перешкоджає росту мікротріщин при завантаженні. Тріщина, що росте, викликає деформацію полімеру, енергія руйнування якого значно вища чим у структурі цементного каменю. Тому навіть така невелика кількість полімерної композиції надає значну жорсткість просторовому скелету в послаблених дефектних точках (мікротріщини, пори та інші дефекти структури цементного каменю).

Висновки. Запропонована полімерцементна суміш має більш високу міцність і довговічність, що дозволить підвищити строки міжремонтного періоду в гідротехнічному і дорожньому будівництві. Річний економічний ефект оцінюється в залежності від кількості використаної полімерцементної суміші на об'єктах дорожнього будівництва.

Л і т е р а т у р а

1. Дворкін Л.Й., Скрипник І.Г. Технологія полімерних будівельних матеріалів. Підручник – Рівне:УДУВГП, 2004. 256 с.
2. Соломатов В.И. и др. Армополимербетон в транспортном строительстве. М.: Транспорт, 1979. 232 с.
3. Почапский Н.Ф., Сачко А.П. Полимеры в дорожном строительстве. К.: Будівельник, 1968. 85 с.
4. Черкинский Ю.С. Полимерцементный бетон. М.: Госстройиздат, 1960, 234 с.
5. Дорошенко Ю.М. и др. Способ ремонта бетонных изделий. А.С. № 1655942 А. Бюл. № 72, 1991. 4 с.
6. Дорошенко Ю.М., Мельниченко В.Г. Спосіб установки і ремонту бетонних опорних плит оглядових люків. Патент України № 52938 А Бюл. № 1, 2003. 4 с.

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА ОЦІНКА НОРМ ШИРИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ РІЗНИХ РАДІУСІВ

Гоголенко П.С. – магістр, hoholenko_ps@gsuite.duit.edu.ua

Дзюба Р.О. – магістр, dzyba_ro@gsuite.duit.edu.ua

Олійник О.А. – к.т.н., доц., oliynuk_oa@gsuite.duit.edu.ua

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Застосування нових раціональних нормативів і допустимих відхилень на улаштування та утримання колії в кривих ділянках колії.

Метою роботи є виконання диференційованої оцінки норм ширини рейкової колії в кривих ділянках різних радіусів та оцінки допустимих відступів залежно від радіусів і у взаємозв'язку з встановленими швидкостями руху поїздів.

Застосування нових раціональних нормативів і допустимих відхилень на улаштування та утримання колії в кривих ділянках колії пропонується виконати на основі досліджень кафедри «Залізнична колія та колійне господарство» КІЗТ, виконаних під керівництвом проф. Е.І. Даніленка [1, 2]. Для цього рекомендується використовувати наступний графік нормативів по ширині колії $S_{норм}^{кр}$ і допустимих відхилень $\Delta S_{кр}$ при різних радіусах кривих і різних швидкостях руху поїздів, що наведений на рис. 1. Згідно приведеного графіку рекомендується на кривих ділянках колії застосовувати наступні нормативи:

Генеральні нормативи на ширину рейкової колії в кривих залежно від радіусів кривої (лінія 2) приймаються без змін згідно Інструкції ЦП-0269 [3], а саме:

- в кривих з R від 650 м і більше приймається норматив $S_{кр}^{норм}=1520$ мм (однаково з нормативом ширини колії в прямих);

- в кривих з R менше 650 м до $R=450$ м приймається $S_{кр}^{норм}=1530$ мм;
- в кривих з R менше 450 м до $R=300$ м приймається $S_{кр}^{норм}=1535$ мм;
- в кривих з R менше 300 м до $R=200$ м приймається $S_{кр}^{норм}=1540$ мм.

Допустимі відхилення від встановлених нормативів по ширині колії рекомендується застосовувати диференційовано в залежності від радіусів кривих і встановлених швидкостей руху поїздів: на основі результатів розрахунків перекісного нормально-примусового вписування візків рухомого складу в криві різних радіусів і з урахуванням розрахункової кривої вписування найбільш важковписуваних 3-вісних візків з базою $L_0=4,6$ м (лінія 1), а саме:

при радіусах кривих від $R=1301$ м до $R=2000$ м і більше:

$\Delta S_{кр} = +4; -2$ мм (для встановлених швидкостей руху пасажирських прискорених і швидких поїздів $V_{доп}=161-200$ км/год);

$\Delta S_{кр} = +5; -3$ мм (для встановлених швидкостей $V_{доп}=141-160$ км/год для пасажирських прискорених поїздів);

$\Delta S_{кр} = +6; -4$ мм (для встановлених швидкостей $V_{доп}$ до 140 км/год для пасажирських поїздів);

$\Delta S_{кр} = +8; -4$ мм (для встановлених швидкостей пасажирських поїздів $V_{доп}$ до 120 км/год, вантажних $V_{доп}$ до 90 км/год);

при радіусах кривих від $R=1001$ м до $R=1300$ м:

$\Delta S_{кр} = +5; -3$ мм (для встановлених швидкостей руху пасажирських прискорених поїздів $V_{доп}=141-160$ км/год);

$\Delta S_{кр} = +6; -4$ мм (для встановлених швидкостей пасажирських поїздів $V_{доп}$ до 140 км/год);

$\Delta S_{кр} = +8; -4$ мм (для встановлених швидкостей руху пасажирських поїздів $V_{доп}$ до 120 км/год, вантажних $V_{доп}$ до 90 км/год);

при радіусах кривих від $R=801$ м до $R=1000$ м:

$\Delta S_{кр} = +6; -4$ мм (для встановлених швидкостей пасажирських поїздів $V_{доп}=121-140$ км/год);

$\Delta S_{кр} = +8; -4$ мм (для встановлених швидкостей пасажирських поїздів $V_{доп}=100-120$ км/год);

$\Delta S_{кр} = +10; -4$ мм (для встановлених швидкостей руху $V_{доп}$ менше 100 км/год);

при радіусах кривих від $R=651$ м до $R=800$ м:

$\Delta S_{кр} = +8; -4$ мм (для встановлених швидкостей пасажирських поїздів $V_{доп}=101-120$ км/год);

$\Delta S_{кр} = +10; -4$ мм (для встановлених швидкостей руху $V_{доп}$ менше 100 км/год);

при радіусах кривих від $R=451$ м до $R=650$ м:

$\Delta S_{кр} = +8; -6$ мм (для встановлених швидкостей руху $V_{дон} = 81-100$ км/год);
 $\Delta S_{кр} = +10; -6$ мм (для встановлених швидкостей руху $V_{дон}$ до 80 км/год);

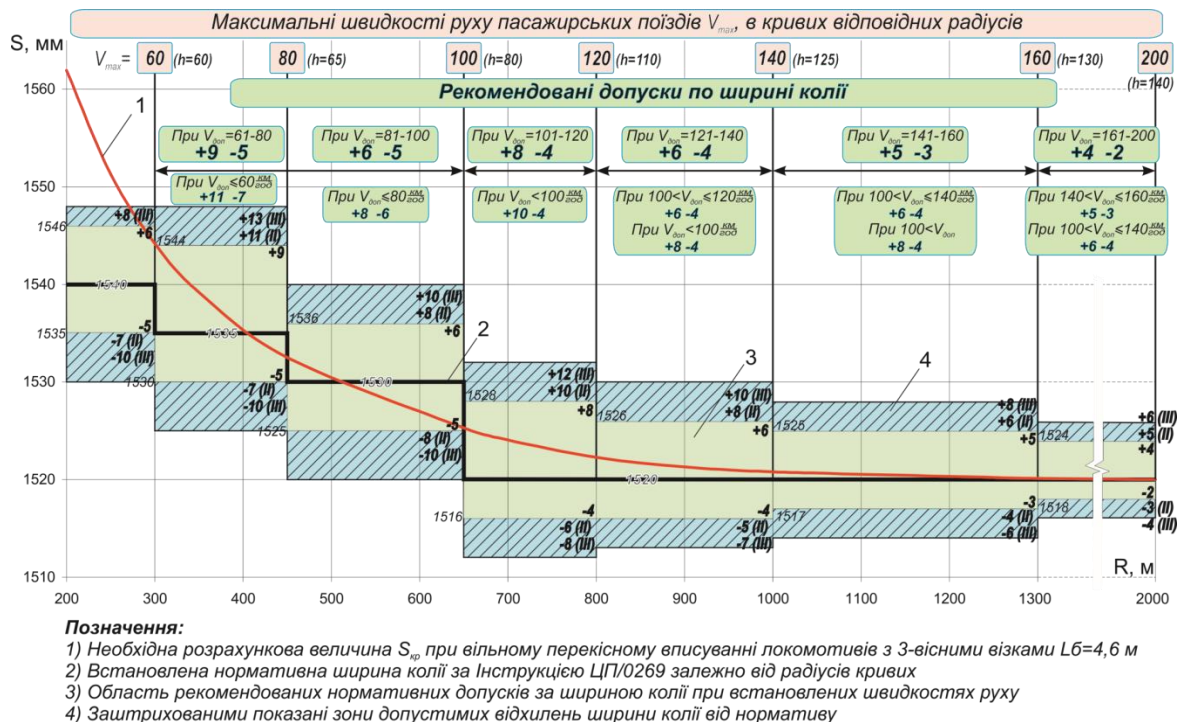


Рисунок 1 – Оцінка стану колії за шириною і порядок призначення ступенів відступів від встановлених нормативів $S_{кр}^{норм}$ ширини колії в кривих при різних радіусах

при радіусах кривих від $R=301$ м до $R=450$ м:

$\Delta S_{кр} = +8; -6$ мм (для встановлених швидкостей руху поїздів $V_{дон}$ до 80 км/год);

$\Delta S_{кр} = +10; -6$ мм (для встановлених швидкостей руху поїздів $V_{дон}$ до 60 км/год)

при радіусах кривих від $R=300$ м і менше до $R=200$ м:

$\Delta S_{кр} = +8; -6$ мм (для встановлених швидкостей руху $V_{дон}$ менше 60 км/год).

Висновок. Щоб привести до міжнародних стандартів, існуючих на вітчизняних залізницях нормативів з улаштування та утримання колії необхідно прийняти і впровадити нові нормативи на оцінку стану колії за шириною і порядку призначення ступенів відступів від встановлених нормативів в прямих і кривих.

Л і т е р а т у р а

1. Даніленко Е.І., Молчанов В.М., Йосифович Р.М., Олійник О.А. Про необхідність внесення змін в нормативні допуски по ширині рейкової колії в кривих на ділянках зі звичайними швидкостями руху поїздів та при впровадженні швидкісного руху на залізницях України // Залізничний транспорт України. № 5. 2014. с. 36-41.

2. Даніленко Е.І., Черніцький Р.Р., Йосифович Р.М., Молчанов В.М., Олійник О.А., Сорока О.О. Впровадження прискореного і швидкісного руху поїздів на залізницях України потребує розробки і застосування нових нормативних допусків по ширині рейкової колії в прямих і кривих // Залізничний транспорт України. № 2. 2017. с. 45-54.

3. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість / під ред. Е.І. Даніленко. К.: Транспорт України, 2006. 168 с.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПКИХ ВАНТАЖІВ

Горбань М.В. – магістрант, opat-21dm-93@snu.edu.ua

Михайлов Є.В. – к.т.н., доц., mihajlov@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності перевезень вантажів із використанням сучасних технологій.

Метою роботи є формулювання та вирішення оптимізаційної задачі підвищення ефективності перевезень сипких вантажів.

Основний текст. Серед перспективних технологій перевезень, що дозволяють оптимізувати логістичні витрати при транспортуванні, проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт, перевалці та тимчасовому зберіганні сипких вантажів, є організація їх перевезення у м'яких контейнерах (МК) [1].

Аналіз науково-технічної інформації та даних Інтернету свідчить, що для перевезень сипких вантажів зараз використовується велика кількість типорозмірів МК. Але, з урахуванням сучасних можливостей та існуючих технологій виготовлення МК, можливо їх виробництво практично будь-якої форми з досить широким спектром основних параметрів (ширина, висота, вантажопідйомність). При цьому представляється перспективним використання МК, які мають у поперечному перетині форму квадрату, як таких, що дозволяють найбільш повно використовувати корисну площу підлоги вантажного приміщення.

Припустимо, що м'який контейнер ij -го типорозміру має у поперечному перетині форму квадрату зі стороною b_i , а робоча висота цього МК – h_j .

Кількість K_{ij} контейнерів ij -го типорозміру, що може бути розміщена у вантажному приміщенні (наприклад, на піввагоні), може бути обчислена наступним чином

$$K_{ij} = N_{ij} \cdot M_{ij} \cdot Z_{ij},$$

де N_{ij} – число контейнерів ij -го типорозміру, що можуть бути завантажені по

ширині вантажного приміщення;

M_{ij} – число контейнерів ij -го типорозміру, що можуть бути завантажені по довжині вантажного приміщення;

Z_{ij} – число ярусів вантаження контейнерів ij -го типорозміру у вантажному приміщенні.

Робочий обсяг одного такого контейнеру складе $V_{ij}^* = b_i^2 \cdot h_j$, а його маса $G_{ijk}^* = V_{ij}^* \cdot \gamma_k$, де γ_k – величина насипної маси сипкого вантажу.

При відомих внутрішніх розмірах вантажного приміщення (B – ширина, L – довжина, H – висота навантаження) можна записати:

$$N_{ij} = \langle B/b_i \rangle; \quad M_{ij} = \langle L/b_i \rangle; \quad Z_{ij} = \langle H/h_j \rangle.$$

Знаком $\langle \dots \rangle$ тут позначаємо цілу частину від результату ділення відповідного виразу з округленням у менший бік.

Завантаження транспортного засобу сипким вантажем із насипною масою γ_k з використанням K_{ij} м'яких контейнерів складе

$$G_{ijk}^B = K_{ij} \cdot G_{ijk}^* = N_{ij} \cdot M_{ij} \cdot Z_{ij} \cdot b_i^2 \cdot h_j \cdot \gamma_k.$$

Рациональний вибір параметрів м'яких контейнерів (b_i та h_j) відповідно до транспортних характеристик вантажу, що перевозиться (у першу чергу заданої величини насипної маси γ_k), та наявних вантажних засобів дозволить скоротити витрати на контейнеризацію перевезень сипких вантажів при отриманні усіх відомих переваг контейнерних перевезень. При цьому потрібно вирішити оптимізаційну задачу, яку можна сформулювати як задачу цілочисельної оптимізації, цільова функція якої може бути записана як

$$K_{ij} = f(N_{ij}, M_{ij}, Z_{ij}, \gamma_k) \rightarrow \min,$$

де $N_{ij} = f(b_i)$, $M_{ij} = f(b_i)$, $Z_{ij} = f(h_j)$.

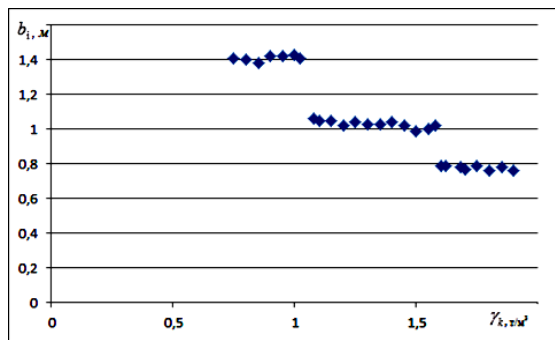
При формулюванні системи обмежень задачі слід враховувати внутрішні геометричні розміри кузову вантажного приміщення, технологічні можливості виготовлення МК та вимоги Технічних умов вантаження [2]. Наприклад, для завантаження МК у піввагон, ТУ забороняють, щоб контейнери верхнього ярусу виступали над його бортом більше, ніж на 1/3 їх висоти (та взагалі не більше 400 мм).

Також повинні виконуватися декілька умов безпеки транспортного процесу, а саме: маса G_{ijk}^* завантаженого м'якого контейнеру з сипким вантажем не повинна перевищувати максимальної дозволеної маси $G_{\max}^*$; величина завантаження транспортного засобу G_{ijk}^B контейнерами з сипким вантажем

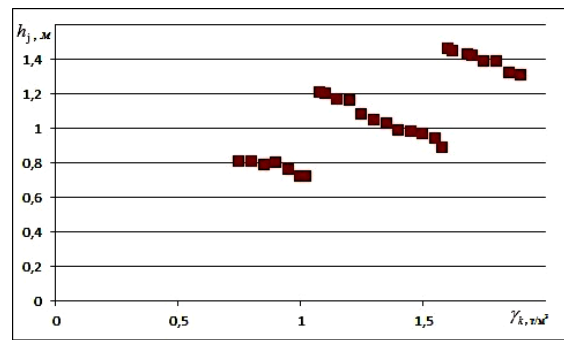
повинна бути максимальною (звісно не перевищаючи встановленої його вантажопідйомності $G_B^{\max}$).

З урахуванням цього систему обмежень задачі сформулюємо наступним чином: $b_i^{\min} \leq b_i \leq b_i^{\max}$; $h_j^{\min} \leq h_j \leq h_j^{\max}$; $G_{ijk}^B = G_{\max}^B$; $G_{ijk}^* \leq G_{\max}^*$.

На рис.1 для прикладу показані деякі результати розрахунків з оптимізації залежності $K_{ij} = f(N_{ij}, M_{ij}, Z_{ij}, \gamma_k) \rightarrow \min$ при змінних параметрах МК.



а) залежність $b_i^{\text{opt}} = f(\gamma_k)$



б) залежність $h_j^{\text{opt}} = f(\gamma_k)$

Рисунок 1 – Деякі результати вирішення задачі дискретної оптимізації

Вирішення задачі дискретної оптимізації проведено засобами пакету оптимізації MS Excel [3]. Вихідні дані для розрахунків прийняті наступними: транспортний засіб - суцільнометалевий напіввагон моделі 12-295 вантажопідйомністю 71 т зі внутрішніми розмірами кузова $B=2,89$ м, $L=12,69$ м, $H=2,05$ м; насипна маса вантажу $\gamma_k = 0,7 \dots 1,8$ т/м³; $G_{\max}^B = 70$ т; $G_{\max}^* = 1,5$ т.

Висновок. Сформульована задача дискретної оптимізації, вирішення якої дозволяє підібрати раціональне співвідношення параметрів м'яких контейнерів (їх ширини b_i та висоти h_j) при якому досягається максимальне використання вантажопідйомності транспортного засобу при мінімальній кількості потрібних МК для заданого значення насипної маси γ_k сипкого вантажу, що перевозиться.

Л і т е р а т у р а

1. Михайлов Є.В. Технології перевезення вантажів у м'яких контейнерах. Монографія. Вeu Bassin: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. 168 с. ISBN: 978-613-9-57815-3.
2. Технические условия погрузки и крепления грузов. М.: Транспорт, 1990. 489 с.
3. Розв'язання оптимізаційних задач в Excel. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://informatik.pp.ua/zavdannia/elektronni-tablytsi/rozhvazannia-optymizatsiinykh-zadach-v-excel>.

О ЗАМІНІ ХОЛОДОАГЕНТА В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Горлушко Ю.В. – аспірант, shnoor@ukr.net

Іщенко В.М. – к.т.н., доц., ischenko_vm@qsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю заміни в холодильних машинах систем кондиціювання повітря пасажирських вагонів холодоагенту хладон-12 (R12) на альтернативний холодоагент фреон 134а (R134а).

Метою роботи є огляд сучасних альтернативних холодоагентів для заміни R12 в діючих холодильних машинах систем кондиціювання повітря пасажирських вагонів а також умов ретрофіту холодоагента R12 на альтернативний холодоагент R134а.

Основний текст. Пасажирський рухомий склад забезпечує перевезення пасажирів зі створенням та підтриманням комфортних умов. Забезпечення комфортних умов пасажиром здійснює система кондиціювання повітря, яка подає та термодинамічно обробляє свіже повітря. В загальному виді система кондиціювання повітря пасажирського вагона складається з пристроїв вентиляції, водяного та електричного опалення, холодильної установки, яка містить одну або декілька холодильних машин, оснащених допоміжним обладнанням.

В теперішній час на залізницях України в експлуатації знаходяться пасажирські вагони з системою кондиціювання повітря типу МАБ-П. Холодильні машини системи розраховані на використання холодоагента R12, який визнаний озоноруйнуючою речовиною та його виробництво та використання заборонено [1].

Враховуючи роль холодоагентів України та досвід попередніх досліджень для заміни R12 можливо розглядати однокомпонентний холодоагент R134а, та сумішеві холодоагенти R407C та R410a [2]. Раціональний вибір альтернативного холодоагента для даного типу холодильних машин стає компромісом між еколого-енергетичними показниками холодоагента, безпекою та вартістю. При цьому перевагу мають однокомпонентні холодоагенти, до яких належить R134а. Холодоагент R134а являє собою екологічно чистий холодоагент, що відповідає суворим обмеженням органів державної власності по захисту озонового шару Землі. R134а є ідеальним холодоагентом, який офіційно рекомендований для заміни шкідливого для навколишнього середовища холодоагента R12. При заміні (ретрофіті) R12 на R134а слід звертати увагу на можливість зміни холодопродуктивності холодильної машини [3]. Як показують фізичні

властивості R134a по холодопродуктивності подібний R12, а при високих температурах випаровування відносна холодопродуктивність R134a приблизно на 6% вище чим у R12. При ретрофіті в діючому компресорі необхідна заміна мінеральної оливи на синтетичну поліефірну. Синтетична олива повинна мати відповідну в'язкість, що досягається за допомогою присадок, і бути стабільною впродовж тривалого періоду часу. Необхідною вимогою є герметичність конструктивних елементів холодильної машини внаслідок підвищеної текучості R134a. Тому для холодильних машин, що будуть працювати на R134a слід використовувати регулюючу апаратуру з паяними з'єднаннями, що дозволяє запобігати витікання холодоагенту. В теплообмінних апаратах вплив оливи на конструкційні матеріали, особливо мідні, потребують експериментальної перевірки. Прокладки з матеріалу, що використовуються для R12 необхідно замінити. В теперішній час використовують прокладки, що виготовлені із поліетиленової тканини (EFDM). Достатньо стійкими вважають також матеріали на основі поліхлорпренов. Адсорбенти, що використовуються в фільтрах-осушувачах повинні відповідати R134a. При технічному обслуговуванні витікання R134a з контуру холодильної машини не можливо виявити за допомогою звичайних засобів, які реагують на хлор. В даному випадку течешукачі повинні реагувати на фтор та їх чутливість повинна бути значно вище чутливості звичайних детекторів. Діючу холодильну машину можливо заправити холодоагентом R134a замість R12 без демонтажу основних агрегатів (компресора, конденсатора, випарника), але з заміною терморегулюючого вентиля, тиск в якому повинен бути розрахований на використання R134a. Маркування терморегулюючого вентиля повинна однозначно вказувати на те, що він призначений для R134a. Перед використанням R134a манометри повинні бути відградуйовані під цій холодоагент, коли холодильна машина працювала на R12. Заправні ємності та приналежності для зливу робочих тіл повинні бути новими і чистими. Заборонено використовувати інструмент, що мав незначний контакт з R12, або мінеральною оливою. Гнучкі шланги для R134a повинні мати підвищену герметичність. Переведення холодильної машини, що працює на R12 на холодоагент R134a може бути проведений з використанням звичайного сервісного обладнання і практики сервісного обслуговування холодильного обладнання.

Для проведення ретрофіту необхідно мати наступне обладнання: робочі інструкції, засоби техніки безпеки (печатки, окуляри та ін.), вимірювальні прилади, що розміщені на трубопроводах, термопари, вакуумний насос, течешукачі, ваги, вузол для збирання холодоагента, мірний циліндр для заправки холодильної машини, контейнер для збору оливи, оливо замінювач, холодоагент замінювач, новий фільтр-осушувач і TRV, надписи з назвою оливи та

холодоагента.

Висновки. 1. Відповідно до рішень Монреальського протоколу та інших міжнародних домовленостей щодо речовин, які руйнують озоновий шар, холодильний агент хладон-12 (R12), який застосовувався в холодильних машинах систем установок кондиціонування повітря пасажирських вагонів впродовж багатьох років, визнаний озоноруйнуючою речовиною і його виробництво і використання в нинішній час заборонено.

2. В якості альтернативних можливе застосування як сумішевих, так і чистих (простих) холодильних агентів. Перевага віддається насамперед чистим холодильним агентам, тому доволі важливим питанням є визначення можливості застосування чистих альтернативних холодильних агентів в діючих холодильних машинах систем кондиціонування повітря пасажирських вагонів.

3. В якості альтернативи забороненому до виробництва холодильному агенту R12 вважаються холодильні агенти, що не містять атомів хлору до яких належить чистий холодильний агент R134a з потенціалом руйнування озону $ODP = 0$.

4. Розглянуті умови заміни (ретрофіта) R12 на R134a в холодильних машинах систем кондиціонування повітря МАБ-ІІ пасажирських вагонів, що дають можливість проведення заміни холодильного агента на альтернативний в діючому холодильному обладнанні в умовах вагоноремонтного підприємства.

Л і т е р а т у р а

1. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. ЮНЕП: Программа ООН по окружающей среде. Монреаль. 1987. 24 с.

2. Железный В.П. Рабочие тела парокomppressorных холодильных машин: свойства, анализ, применение [Текст]: монография / Железный В.П., Семенюк Ю.В.; Одес. гос. акад. холода. Одесса: Фенікс, 2012. 420 с.

3. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. М.: Колос, 2000. 160 с.

4. Хладагенты и окружающая среда / О.Б. Цветков // Холодильная техника. 2013. №1. С. 4-7.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА ПРИСТРОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

*Гололобова О.О. – к.т.н., асистент, gololobova_oksana@i.ua
Український державний університет науки і технологій*

Актуальність дослідження зумовлена великою потребою до узагальнення та систематизації причин збоїв у роботі системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС), яка має безпосереднє відношення до безпеки руху.

Метою роботи є визначення основних причин порушення роботи системи АЛС, а також аналіз їх походження.

Серед основних негативних чинників, які впливають на роботу АЛС є такі: електричні мережі, в тому числі контактна мережа, зворотній тяговий струм, вплив тягових струмів на апаратуру з нелінійними характеристиками, електровози як незалежні джерела перешкод, вплив маси і режимів ведення поїзда на стійкість роботи АЛС, перешкоди при русі по коротким ізольованим секціям, перешкоди від магнітного поля рейкової лінії, вплив ліній електропостачання [1].

Високовольтні лінії електропередач та електропостачання є джерелом небезпечних і заважаючих впливів на пристрої рейкових кіл (РК) і автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). При небезпечному впливі силових електричних кіл можливі пожежі або ураження персоналу, що обслуговує рейкові кола, а також пошкодження апаратури і приладів. А заважаючий вплив призводить до появи перешкод, які частково або повністю порушують роботу пристроїв.

Ступінь заважаючого і небезпечного впливу контактної мережі на пристрої залізничної автоматики залежить від режиму роботи мережі. Розроблені технічні рішення, які використовуються в сучасних пристроях РК і АЛС, дозволяють досить ефективно знижувати вплив контактної мережі в сталому режимі її роботи на них. Однак вплив посилюється в перехідних режимах роботи контактної мережі, що виникають при включенні головного вимикача на електровозах, при коротких замиканнях або при обмерзанні контактного проводу, що приводить до появи сильної дуги на струмоприймачі.

Тягові струми в рейках створюють електрорушійну силу перешкод в локомотивних котушках АЛС тільки при наявності асиметрії тягових струмів в рейкових лініях. Для ділянок зі змінним тяговим струмом до 300 А коефіцієнт асиметрії цих струмів в рейкових лініях не повинен перевищувати 4% або 15 А, а при постійному тяговому струмі – 6%. Отже, на перевальних ділянках залізниць і в районах підключення ліній тягових підстанцій, де змінні тягові струми перевищують 300 А, при відповідно нормам відносного значення асиметрії абсолютне значення струму асиметрії може перевищувати норму.

Перешкоди, індуковані від тягової мережі в кабельні лінії залізничної автоматики, спотворюють кодові імпульси і інтервали. Найгірші умови за цим фактором спостерігаються в системі автоблокування з тональними рейковими колами і децентралізованим розміщенням апаратури [2, 3, 4].

У РК широко застосовують елементи, що представляють собою котушку індуктивності зі сталевим сердечником: дросель-трансформатори, дроселі в колійних фільтрах, дроселі в локомотивних фільтрах апаратури АЛС, в захисних блоках. Характеристики цих виробів нелінійні. При підмагнічуванні осердя постійним або змінним струмом їх індуктивний опір зменшується, що може

призводити до збою в роботі резонансних контурів і погіршення характеристик фільтрів. Зменшення повного опору первинної обмотки дросель-трансформатора при його підмагнічуванні може викликати нестійку роботу РК і АЛС.

Сучасні електровози є додатковими джерелами перешкод на АЛС і РК в широкому частотному діапазоні. Тягові струми електровоза, протікаючи по його металевих частинах поблизу локомотивних котушок АЛС, наводять перешкоди в цих котушках. Збільшення потужності електровозів призводить до того, що рівень їх впливу стає порівняним в деяких випадках з впливом тягових підстанцій.

У режимі рекуперативного гальмування різко зростає вплив тягового струму електровоза на апаратуру АЛС. Інтенсивність збоїв АЛС на перевальних ділянках, при русі поїздів під ухил з використанням рекуперативного гальмування в середньому в 2 рази вище, ніж при русі поїздів на підйом [5].

На збої АЛС впливає не відносне, а абсолютне значення різниці тягових струмів в рейкових нитках під локомотивними котушками. Тому при одному і тому ж коефіцієнті асиметрії тягового струму абсолютне значення різниці тягових струмів під локомотивними котушками зростає в наступних випадках: при збільшенні абсолютного значення тягового струму, коли поїзд розганяється і збільшується його швидкість; при веденні великовагових поїздів; при великій щільності потоку поїздів; при русі поїзда на підйом; при русі по затяжному спуску з застосуванням рекуперативного гальмування.

При переході локомотива з одного рейкового кола на інше виникає перерва в прийомі сигналів АЛС з наступних причин: відсутня сигнальний струм в відрізках рейок між ізолюючими стиками та місцями підключення до рейок перемичок, за якими в рейкову лінію подаються сигнальні струмові посилення (приблизно 1 м); наявність часу руху котушок над рейками наступної рейкового кола до шунтування її першої колісною парою (близько 1,5 м); зміна фази струму в суміжних рейкових колах; затримка посилення електричних сигналів після вступу локомотива на рейкове коло, що не має попереднього кодування; затримка прийому сигналів на час автоматичного відновлення чутливості підсилювача після прийому великих струмів в кінці попереднього рейкового кола.

Спотворені кодові комбінації, які виникають при русі по коротких ізолюваних секціях, що містять меншу або більшу кількість імпульсів або не мають протягом 5-6 с великого інтервалу, розцінюються дешифратором АЛС як помилкові і не фіксуються. Ще однією з поширених причин збоїв АЛС є вплив різнополюсної нерівномірної намагніченості рейок, підготовлених до заміни і покладених в середині колії або безпосередньо в шлях. Різнополюсна намагніченість рейок з'являється в результаті використання електромагнітних захватів при їх транспортуванні на заводах-виробниках, а також внаслідок

об'ємного гартування рейок. Окрім того, до 5% відмов і збоїв в роботі колійних пристроїв АЛС і РК відбувається через погіршення якості електропостачання [2].

Висновок. Таким чином, з результатів проведеного аналізу видно, що перешкоди в роботі системи АЛС мають різноманітне походження, а тому повинні обладнуватися багатоступеневою системою захисту, що потребує окремих детальних досліджень, оскільки існуючі системи захисту не виконують своїх функцій у повному обсязі.

Л і т е р а т у р а

1. Нормативні акти з безпеки руху поїздів // Держ. адміністр. залізничного транспорту України. Головне управління безпеки руху та екології. К.: Транспорт України, 2004. 223 с.
2. Самсонін В. М. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті: навч. посібник / В.М. Самсонін, А.Б. Бойнік, О.Й. Соколов. К.: КУЕТТ, 2004. 170 с.
3. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. ЦШ/0042. К.: Укрзалізниця, 2006. 461 с.
4. Зайцев В.О. Коментарі та роз'яснення щодо застосування положень правил технічної експлуатації залізниць України / В.О. Зайцев. Київ, 2004. 408 с.
5. Інструкція з технічного обслуговування локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу (АЛС) і пристроїв контролю пильності машиніста на залізницях України. ЦТ-ЦШ-0072. К.: Укрзалізниця, 2004. 92 с.

РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВОЗУ ЗА ПУСКОВИМИ СТРУМАМИ СТАРТЕРА

Горобченко О.М. – д.т.н., проф., fakultet_irsz@gsuite.duit.edu.ua

Зайченко С.В. – магістр, zstefv@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена світовою та вітчизняною практикою технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу, що полягає у переході від планово-попереджувальної системи до ремонту з урахуванням фактичного технічного стану. Одночасно відбувається перехід на управління технічного обслуговування та ремонту комплексно по всьому життєвому циклі локомотива, для чого з виробником укладається контракт життєвого циклу на сервісне. Ці тенденції зумовлені розвитком автоматизованих систем управління виробництвом, мікропроцесорних систем управління локомотивів, автоматизованих систем технічного діагностування– вбудованих в обладнання, бортових на базі мікропроцесорних систем управління локомотивів, деповських

переносних та стаціонарних автоматизованих систем технічного діагностування.

Слід відзначити, що сучасний етап розвитку систем технічного діагностування локомотивів проходить разом з четвертою промисловою революцією Industry 4.0, що потребує розробки принципово нових методів пошуку і локалізації дефекту з високим ступенем інформативності [1-4]. Враховуюче вище сказане, розробка діагностичного методу визначення показників енергоефективності силової установки тепловозу за пусковими струмами стартера є актуальною задачею.

Метою роботи є розвиток діагностичного методу визначення показників енергоефективності силової установки тепловозу на основі компресійного дослідження стану теплового агрегату силової установки за струмами стартера.

Висновок. Виконаний аналіз результатів досліджень присвячених методам визначення показників енергоефективності і технічного стану силової установки тепловозу дозволяє зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз технічного стану силових установок парку дизель-поїздів, умов їх експлуатації, ремонту та технічного обслуговування на залізницях України свідчить про негайний перехід від планового до планово-попереджувальну систему ремонту основою якого є технічне діагностування с високою локалізацію дефектів;

2. Огляд сучасних методів і засобів контролю і діагностування тепловозів свідчить про доцільності створення нових методів на основі модернізації існуючих засобів;

3. Серед можливих діагностичних параметрів силової установки локомотиву варіантів обрано реальну ступінь стиснення циліндро-поршньової групи за критерієм інформативності;

Звідси витікають головні задачі дослідження.

4. Розробити методику визначення конструктивних та регулювальних параметрів системи технічного діагностування силової установки тепловозу за пусковими струмами стартера;

5. Провести оцінку економічної ефективності розробленої методики технічного діагностування силової установки тепловозу.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Запропоновано методику експериментального визначення коефіцієнту стиснення теплового агрегату силової установки тепловозу за пусковими струмами стартера, який дозволяє визначити реальне значення енергоефективності роботи локомотиву.

2. Отримано залежності для визначення характеристик коефіцієнту стиснення теплового агрегату силової установки тепловозу за пусковими струмами стартера, що свідчить про обернену залежність коефіцієнту стиснення

від відношення пускових струмів у компресійному і пусковому режимі.

Л і т е р а т у р а

1. Zaichenko S. et al. Identification of the least reliable elements of autonomous power plant based on internal combustion and diesel engines by the method of the lowest residual entropy //2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). IEEE, 2021. С. 549-552.
2. Zaichenko S. et al. Determination Of Diagnostic Parameters Of Power Plants Based On Internal Combustion Engines //Revista Minelor/Mining Revue. 2021. Т. 27. №. 3.
3. Zaichenko S. et al. Determination of autonomous electrical energy source technical condition based on an internal combustion engine //2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). IEEE, 2020. С. 305-308.
4. Zaichenko S. et al. Autonomous electric power source energy efficiency improvement by internal combustion engine gases distribution control //2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). IEEE, 2020. С. 262-265.

МОНІТОРІНГ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ У СКЛАДІ ДІАГНОСТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

*Губаревич О.В. – к.т.н., доц., oleg.gbr@ukr.net
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Для забезпечення ефективності процесу роботи транспортної інфраструктури та підвищення якості транспортних перевезень необхідний своєчасний контроль за технічним станом устаткування, що експлуатується. Для виконання такого завдання потрібен постійний моніторинг за появою дефектів та їх розвитком у період експлуатації основних елементів транспортних засобів. Найбільш важливими та відповідними елементами, які потребують постійного контролю є електроприводи з найчастіше використовуваними у транспортній інфраструктурі асинхронними електродвигунами. Згідно існуючої експлуатаційної статистики найбільша частота відмов асинхронних електродвигунів обумовлена пошкодженнями обмотки статора, що є наслідком деградації діелектричних матеріалів [1, 2]. В результаті зниження властивостей ізоляційного матеріалу найчастіше відбувається міжвиткове замикання у фазі обмотки [2]. Якщо ця аномалія відбувається, електродвигун може продовжувати працювати нормально, але такі показники, як ефективність споживання енергії, енергетичні параметри двигуна та механічна надійність, можуть бути значно знижені. Крім того, якщо це пошкодження не буде виявлено на ранній стадії, то його розвиток може призвести до подальшого руйнування ізоляційного шару та відмови електричної машини у аварійному режимі.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення ефективної вбудованої діагностичної системи для безперервного контролю стану асинхронних електродвигунів транспортних засобів з окремим модулем моніторингу ізоляції обмотки.

Метою роботи є проведення аналізу та встановлення доцільності використання методу часткових розрядів у складі діагностичної системи транспортного обладнання для виявлення дефектів ізоляції електроустаткування на самих ранніх стадіях їх виникнення, з можливістю відстежування їх розвитку, оцінювання поточного стану і прогнозування періоду безаварійної експлуатації.

Матеріали дослідження. Досвід експлуатації асинхронних двигунів, свідчить, що у переважній більшості випадків (до 80%) відмови асинхронних двигунів с короткозамкненим ротором відбуваються через пошкодження обмотки статора [2, 3]. До відмов статора в більшості відносяться проблеми пов'язані з ізоляцією обмотки: замикання між витками обмотки (міжвиткові замикання), пробій ізоляції на корпус, пробій ізоляції між фазами, зниження опору ізоляції внаслідок її старіння або надмірного зволоження, порушення ізоляції між листами магнітопроводів.

Аналіз відмов показує, що основною причиною виходу електрообладнання з ладу є незадовільний та неконтрольований стан ізоляції. Такий стан обумовлюється більшою порівняно з металами чутливістю ізоляції до теплових і механічних навантажень через менш високих механічних властивостей ізоляції і меншою теплостійкістю в порівнянні з металами. На ізоляцію, крім того, діє електричне поле, що викликає поступове руйнування її. Таким чином, при створенні діагностичної системи для контролю стану транспортного електромеханічного обладнання у першу чергу необхідна наявність модуля контролю стану ізоляції обмотки. Розробка модулів з виявлення міжвиткового замикання або пробією ізоляції є вже засобом встановлення наслідків порушення ізоляційного матеріалу дротів обмотки. Тому першочерговим у діагностичних системах є розробка та організація моніторингу стану ізоляції для усунення та попередження первопричини пробією.

Існує ряд методів контролю стану ізоляції для діагностування пошкоджень обмоток статора, які в свою чергу можна класифікувати за параметром, що вимірюється або розраховується, електричних або неелектричних величин [4]. Велика наявність різних методів пов'язана з природою виникнення та видом пошкодження, де причинами можуть бути не тільки експлуатаційні, а також технологічні дефекти. Крім того, експлуатаційні дефекти ізоляції, які виявляються, у своїй більшості, у вигляді міжвиткових замикань, поділяються на теплові та викликані зносом та старінням ізоляційного матеріалу. Однак, не всі методи можуть бути використані для моніторингу стану ізоляції працюючого

електродвигуна у складі діагностичної системи.

Одним з методів діагностики, який забезпечує контроль поточного стану електрообладнання на місці його установки під робочою напругою в процесі нормальної експлуатації, є метод контролю ізоляції обмоток по характеристикам часткових розрядів. Цей метод дозволяє виявляти дефекти ізоляції на самих ранніх стадіях їх виникнення та відстежувати динаміку їх розвитку. В нормальних умовах роботи дефекти ізоляції (які практично завжди є), не призводять до повного пробою ізоляції [5]. Однак, при подальшій експлуатації обладнання, ці дефекти розвиваються і зростають. Їх зростання обумовлене появою порівняно невеликих електричних розрядів в зоні підвищеної напруженості поля поблизу дефекту, які називають частковими розрядами. Під дією часткових розрядів відбувається руйнування ізоляції, збільшення розміру дефектної області і їх інтенсивності. У міру розвитку дефекту енерговиділення в його зоні зростає, і руйнування ізоляції прискорюється за рахунок термічних процесів. Збільшення дефектної області призводить до зростання напруженості поля в решти ізоляційного проміжку і, коли дефектна зона досягає досить великих розмірів, стає можливим наскрізний пробій ізоляції. Як правило, при відсутності екстремальних впливів (типу перенапруг), процес розвитку дефекту від зародкової стадії до повного пробою триває від декількох місяців до декількох років. Таким чином, поява часткових розрядів свідчить про наявність дефекту ізоляції, причому часткові розряди можуть бути виявлені вже на самій ранній стадії розвитку дефекту. Контролювання та вимірювання частоти і інтенсивності часткових розрядів для оцінювання стану обмотки двигуна може проводитися в процесі нормальної роботи обладнання без виведення його з експлуатації. Виникнення часткового електричного розряду викликає сигнали трьох типів: електричного, електромагнітного і акустичного.

Найбільшого поширення для вирішення цього завдання отримали електричні і акустичні методи фіксування розрядів.

Однак, на даний момент, недостатньо результатів досліджень залежності характеристик часткових розрядів від часу експлуатації електромеханічного обладнання, що дозволило б прогнозувати пробій ізоляції за характеристиками часткових розрядів та й запобігати відмови аварійного характеру.

Таким чином, дослідження засобів виміру та контролю часткових розрядів, з метою розвитку та впровадження систем діагностики ізоляції електромеханічного обладнання, є актуальним сучасним завданням, від рішення якого в значний мірі залежить ефективність та надійність експлуатації сучасних транспортних засобів.

Висновок. В результаті проведеного аналізу з засобу підвищення експлуатаційної надійності транспортного обладнання встановлена необхідність впровадження в діагностичні системи транспортних засобів модулю моніторингу

стану ізоляції обмоток двигуна. Найбільш відповідає вимогам експлуатації використання методу часткових розрядів. Причиною підвищеного застосування методу реєстрації часткових розрядів при діагностиці електричної ізоляції обладнання в умовах його експлуатації з'явилася його висока ефективність та можливість використання в процесі експлуатації обладнання. Застосування цього методу має високу чутливість, дозволяє виявляти створення часткових розрядів в дефектних місцях на ранніх стадіях. Крім того, характеристики часткових розрядів дозволяють здійснювати багатосторонню оцінку властивостей дефектів і характеру розвитку процесу. Серед параметрів ізоляції, що визначаються безліччю різних методів, характеристики часткових розрядів несуть найбільшу інформацію про небезпеку дефектів та мають значну перспективність для розвитку і використанню у діагностичних системах транспортного обладнання.

Л і т е р а т у р а

1. Худий Є.Г., Пельтек І.І. Сучасні методи діагностики стану ізоляції електричних машин. Зб. наук. праць "Вісник НТУ "ХПІ": Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика. №28. Вісник НТУ "ХПІ", 2010. ISSN 2079-8024
2. Губаревич О.В. Надійність і діагностика електрообладнання: Підручник. Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. 248 с.
3. Cabanas, M.F.; Norniella, J.G.; Melero, M.G.; Rojas, C.H.; Cano, J.M.; Pedrayes, F.; Orcajo, G.A. Detection of stator winding insulation failures: Online and offline tests. In Proceedings of the 2013 IEEE Workshop on Electrical Machines Design, Control and Diagnosis (WEMDCD), Paris, France, 11–12 March 2013.
4. Siddique, A.; Yadava, G.S.; Singh, B. A review of stator fault monitoring techniques of induction motors. IEEE Trans. Energy Conver. 2005, 20, pp.106-114.
5. Губаревич О.В., Голубєва С.М. Аналіз методів діагностики технічного стану ізоляції асинхронних двигунів: Всеукраїнський науковий збірник «Наукові праці Донецького національного технічного університету». Серія «Електротехніка і енергетика». Покровськ: Вид.: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», №1(21), 2019. С. 55-63.
<https://doi.org/10.31474/2074-2630-2019-1-55-63>.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ РОБІТ НА ТРАНСПОРТІ

Долбня Д.М. – магістрант, opat-21dm-938@snu.edu.ua

Михайлов Є.В. – к.т.н., доц., mihajlov@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності виконання вантажних робіт на транспорті, доля яких у собівартості перевезень є значною.

Метою роботи є визначення переваг, недоліків та перспектив впровадження ефективної технології виконання вантажних робіт на транспорті.

Основний текст. На виконання вантажних робіт, що є невід’ємною частиною транспортного процесу на всіх видах транспорту, витрачається велика кількість часу, трудових та інших ресурсів. Зростання обсягів перевезень вимагає вдосконалення технологій вантажних робіт, підвищення рівня їх механізації та автоматизації. Тому є доцільним використовувати при виконанні цих робіт перспективне обладнання та технології, наприклад, такі, що пропонуються фірмою "Cargo Floor BV" - провідним міжнародним розробником і виробником багатофункціональних систем горизонтального навантаження і розвантаження з гідравлічним приводом. Для швидкого та ефективного переміщення різних штучно - упакованих вантажів, а також навалювальних вантажів великого обсягу Cargo Floor пропонує використовувати гідравлічні системи рухомої підлоги. Ці системи засновані на принципі moving floor, що означає рухома підлога, яка здійснює переміщення вантажів за допомогою послідовного, поздовжнього руху підлогових профілів.

Так, наприклад, у змонтованій на автомобільному напівпричепі гідравлічній системі рухомої підлоги Cargo Floor по всій ширині причепа розташовуються 21 підлогова рейка, які діляться на 3 секції, в кожній секції по 7 рейок. Кожну секцію приводить у поступальну дію свій гідравлічний циліндр. Гідравлічний привід напівпричепа з рухомими підлогами здійснюється від вала відбору потужності сідельного тягача. Робота двоконтурної гідравлічної системи рухомої підлоги регулюється розподільним вентилям із можливістю дистанційного керування.

Принцип дії такої системи показаний на рис.1. Підлога пропорційно, крок за кроком - спочатку однією третьою рейок, потім другою і третьою, не зчіплюючись із вантажем, від'їжджає у стартову, готову до пересування позицію, а потім всі рейки (всі секції), тобто вся підлога як єдине ціле, єдиним кроковим рухом пересувають вантаж.

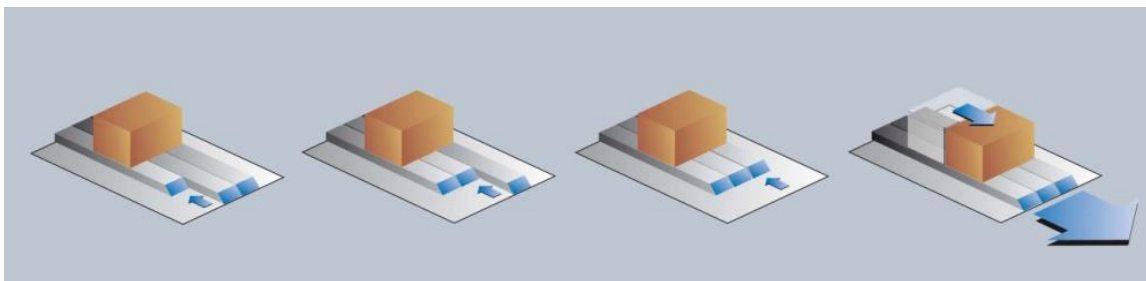


Рисунок 1 - Принцип дії системи Cargo Floor

З подібною системою рухомої підлоги розвантажити 90-кубовий кузов

напівпричепа, заповнений тріскою, металобрухтом, відходами виробництва чи іншим вантажем, масою близько 35 тонн, можливо всього за 7 хвилин.

Не менш ефективним може бути застосування системи Cargo Floor при перевезенні вантажів у великотоннажних контейнерах, які широко представлені на ринку і користуються популярністю багато в чому завдяки своїй дешевизні і невибагливості у використанні.

Розглянемо для прикладу використання системи Cargo Floor при перевезенні вантажів у великотоннажному контейнері з відкритим верхом - 40 футовому контейнері об'ємом 67,5 кубічних метрів, що виготовлений з металу і призначений для перевезення переважно металобрухту та сміття. Він має дві основні переваги: низьку вартість і невибагливість в експлуатації. Помістивши такий контейнер на контейнеровоз або залізничну платформу, ми отримуємо засіб для перевезення навалювальних вантажів із вертикальним завантаженням. Розвантаження та навантаження його зазвичай проводиться за допомогою спеціальних пристроїв - підйомних кранів або мобільних захватів.

Серед явних недоліків використання такого контейнера можна виділити:

- обмежений асортимент вантажу, що перевозиться. Такий контейнер підходить тільки для вантажу, який можна вертикально завантажити та розвантажити. Перевезти за допомогою такого контейнера палети, крихкий вантаж або насипний вантаж уже є проблематичним;

- використання контейнера передбачає залучення допоміжної вантажно-розвантажувальної техніки, що тягне за собою додаткові витрати на організацію перевезення;

- навантаження і розвантаження можливо проводити на відкритих майданчиках або в приміщеннях з високими стелями. Це обмежує коло потенційних клієнтів і передбачає оренду додаткових вантажних площ;

- великі втрати часу на розвантаження контейнера. Основна частина вантажу, що перевозиться, розвантажуються вертикальним способом, а вивантаження невеликих залишків вантажу здійснюється вручну.

Подібні проблеми виникають також при перевезенні вантажів і у стандартних великотоннажних контейнерах із торцевими дверима. Тут на допомогу може прийти нова розробка компанії Cargo Floor B.V. - система горизонтального навантаження та розвантаження, що встановлюється в морські контейнери (рис.2).



Рисунок 2 - Контейнер з системою Cargo Floor

Переваги контейнера із системою Cargo Floor порівняно зі звичайним:

- повністю автоматизована система розвантаження дає змогу уникнути додаткових витрат часу і грошей. Для того щоб розвантажити контейнер тепер достатньо, щоб вантажник просто натиснув на кнопку розвантаження.
- відсутність порожніх рейсів під час перевезень. У контейнері з системою Cargo Floor можна перевозити майже будь-які вантажі, що гарантує завантаження такого контейнера і на зворотному рейсі.
- рухома підлога Cargo Floor абсолютно невибаглива в процесі експлуатації та має підвищені зносостійкі й ударостійкі характеристики.
- швидке розвантаження контейнера протягом 420 секунд дає змогу підвищити ефективність виконання вантажних робіт і скоротити витрати.
- можливість завантаження і розвантаження контейнера в будь-якому зручному місці.

Висновки. Застосування сучасної техніки та технологій дає можливість суттєво підвищити ефективність виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на транспорті. Однією з таких технологій є система «рухомої підлоги» Cargo Floor.

Л і т е р а т у р а

1. Система подвижного пола Cargo Floor [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.cargofloor.com/ru/moving-floor-info>.
2. Применение гидравлических систем Cargo Floor [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vvloer.com/>.
3. Cargo Floor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cargofloor.com/ru/ckachat>.

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ЯК КОМПОНЕНТА ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО БУДІВНИЦТВА

Дорошенко О.Ю. – к.т.н., доц., sane4kador@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. В даний час загальна протяжність цементобетонних доріг в світі складає понад 40%, тоді як в Україні більше 95% доріг характеризуються асфальтобетонним покриттям. Необхідно враховувати, що, на думку експертів, світові запаси нафти будуть виснажені через 30 років. При цьому обсяги виробництва цементу щорічно зростають. До числа причин, що стримують впровадження цементобетону для покриття доріг, є його невисока міцність при вигині. Одним з рішень зазначеної проблеми є використання армуючих компонентів, в тому числі неметалевої фібри, наприклад, базальтового волокна. Однак базальтове волокно характеризується низькою лугостійкістю, в тому числі по відношенню до цементного каменю. Підвищення ефективності базальтової фібри можливо за рахунок її модифікації. Використання модифікованої фібри при виробництві дорожнього дрібнозернистого цементобетону дозволить отримувати матеріали з необхідними техніко-експлуатаційними характеристиками.

Перші дослідження можливостей виробництва базальтових волокон були розпочаті на початку 60-х років [1], коли були виготовленні перші зразки базальтового волокна. Потім були проведені тривалі дослідження характеристик базальтових волокон та матеріалів, розроблених на їх основі.

Властивості базальтових волокон відкривають широкі перспективи їх застосування для армування бетонних конструкцій при будівництві мостів, тунелів, гребель, конструкцій перекриттів, злітно-посадкових смуг і інших конструкцій, де вплив вологи, розчинів солей та лужних бетонних середовищ призводить до корозії металевої арматури [2].

Виходячи з властивостей, базальтові волокна мають надзвичайно широку перспективу застосування в різних галузях промисловості і будівництва [3]:

- як конструктивні будівельні елементи: мости, тунелі, шпали залізниць і метро;
- як облицювальні матеріали: облицювальні суміші та армуючі сітки;
- як армуючі матеріали: при виробництві цементобетонних і асфальтобетонних покриттів доріг, будівельних блоків та пінобетонних матеріалів;
- як армуючі матеріал для будівництва гребель, матеріали для іригації земель та інших гідротехнічних спорудженні.

Таким чином, базальтове волокно є перспективним матеріалом, за допомогою якого можливо отримати новий клас будівельних матеріалів.

Як зазначалося раніше [4], тривале зберігання фібри у розчині сприяє її розчиненню. У зв'язку з цим актуальна розробка способів модифікації поверхневого шару базальтового волокна, які забезпечать високу корозійну стійкість.

Підвищити ефективність використання базальтового волокна у цементобетоні можна шляхом термічної обробки волокна.

Для вивчення впливу термообробки на властивості волокон фібру піддавали нагрівання в діапазоні температур від 300 до 700 °С з кроком 100 °С. Ізотермічна витримка становила 30 хв. Охолодження відбувалось за кімнатною температурою в повітряному середовищі.

Час температурної обробки був вибраний дослідним шляхом і склав 30 хв.

У процесі проведення досліджень відзначено суттєву зміну кольору волокна залежно від температури обробки. Ймовірним поясненням цього факту є окислення заліза у структурі волокна, внаслідок цього волокно набуло червоного відтінку.

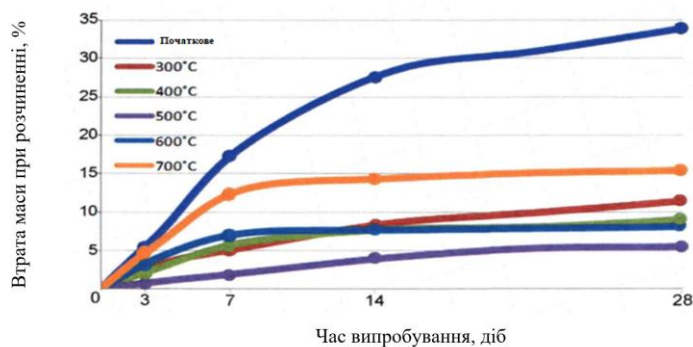


Рисунок 1 – Втрата маси волокна при розчиненні в залежності від часу випробування

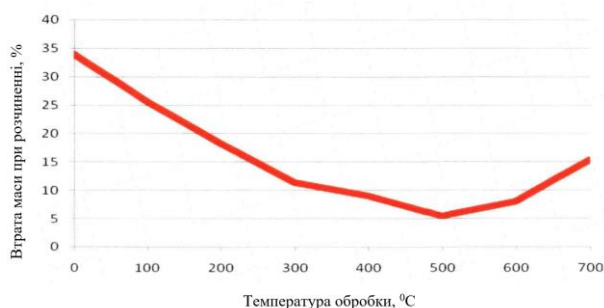


Рисунок 2 – Втрата маси при розчиненні в залежності від температурної обробки після витримання в лужному середовищі протягом 28 діб

В результаті встановлено, що збільшення температури з 300 до 500 °С сприяє підвищенню лугостійкості волокна. Втрата маси при витримці в лужному розчині після 28 діб становить близько 5 %, тоді як початкове волокно за цей час втрачає понад 30 % маси волокна. Подальше збільшення температури ізотермічної витримки не ефективно через зниження лугостійкості волокон та економічної недоцільності.

Висновки. Обґрунтовано доцільність термічної обробки базальтового волокна при температурі 500 °С з подальшим охолодженням у повітряному середовищі при кімнатній температурі для підвищення його лужної стійкості. Дані процеси призводять до ущільнення структури фібри та сприяють підвищенню її лугостійкості, що підтверджується морфоструктурними особливостями поверхні термообробленого базальтового волокна, витриманого у цементному розчині.

Л і т е р а т у р а

1. Толмачев С. Н. Развитие теории разрушения и стойкости дорожных цементных бетонов при действии агрессивных факторов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05 / Укр. держ. акад. залізничн. тр-ра. Харьков, 2013. 40 с.
2. Бражник А. В. Монолитные дорожные цементные бетоны высокой морозостойкости с органоминеральным комплексом и фиброй: автореф дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Укр. держ. ун-т залізн. тр-та. Харьков, 2015. 26 с.
3. L.Ferrante, J.Tirillò, F.Sarasini, F.Touchard, R.Ecault, M. A.Vidal Urriza, L.Chocinski-Arnault, D.Mellier: Behaviour of woven hybrid basalt-carbon/epoxy composites subjected to laser shock wave testing: Preliminary results, Composites Part B: Engineering 78, 2015, № 1, P. 162.
4. Дорошенко О.Ю. Обґрунтування можливості використання базальтового волокна як компонента цементобетону для транспортного будівництва. Збірнику наукових праць УкрДУЗТ Харків, 2021. вип.198. С. 22-29.

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНИХ ЗМІН ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Закаблук М.П. – бакалаврант, zakablyk_ma@gsuite.duit.edu.ua

Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доц., kovaltchukvv@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю внесення коректних змін у плани реформування структури залізничної галузі України з огляду на взаємодію з європейськими залізничними системами та з урахуванням складних умов сьогодення в країні.

Метою роботи є проведення аналізу особливостей функціонування залізничного транспорту з урахуванням складних умов сьогодення України, що впливають на плани реформування галузі.

Об'єктом даного дослідження є залізничний транспорт як важлива складова системи галузей народного господарства України, що забезпечує внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки. За допомогою залізничного транспорту підприємства забезпечують своє виробництво шляхом здійснення доставки сировини, паливно-енергетичних ресурсів, комплектуючих, устаткування і т.п., а також доставляють готову продукцію до споживача [1].

Залізничний транспорт України має складну розгалужену структуру, яка забезпечує чітку взаємодію між його підрозділами. Технологія взаємодії всіх експлуатаційних ланок залізничної галузі враховує підвищені вимоги до організації та безпеки руху поїздів, а також необхідність координації діяльності багатьох учасників перевізного процесу.

Необхідність адаптації українських залізниць до складних умов, проблеми застарілості системи і потреби в оновленні рухомого складу та інфраструктури до європейських стандартів обумовили активізацію процесів реформування залізничної галузі України. Мета реформування полягає в трансформації, більшій інноваційності та модернізації залізничного транспорту. Структурні реформи передбачають організаційне та фінансове розділення оператора інфраструктури та перевізника [2, 3]. Міністерство інфраструктури України до початку повномасштабного вторгнення російських військ активізувало роботу щодо розроблення нормативно-правової та законодавчої бази з урахуванням нормативних актів ЄС.

Нині забезпечення загальні напрями розвитку залізничного транспорту не були змінені, але в умовах ведення бойових дій та нестабільної ситуації в країні відповідні необхідні роботи якщо не призупинилися, то були суттєво пригальмовані. Руйнуванні інфраструктури внаслідок збройної агресії росії, та скорочення як рухомих одиниць, так і залізничних маршрутів потребують пошуку шляхів забезпечення узгодженої діяльності та координації в роботі, чіткої взаємодії всіх ланок залізничної галузі як єдиного механізму.

Проблема збройної агресії є поки що найбільшою, бо саме через це відбувається дефіцит коштів у держбюджеті, а як наслідок – недостатнє фінансування та призупинення (або відмова) від програм розвитку [3].

Незважаючи на загальні втрати та об'єми пошкоджень і руйнувань, залізничний транспорт продовжує забезпечувати взаємодію господарських галузей країни як в межах країни, так і в рамках партнерства із галузевими структурами інших країн світу. Така позитивна тенденція зумовлена збільшенням частки вітчизняного експорту. Не менш важливу роль відіграє залізничний

транспорт для забезпечення мобільності населення, постачання вантажів для потреб ЗСУ, перевезення гуманітарних вантажів, зокрема, значною є допомога в релокації підприємств, що постраждали від бойових дій.

Слід зазначити, що внаслідок російської інтервенції загальні об'єми залізничних перевезень нині суттєво скоротилися. За останніми даними зменшення обсягів перевезень залізничним транспортом складає близько 70% у порівнянні з показниками минулого року. Також значно зменшилася частка пасажирообігу на залізничному транспорті. Наразі важко надати конкретні статистичні дані через відсутність відповідних спеціальних звітів, але очевидно, що небезпечність та відсутність стабільності в даний час є визначним чинником в обмеженні залізничних перевезень у багатьох напрямках.

Аналіз сьогоденного стану рухомого складу, інфраструктури і залізничної галузі в цілому показує, що є чимало проблем, вирішення яких ускладнене через недостатнє фінансування та призупинення (або відмова) від програм розвитку. Іноземні партнери заявили про свою готовність надати допомогу у відновленні залізничної інфраструктури. Зокрема, на даний момент з Німеччиною було укладене партнерство з метою відновлення залізничного та інших видів транспорту. Західні партнери України мають намір найближчим часом реалізувати низку проектів, які сприятимуть нарощуванню обсягів залізничних перевезень українських вантажів. Польщею, Угорщиною, Словаччиною, країнами Балтії запропоновані проекти щодо забезпечення безперешкодного залізничного сполучення і розвитку залізнично-логістичної інфраструктури. Молдова розпочала масштабну реконструкцію залізничних шляхів на ділянці, загальна довжина становить 233 км. Завершення цієї реконструкції сприятиме нарощуванню обсягів перевезень українського експорту до країн ЄС. Оскільки протягом певного часу залізнична галузь України не зможе самостійно реалізовувати негайні інвестиційні проекти у сфері розвитку залізничної інфраструктури у необхідному обсязі, то влада України приділяє значну увагу розробці необхідних механізмів задля впровадження відповідних рішень щодо співпраці з іноземними партнерами.

Надалі роль залізничного транспорту в забезпеченні функціонування національної економіки країни лише посилюватиметься. Важливим напрямком при цьому буде зростання транскордонної взаємодії із залізничними системами іноземних партнерів [4]. Це зумовлює необхідність залучення зовнішніх джерел ресурсного забезпечення проектів щодо модернізації вітчизняної залізничної інфраструктури, а також поглиблення співпраці з європейськими партнерами.

Висновки. Необхідність змін в структурі та в організації діяльності залізничного транспорту України переважно були зумовлені застарілістю парку рухомого складу та об'єктів інфраструктури, а також зростанням ролі партнерства

із залізничними системами інших країн. При цьому коло проблем, що потребують першочергового вирішення, розширилося внаслідок збройної агресії росії, що призвело до скорочення як рухомих одиниць, так і залізничних маршрутів в країні. Проведення аналізу та оцінювання реальних показників дадуть можливість визначити шляхи вирішення проблем і спланувати подальші зміни, спрямовані на розвиток структури та організації діяльності залізничної галузі України.

Л і т е р а т у р а

1. Зоріна О.І., Фадєєнко В.Ю. Роль залізничного транспорту в економічному розвитку України. Економічний вісник. 2017, № 4. С. 85-91.
2. Єлагін Ю.В., Брильов Д.І., Зубарева Л.А. Реформування Укрзалізниці: стан і особливості. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2018. Вип. 63. С. 75-82.
3. Реформи залізничного транспорту. Міністерство інфраструктури України: веб-сайт. URL: <https://mtu.gov.ua/timeline/Zaliznichniy-transport.html> (дата звернення 08.11.2022).
4. Модернізація залізничної інфраструктури як чинник підтримки національної економіки в умовах війни на виснаження. Національний інститут стратегічних досліджень: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/jMhVnWi> (дата звернення 08.11.2022).

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ Й ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ

Іванов Р.В. – аспірант, ivanovrodion@ukr.net
Стасенко С.С. – магістр, stasenkoserhii@gmail.com
Курган М.Б. – д.т.н., проф., kunibor@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність **означеної теми** впливає із Національної транспортна стратегія України на період до 2030 року, в якій окремим розділом розглядається «Підвищення рівня безпеки на транспорті» [1]. Сучасний розвиток транспортного комплексу країни повинен враховувати необхідність адаптації до стандартів ЄС, технічних умов, принципів управління. У зв'язку з цим безпека на транспорті забезпечуватиметься шляхом: імплементації у національне законодавство України європейських норм та стандартів у сфері безпеки на транспорті та технічного регулювання.

Основним політичним документом у галузі безпеки дорожнього руху є політична заява, прийнята Організацією Об'єднаних Націй 10 жовтня 2019 р., щодо концентрації дій та досягнень в галузі безпеки дорожнього руху в рамках наступного десятиліття до 2030 року.

27 липня 2022 р. Європейська Комісія внесла зміни до індикативних мап Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), включивши в неї українські

логістичні шляхи [2]. Це рішення є стратегічним кроком у процесі інтеграції України в ЄС. Зокрема, внесено наступні зміни: Північно – Балтійський коридор продовжено через Львів та Київ до Маріуполя; Балто-Чорноморсько – Егейський коридор продовжено через Львів до Одеси.

Автомобільні дороги, що перетинаються із залізницями на одному рівні, тобто залізничні переїзди, являють собою місця, де виникають і можуть виникнути небажані наслідки як для автомобільного, так і залізничного руху.

Залізничні переїзди (RLC) є серйозною проблемою безпеки на міжнародному рівні. У Європі залізничних переїздів понад 100 000 та понад 200 000 у Північній Америці. У середньому щороку близько 400 осіб у Європейському Союзі та понад 300 у США гинуть внаслідок аварій на залізничних переїздах. Підвищення безпеки на RLC залишається важливим соціальним завданням як у Європейському Союзі, так і в інших частинах світу. Залізничні переїзди на даному етапі слід сприймати як необхідність та вживати всіх доступних заходів, щоб зменшити негативні наслідки.

Науковий інтерес представляє визначення затримок транспортних засобів, вантажів і пасажирів на переїздах, які є бар'єрними місцями на напрямках міжнародних транспортних коридорів [3].

Метою дослідження є оцінка стану залізничних переїздів на ділянках прискореного й швидкісного руху поїздів з наступною розробкою заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху на залізничних переїздах. Оцінка ступеню безпеки дорожнього руху на залізничних переїздах з метою її підвищення є одним із головних завдань як дорожньої експлуатаційної служби, так і служб залізничного транспорту.

Матеріали дослідження. У 2020 році на залізничних переїздах і коліях поза переїздами регіональних філій АТ «Укрзалізниця» сталося 59 випадків ДТП, у тому числі 50 випадків на переїздах і 9 на коліях поза переїздами. Внаслідок ДТП загинуло 8 осіб і 31 травмовано. Тому доцільно впровадити систему оцінки стану рівня безпеки на залізничних переїздах, яка, на даний час, відсутня в нормативних документах, що діють на залізничному транспорті України, і яка необхідна для виявлення небезпечних ділянок і розробки заходів щодо покращення умов руху на них.

На залізницях України сьогодні експлуатуються 4945 залізничні переїзди, з яких 2343 – з автобусним рухом; 1290 – з черговим працівником; 1262 – обладнані пристроями автоматики, в тому числі 383 переїзди обладнані чотирма шлагбаумами, які забезпечують разом з основними шлагбаумами повне перекриття проїжджої частини автодороги [4]. З проведеного аналізу випливає, що найбільша кількість переїздів на регіональній філії «Львівська залізниця» – 33,9% від загальної кількості, найменша кількість – на Донецькій і

Придніпровській регіональних філіях, відповідно, 7,1% і 8,4%.

Для оцінки безпеки руху залізничного транспорту та автотранспортних засобів у зоні залізничних переїздів найдоцільніше використовувати метод підсумкового коефіцієнту аварійності, який дає змогу оцінити стан безпеки в результаті проведеної модернізації чи нових проектних рішень, тобто в умовах відсутності даних про ДТП [5]. За величиною підсумкового коефіцієнта аварійності оцінюється стан руху на залізничному переїзді: до 40 – безпечний; 41...60 – мало небезпечний; 61...80 – небезпечний; більше 81 – дуже небезпечний.

Однак, комплексна оцінка доріг за допомогою балів, які не завжди пов'язані один з одним та з вимогами до дороги, є умовною. Також неправильно їх об'єднувати в одному показнику, оскільки вони можуть суперечити один одному [6].

Окремі питання в цій сфері потребують подальшого обговорення та вдосконалення, наприклад: система оцінки стану рівня безпеки на залізничних переїздах; створення в Укрзалізниці автоматизованої інформаційної системи «АІС Переїзд»; заміна небезпечних переїздів на шляхопроводи.

З метою підвищення безпеки руху автотранспорту через залізничні переїзди певним досягненням Укрзалізниці слід вважати створення автоматизованої інформаційної системи «АІС Переїзд», яка призначена для ведення бази даних переїздів та отримання звітних форм АІС. Введення інформації здійснюється на рівні дистанцій колії (ПЧ).

Висновки. 1. Для оцінки безпеки руху залізничного транспорту та автотранспортних засобів у зоні залізничних переїздів доцільно використовувати метод підсумкового коефіцієнту аварійності, який дає змогу оцінити стан безпеки в результаті проведеної модернізації чи нових проектних рішень, тобто в умовах відсутності даних про ДТП.

2. Використання автоматизованої інформаційної системи «АІС Переїзд» для оцінки стану безпеки на переїздах надає можливість без великих часових і трудових витрат застосовувати метод підсумкового коефіцієнту аварійності за умови усунення недоліків, пов'язаних з використанням детерміновано підходу й стрибкоподібного характеру вихідних даних, що впливає на остаточний результат і може привести до різних висновків.

Л і т е р а т у р а

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018/[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>.

2. Комісія вносить поправки до пропозиції TEN-T, щоб відобразити вплив на інфраструктуру агресивної війни Росії проти України. Режим доступу:

https://transport.ec.europa.eu/news/commission-amends-ten-t-proposal-reflect-impacts-infrastructure-russias-war-aggression-against-2022-07-27_en.

3. Bureika G. Modelling the ranking of lithuanian railways level crossing by safety evel / Bureika G.; Komaisko M. and Jastremskas V. / Transport problems. 2017. Vol. 12. P. 11-22. <https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.se.1>.

4. Інтегрований звіт АТ «Укрзалізниця» (звіт про управління) / Департамент сталого розвитку та внутрішніх комунікацій, К., 2020. 308 с.

5. Havryliuk V. I. Improving the positioning accuracy of train on the approach section to the railway crossing / V. I. Havryliuk, O. M. Voznyak, V. V. Meleshko // Наука та прогрес транспорту. 2016. № 1 (61). С. 9-18. (doi: 10.15802/stp2016/60936).

6. Абрамова Л.С. Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения / Л.С. Абрамова, В.В. Ширин, Г.Г. Птица // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. Вып. 69, 2015. С. 118-123.

ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ

Карась А.В. – магістрант, opat-21dm-423@snu.edu.ua

Михайлов Є.В. – к.т.н., доц., mihajlov@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності технологій перевезень великотоннажних контейнерів.

Метою роботи є визначення переваг, недоліків та перспектив впровадження ефективної технології перевезень великотоннажних контейнерів.

Основний текст. Одним з реальних напрямів підвищення ефективності залізничних перевезень великотоннажних контейнерів є організація їх перевезення в два яруси. Зазвичай такі перевезення асоціюються із залізницями США. Проте подібний досвід є і в інших країнах світу [1, 2]. Аналізуючи світовий досвід удосконалення контейнерних перевезень за рахунок їх вантаження у два яруси, можна стверджувати, що проекти організації таких перевезень впроваджуються на залізницях світу вже більше 20 років.

Потрібно визначити можливість і раціональні шляхи впровадження технологій двох'ярусного перевезення контейнерів і на залізницях України, для чого потрібно досліджувати проблему в комплексній постановці з урахуванням всіх діючих факторів та наявних можливостей вирішення техніко-економічних проблем.

Очевидні переваги технології двох'ярусного перевезення контейнерів:

- прискорення контейнерообігу;
- більш ефективне використання рухомого складу;
- зниження витрат при перевезеннях.

Ефективність двох'ярусного перевезення контейнерів може ще збільшитися, якщо й далі буде продовжуватися розвиток транспортних коридорів Азія - Європа, Балтійське море - Чорне море й т.п.

Але при впровадженні цих проектів виникає цілий комплекс технічних проблем, основними з яких є:

- безпечний пропуск поїздів по електрифікованих ділянках під контактними мережами (рис.1);
- безпечний пропуск поїздів по ділянках із габаритними обмеженнями (рис.2);
- стійкість контейнерів від перекидання на рухомому складі при підвищеній висоті центра тяжіння вантажу;
- надійність кріплення контейнерів до рухомого складу та ярусів контейнерів один до одного.

Одним із напрямів рішення головної проблеми - вписування в існуючі габарити, особливо на електрифікованих лініях - може стати переустаткування існуючих електрифікованих ліній (за прикладом США, Канади та Індії) і збільшення габаритів при будівлі нових залізничних ліній.

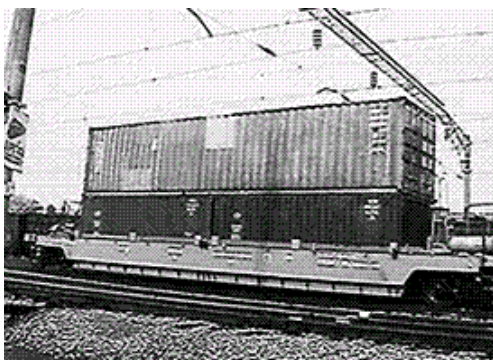


Рисунок 1 – Рух платформи із навантаженими у два яруси контейнерами під електричною контактною мережею



Рисунок 2 – Типовий приклад габаритних обмежень

Інший шлях – створення нового спеціалізованого рухомого складу зі зниженим рівнем навантажувальної площадки.

Також можлива розробка та впровадження нових типів контейнерів з поліпшеними габаритними характеристиками.

Ключовим питанням для умов українських залізниць при організації перевезень контейнерів у два яруси є забезпечення безпеки перевезень при русі на електрифікованих ділянках колії. Так, при висоті підлоги рухомого складу, що експлуатується, на рівні 700...1300 мм від голівок рейок, висота другого ярусу уніфікованих великотоннажних контейнерів лежить в інтервалі 5576...6482 мм від

З огляду на це, позитивне рішення може бути знайдене тільки за умови створення нового спеціалізованого рухомого складу, у якому навантажувальний майданчик опускається до мінімально можливого рівня. Але, нажаль, в Україні поки немає розробок та виробництва залізничних платформ із низьким рівнем підлоги, які було б можливо пристосувати для такого роду перевезень. Тобто, потрібно розробляти або експортувати рухомий склад із потрібними характеристиками (максимальне зниження майданчика вантаження можливе до рівня 340 мм над РГР).

Technical drawing of a rectangular structure with a trapezoidal top. Dimensions include: total width 1240, top width 620, height 5300, internal width 1625, internal height 4000, base width 3250, base offset 1300, base height 380, and base offset 150. A PTP symbol is at the bottom right.

Рисунок 3 – Обрис габаритів навантаження

169

Л і т е р а т у р а

1. Железнодорожный коридор для перевозок контейнеров в два яруса // Железные дороги мира, 2010, № 2.
2. Перевозка контейнеров в два яруса на железных дорогах Индии // Железные дороги мира, 2010, № 11.
3. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. М.: Юртранс, 2003. 544 с.
4. ГОСТ 9238-83. Габариты приближения строений и подвижного состава.

АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНИХ ЛОКОМОТИВНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙ ЗАЛІЗНИЦЬ ЄВРОПИ

Кіртока І.С. – магістр, kirtoka_is@gsuite.uit.edu.ua

Заїка Д.О. – асистент кафедри ЕРСЗ., zaika_do@gsuite.uit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення швидкостей руху та розвиток мікропроцесорної техніки сприяють постійному вдосконаленню локомотивних пристроїв по виконанню функцій автоматизації процесів руху поїздів. Виконання умов безпеки руху є однією з найважливіших задач і тому локомотиви більшості європейських залізниць обов'язково обладнуються пристроями автоматичних локомотивних сигналізацій, а в ряді випадків і комплексом цих пристроїв.

Метою роботи є розгляд сучасних систем автоматичної локомотивної сигналізації залізниць Європи.

Локомотиви залізничних ліній з невисокими швидкостями руху Національного товариства залізниць Франції (SNCF) спочатку обладналися пристроями АЛСТ контактної дії. Ці пристрої, що отримали назву "Crocodile", включають в себе контактні щітки на Першому по ходу візку локомотива, акустичні прилади на пульті машиніста, імпульсний колісний датчик, релейний блок і реєструючий прилад. Для передачі сигнальної інформації напідлоговий пристрій розміщується в середині міжрейкового простору за 15 м перед кожним прохідним світлофором [1].

Система локомотивної сигналізації АЛС безперервного принципу дії типу TVM 300 розроблена в 80-і роки минулого століття на мережі залізниць Франції для руху поїздів зі швидкістю до 300 км/год і допустимим інтервалом попутного проходження близько 4 хв. Вся сигнальна інформація на локомотив надходить по рейкових нитках на несучих частотах (f_n) 1700 і 2300 Гц для парного шляху і 2000 і 2600 Гц для непарного. Ці сигнали модулюються частотами (f_m) 10,3 - 29 Гц, що

дозволяє при кроці модуляції в 1,1 Гц отримати 18 частотних діапазонів в залежності від допустимої швидкості руху поїздів [2].

Вдосконалені пристрої АЛС типу TVM 430 застосовуються для залізничних ліній з максимальною швидкістю руху поїздів 320 км / год і мінімальним інтервалом попутного проходження 3 хв.

Управління рухом поїздів високошвидкісних ліній здійснюється з єдиного центру управління, основними функціями якого є: контроль за швидкістю руху поїздів; дистанційне керування об'єктами СЦБ – переведення стрілок, приготування маршрутів, включення вогнів світлофорів і перемикання тягових підстанцій.

Безстиковий шлях ліній обладнаний РЦ типу VM 71 і через кожні 20 км між коліями - блоками контролю швидкості. Це дозволяє передавати по рейкових нитках на локомотив інформацію про допустиму швидкість руху поїзда, а машиністу постійно порівнювати її значення з фактичною. Машиніст сам керує процесом гальмування, а комп'ютер автоматично перевіряє умову перевищення значення допустимої швидкості над фактичною. Якщо ця умова виконується, то управлінські функції машиніста не обмежуються і навпаки, якщо зазначена умова не виконується, то автоматично здійснюється зниження швидкості руху поїзда аж до його зупинки (рис.1.)

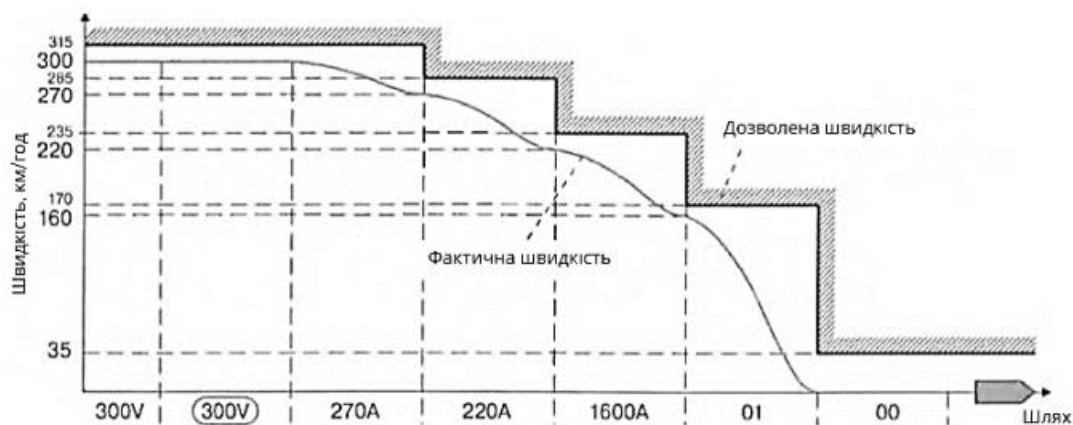


Рисунок 1 – Контроль гальмування в системі TVM 300

Основною відмінністю пристроїв TVM 430 від TVM 300 є те, що вони можуть сприймати збільшене число градацій допустимих швидкостей руху поїздів 170, 230, 270, 300 і 320 км/год. Це викликано скороченням мінімального інтервалу попутного прямуювання поїздів до 3 хв і зменшенням довжини РЦ до 1500 м. При русі по високошвидкісній магістралі локомотивів, не обладнаних пристроями TVM 430, пристроями АЛСТ сприймаються градації швидкості тільки 170 і 230 км / год [3].

З метою зменшення впливу інерційності системи при зміні сигнальних

показань в TVM 430 передбачено два види індикації. Немигаюча індикація значення допустимої швидкості інформує машиніста про можливість руху поїзда за наступним блок-ділянці без зниження швидкості, а миготлива - зі зниженням швидкості. Надійність і безпека роботи пристроїв TVM 430 ґрунтуються на інформаційній, часовій і апаратній надмірності.

Висновок. Основною відмінністю пристроїв TVM 430 від TVM 300 є те, що вони можуть сприймати збільшене число градацій допустимих швидкостей руху поїздів 170, 230, 270, 300 і 320 км / год. Це викликано скороченням мінімального інтервалу попутного прямуювання поїздів до 3 хв і зменшенням довжини РЦ до 1500 м.

Л і т е р а т у р а

1. <https://studfile.net/preview/392037/page:12/>.
2. Зорин В.И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У) [Текст] / Зорина В.И., Астрахан В.И. // М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. 177 с.
3. Theeg, G. Railway Signalling and Interlocking. International Compendium. [Текст] / G. Theeg, S. Vlasenko. Hamburg: Eurailpress, 2009. 448 p.

ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ТОКСИЧНИХ СПОЛУК У ПОВІТРЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ NH₃ У ЯКОСТІ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ

Козюберда А.А. – аспірант, lafaet000@gmail.com

Климаш А.О. – к.т.н., доц., klimash@snu.edu.ua

Костогриз К.П. – к.т.н., п.н.с., kkirr@ukr.net

Соловійов Г.І. – к.т.н., доц., solgenn46@gmail.com

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Інститут газу НАН України*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю суттєвого скорочення викидів у повітря токсичних інгредієнтів з вихлопними газами дизельних агрегатів локомотивів. Особливе значення має переведення дизельних двигунів локомотивів на безвуглецеві палива.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу літературних джерел, обробка експериментальних даних з випробувань дизельного двигуна на стендах для порівняння наступних палив: водень, метанол, етанол, NH₃ та газові продукти термічного та термокаталітичного їх піролізу або конверсії. Впровадження цих технологій газифікації дозволить підвищити первинну теплоту згоряння палив на 17-24%, а також вирішити екологічні та кліматичні проблеми [1-4].

У 2020 року ряд Європейських фірм ухвалили сумісну програму на період

2020-2030 р.р. та до 2050 р. з використання аміаку у якості безвуглецевого палива для дизельних двигунів та сировини для виробництва «зеленого» водню [1]. Заплановано у 2025 році перейти на аміачне паливо для дизельних та ін. силових агрегатів морських суден, залізничних локомотивів, тракторів та комбайнів. Обсяг додаткового виробництва аміаку для використання його як заміник дизельного палива в двигунах та для організації виробництва «зеленого» водню планують збільшити на 150 млн. т на рік [1, 2].

Перспективними паливами для дизельних агрегатів, які відповідатимуть усім екологічним та кліматичним нормам, вважають «зелені» водень, аміак, метиловий та етиловий спирти, а також газоподібні продукти, що їх отримують конверсією [3, 4]. Скраплені (чи стиснений) природний газ (метан) і пропан-бутан залишаються затребуваними паливами для вантажних автомобілів, дизельних агрегатів локомотивів і суден.

Таблиця 1 – Показники палив, що застосовуються у дизельних агрегатах тепловозів

Паливо	Нормальна температур а кипіння, С°	Тиск при 20 С°, бар	Щільність рідини при 15 С°, г/л	Найнижча теплота горіння, МДж/кг	Енергетичн а щільність МДж/л	Утворенн я СО ₂ , кг/ГДж
Водень (H ₂)	-253	-	71	120	8,5	0
Метан (LNG)	-162	-	450	50	22,5	56
Пропан (LPG)	-42	7,5 (10)	550	46	22,5	60
Аміак (NH ₃)	-33	7,6 (10)	618	18,6 (21,2)*)	12,7 (14,5)	0
CH ₃ OH	+65	Атм.	780	16,4 (20,4)	13,5 (16,8)	70
C ₂ H ₅ OH	+78	Атм.	800	27,4 (32,2)	17,3 (20,3)	67
ДП (Heavy Fuel Oil HFO)	понад 160	Атм.	920-1010	40	35	80

**) У дужках наведені дані щодо газоподібних палив, що отримуються шляхом термічного піролізу або каталітичної конверсії вихідних рідких палив: аміаку та спиртів.*

У роботі [3] авторами приведені результати детальних випробувань дизельного двигуна на стенді Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу, використовуючи метиловий спирт та продукти його термічної газифікації як нове дизельне паливо. Показано, що нижча теплота згоряння метанолу з 16,4 МДж/кг при переході на використання газоподібних продуктів його термічного піролізу в якості палива збільшується до 21,2 МДж/кг, тобто на 24,1%. Близькі результати також отримані фірмою «МАН» при випробуваннях рідкого аміаку та дизельного палива в силових агрегатах морських танкерів [2].

Таблиця 2 – Залежність потужності дизельного двигуна від числа оборотів та виду палива при підтриманні постійної витрати палива, наведеного в [3], в межах 2,5-4 кг/год

Паливо	Число оборотів дизельного двигуна / потужність дизельного двигуна, кВт										
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
ДП	10,4	12,5	13,3	14,3	15,3	16,4	17,2	17,4	18,0	18,1	18,0
CH ₃ OH	3,6	4,5	5,3	6,0	6,3	6,7	6,9	7,8	8,0	8,1	8,0
CH ₃ OH - прод. конв.	4,7	6,0	7,1	8,0	8,4	9,0	9,2	10,4	10,7	10,8	10,7
Аміак	4,1	5,1	6,0	6,8	7,1	7,6	7,8	8,8	9,1	9,2	9,1
Аміак - прод. конв.	4,7	5,8	6,8	7,8	8,1	8,6	8,9	10,0	10,4	10,5	10,4
Водень (H ₂)	24,6	37,5	39,9	42,9	45,9	49,9	51,6	52,2	54,0	54,3	54,0
Пропан-скрап.	14,2	17,0	18,0	19,5	20,8	22,3	23,4	23,8	24,5	24,6	24,5

Авторами даної роботи на стендових установках Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля та Інституту газу НАН України випробувані аміак та етиловий спирт, а також газоподібні продукти отримані їх термокаталітичною конверсією, як перспективні палива для дизельних агрегатів [4]. Параметри досліджених палив [2-4], наведені до зручних для порівняння умов, представлені в таблицях.

Таблиця 3 – Залежність питомої витрати палива (г/кВт) від кількості оборотів двигуна

Паливо	Число оборотів дизельного двигуна / питома витрата палива (г/кВт)										
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
ДП	240	230	221	215	210	212	214	217	220	239	258
CH ₃ OH	572	543	532	517	507	527	532	538	579	583	593
CH ₃ OH - прод. конв.	438	407	397	388	380	385	395	399	402	434	443
Аміак	621	639	630	608	600	624	628	629	681	684	697
Аміак - прод. конв.	542	562	556	530	526	593	550	554	596	599	610
Водень (H ₂)	77	74	71	69	68	68	69	70	71	77	83
Пропан-скрап.	176	167	162	164	156	157	158	159	161	175	189

Таблиця 4 – Залежність концентрації оксидів азоту у вихлопних газах від кількості оборотів двигуна

Паливо	Число оборотів дизельного двигуна / концентрації NO _x у вихлопних газах (ppm)										
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
ДП	1140	1120	1100	1075	1040	1030	1000	980	945	900	820
CH ₃ OH	470	465	460	455	445	427	412	400	390	370	300
CH ₃ OH - прод. конв.	500	495	490	485	475	458	437	433	427	410	395
Аміак	570	550	540	530	510	500	495	490	475	455	430
Аміак - прод. конв.	536	515	505	497	477	466	462	458	445	425	410
Водень (H ₂)	431	437	429	429	425	423	415	412	409	403	394

Висновок. В результаті проведеного аналізу літературних джерел та стендових досліджень перспективних палив на дизельному двигуні встановлено:

- заміщення вуглеводневих палив (ДП, метан, пропан, бутан та ін.), вироблених з викопної сировини (вугілля, нафти, природного газу), «зеленими» паливами (метанол, аміак, водень) зменшує емісію вуглецю в атмосферу але зменшує ефективність роботи дизельного двигуна. Використання конверсії цих палив підвищує питому енергетичну щільність палива і покращує енергетичні характеристики двигуна;

- вихлопні гази двигунів що використовують «зелені» палива, в залежності від складу включають комплекс токсичних інгредієнтів (сажа, канцерогени, CO, NO, CO₂, CH) і потребують 3-4 ступеневої системи знешкодження;

- комплексне вирішення екологічних та кліматичних проблем забезпечується при використанні водню, аміаку, біоетанолу, а також продуктів їх газифікації з додатковим селективним каталітичним очищенням вихлопних газів від оксидів азоту.

Л і т е р а т у р а

1. “Ammonfuel – an industrial view of ammonia as a marine fuel”, August 2020, ALFA LAVAL, HAFNIA, HALDOR TOPSOE, VESTAS, SIEMENS GAMESA, 59 p. www.haldor.topsoe.com.

2. Рене Лаурсен, Эксплуатация судна с использованием сжиженного нефтяного газа и аммиака в качестве топлива на двухтопливных двигателях MAN B&W ME-LGIP, Конференция по топливу NH₃, октябрь 2018 г.

<https://www.ammoniaenergy.org/articles/man-energy-solutions-an-ammonia-engine-for-the-maritime-sector>.

3. S. Kryshchtopa, L. Kryshchtopa, M. Panchuk, V. Korohodskyi, I. Prunko, I. Mykytii /Improvement of Diesel Engine Parameters by Using of Alcohol Conversion/ The Author(s),

under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG, 2022, S. Boichenko et al. (eds.), Chemmotological Aspects of Sustainable Development of Transport, Sustainable Aviation, pp.177-206.

4. Козюберда А.А., Климаш А.О., Соловйов Г.І., Могила В.І. - Селективне каталітичне очищення вихлопних газів дизельних двигунів локомотивів від оксидів азоту на блочному волокнистому ванадієвому каталізаторі- Наукові вісті Дніпровського університету. №20 2021. С. 1-6.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ

Левицький М.О. – магістр, levitsky_mo@gsuite.dnuit.edu.ua

Малиук С.В. – ст. викладач, maliuk_sv@gsuite.dnuit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена тим, що використання пневматичного ресорного підвішування в наш час має значні успіхи у вітчизняному і закордонному вагонобудуванні а також в автомобільній промисловості. Проте механічно перенести пневматичне ресорне підвішування на локомотиви не вдавалося, оскільки простір в межах їх візків надзвичайно заповнено тяговими приводами та іншим обладнанням. Тому виникає необхідність у вивченні доцільності використання пневматичного ресорного підвішування на тяговому рухомому складі.

Метою роботи є проведення аналізу існуючих досліджень по використанню пневматичного ресорного підвішування на залізничному рухомому складі, оцінки доцільності використання пневматичного ресорного підвішування на локомотивах, оцінка переваг і недоліків пневматичної системи ресорного підвішування із існуючою системою.

Однією з головних причин, що перешкоджають підвищенню ефективності та конкурентоспроможності залізничного транспорту є невідповідність сучасним вимогам динамічних якостей ходової частини тягового рухомого складу залізниць. Його плавність ходу та безпека руху забезпечується за допомогою ресорного підвішування, що дозволяє виключити безпосередню взаємодію верхньої будови екіпажної частини та шляху. На початковому етапі експлуатації залізничного транспорту як амортизуючі пристрої використовувалися ресорні комплекти з фрикційними елементами. Що стосується локомотивів, використовувалися пружини і листові ресори. У міру розвитку залізничного транспорту в якості ресорного підвішування стали використовувати торсіони, кільцеві пружини, гумометалеві ресори та амортизатори, пневморесори і т. д. [1].

У кожному конкретному випадку перелічені системи ресорного підвішування мають як позитивні характеристики, і часом істотні недоліки, що виключають їх використання у певних умовах експлуатації рухомого складу.

Пружинне ресорне підвішування зустрічається найчастіше, так як воно дозволяється вирішувати багато завдань із амортизації екіпажу. Зокрема, його застосування може забезпечити ефективну роботу рухомого складу в складних умовах при навантаженнях, частоті впливу, температурі, що широко змінюються. Пружини є технологічно простими в виготовленні, мають високі властивості довговічності та зносостійкості. Однак при забезпеченні значних статичних прогинів пружинне ресорне підвішування має великі габарити. Листові ресори крім великих габаритів і щодо низького статичного прогину, можуть мати залежно від стану поверхні листів низькі демпфуючі властивості.

Використання пружинно-ресорного підвішування є досить простим у використанні, але воно не може вирішити ряд завдань, котрі виникають при необхідності підвищувати швидкість руху рухомого складу залізниць.

Викликане економічними причинами зростання швидкості руху рухомого складу залізниць призвело до необхідності обмеження рівня амплітуд його коливань та підвищення комфортності пасажирів. Це спричинило використання у ресорному підвішуванні пружних зв'язків з великим статичним прогином і спеціальних гасителів, що розсіюють енергію коливань і обмежують їх амплітуди.

При існуючому стані залізничної колії для забезпечення гарної плавності ходу високошвидкісних електропоїздів, пасажирських вагонів та локомотивів необхідно мати досить «м'яке» ресорне підвішування. З цією метою часто застосовують пневматичне ресорне підвішування. Конструкції з таким підвішуванням дозволяють легко забезпечити нормативну величину статичного прогину 200 мм для пасажирських вагонів і моторвагонного ПС, розрахованого на швидкість 200 км/год. Крім цього, таке підвішування має як пружні, так і дисипативні властивості, тобто не потрібно встановлення спеціального гасника коливань [2].

Як відомо, пневморесори складаються з пружної оболонки з армуючими деталями. Усередині пневморесори знаходяться гумометалеві амортизатори, на які спирається кузов за відсутності повітря в пневморесорі, а також в аварійних випадках при прориві пружної оболонки. Використання пружних та дисипативних елементів, де робочим тілом є повітря, що заповнює гумокордну оболонку, має велику історію [3]. Відповідно до історичної класифікації можна відзначити існування чотирьох видів пневморесор:

1. Балонного типу – працює лише у вертикальному напрямку;
2. Подушечного типу – працює у вертикальному та поздовжньому (вздовж осі шляху) напрямках;

3. Діафрагмового типу – працює у вертикальному та горизонтальному (поперечному) напрямках;

4. Комбінованого типу – працює у вертикальному та горизонтальному напрямках і має більший статичний прогин у порівнянні з діафрагмовою пневморесорою.

Для зниження вертикальної жорсткості пневморесора з'єднують з додатковим резервуаром, обсяг якого зазвичай більше основного обсягу пневморесори. Як конструкцію додаткового резервуара використовують внутрішні порожнини балок рами візка. Як правило, пневморесори обмежені розмірами за умовами габариту, тому вони відокремлені від додаткових резервуарів та повідомляються з ними сполучними трубопроводами. У трубопроводах вставляють дроселі, які забезпечують необхідний демпфуючий ефект пневморесори. Додаткові резервуари можуть бути розташовані у кузові вагона або у просторі під кузовом, що реалізовано на тепловозах.

Незважаючи на недоліки, до яких відносять і додаткову витрату повітря в гальмівній магістралі рухомого складу, пневморесори порівняно з іншими пружними елементами ресора підвішування мають серйозні переваги. По-перше, є можливість забезпечення порівняно простими засобами досить великого статичного прогину, а також необхідного демпфування коливань. Випробування рухомого складу з пневматичним ресорним підвішуванням показали, що, незважаючи на практично однакові можливості гвинтових циліндричних пружин і пневморесор у збільшенні статичного прогину, останні поряд з цим мають віброзахисні властивості та комфортність, у сенсі зменшення шуму. Ще однією перевагою є віброзахист від ударного впливу рейкових стиків, нерівностей колії та колії. По-друге, змінюючи тиск повітря в пневморесорі, можна підтримувати постійну висоту підлоги кузова над головками рейок незалежно від кількості пасажирів у вагоні, і примусово нахилиючи кузов підвищити комфортабельність пасажирів під час руху ПС у кривих ділянках колії. Особливо це важливо для вагонів метрополітену, коли на зупинках рівень підлоги кузова вагона має відповідати рівню станційної платформи [4].

Висновок. Як результат слід зазначити, що використання пневматичного підвішування значно краще впливає на розвиток високошвидкісного руху в Україні. Також із використанням пневматичного ресорного підвішування не потрібно додатково використовувати гідравлічні гасники коливань, адже конструкція пневматичного ресорного підвішування дозволяє отримати максимум демпфуючого зусилля на частотах коливань кузова локомотива.

Л і т е р а т у р а

1. Механическая часть тягового подвижного состава / Под ред. И.В. Бирюкова. М.: Транспорт, 1992. 440 с.
2. V. Meshcherjakov. Shock Interaction of a Wheel-Couple with a Railn jway / Proceedings of the 2 Miniconference on Contact Mechanics and Wear of Rail / Wheel Systems. Budapest, 29-31 July, 1996. P. 62-68.
3. Маслиев, В.Г. К 50-летию создания первого отечественного тепловоза на пневматическом рессорном подвешивании / В.Г. Маслиев // Вісн. НТУ «ХПІ». Сер.: Трансп. машинобудування. Харків, 2013. № 32 (1005). С. 60-66.
4. Камаев В.А. К вопросу оптимизации параметров подвешивания вагонов на пневморессорах // Науч. тр. БИТМа, 1976, вып. 26. С. 39-44.

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВІЗКА ВАНТАЖНОГО ВАГОНА

Ловська А.О. – д.т.н., доц., alyonaLovskaya.vagons@gmail.com

Равлюк В.Г. – к.т.н., доц., ravvg@ukr.net

Український державний університет залізничного транспорту

Elyazov Israil Shukur oglu – к.т.н., доц., elyazov1962@gmail.com

Azerbaijan Technical University

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення ефективності перевізного процесу викликає необхідність впровадження в експлуатацію сучасного рухомого складу з покращеними техніко-експлуатаційними показниками [1, 2]. Під час проектування такого рухомого складу особливу увагу необхідно приділяти гальмовій системі, як одній з найбільш відповідальних складових від надійності якої залежить безпека руху.

Метою роботи є визначення міцності гальмової важільної передачі вантажного вагона з урахуванням використання інноваційного пристрою «УкрДАЗТ».

Основний текст. Одним з найбільш неблагоприємних ефектів використання типових конструкцій гальмових важільних передач є клинодуальний знос гальмових колодок. Для вирішення проблеми щодо клинодуального зносу колодок запропоновано конструкцію інноваційного пристрою «УкрДАЗТ». Даний пристрій забезпечує рівномірне відведення колодок від колеса й утримання їх на нормативній відстані. За рахунок цього під час експлуатації вантажних вагонів повністю вирішується проблема стосовно до клинодуального зносу гальмових колодок і забезпечується ефективність роботи всієї гальмової системи. Це досягається шляхом урівноваження триангеля в осях його підвішування з фіксацією відносно до розташування в попущеному стані гальма з рівномірним відведенням колодок від поверхонь кочення коліс. У запропонованому пристрої є

дві пари гальмових колодок, які жорстко закріплені в гальмових башмаках триангелів і утримуються біля поверхні кочення коліс на маятникових підвісках візка; двоплечі важелі, шарнірно приєднані до розпірки триангеля, а шарнір приєднання важелів до розпірки триангеля розташовується на одній прямій по осі підвішування триангеля на підвісках. Так само до його складу входить напрямний криволінійний стрижень, кінці якого шарнірно закріплені в циліндричних ковзунах, жорстко приєднаних уздовж розпірок суміжних триангелів симетрично відносно отвору шарніра з'єднання двоплечих важелів, причому коліна згину вниз прямого криволінійного стрижня не допускають спирання на нього надресорної балки вагона у завантаженому стані та утримують його від зсуву і випадання. Результати проведених досліджень у попередніх роботах авторів підтвердили доцільність запропонованих рішень [3, 4].

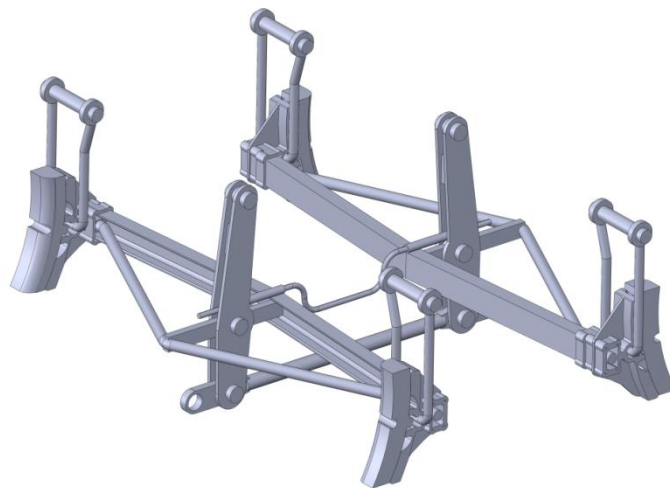


Рисунок – Просторова модель гальмової важільної передачі

Для дослідження міцності гальмової важільної передачі візка вантажного вагона з урахуванням використання інноваційного пристрою “УкрДАЗТ” побудовано просторову модель в середовищі програмного комплексу SolidWorks.

Розрахунок на міцність проведено за методом скінчених елементів, реалізованого в середовищі програмного комплексу CosmosWorks. В якості скінчених елементів використані ізопараметричні тетраедри.

При цьому зусилля, яке діє на вертикальний важіль прийняте рівним 9,38 кН. Оскільки це зусилля передається на елементи гальмової важільної передачі під деяким кутом, то воно розкладалося на дві складові.

Навантаження, яке передається на гальмову колодку від колеса при гальмуванні прийняте рівним 47,4 кН. Це навантаження також розкладалося на дві складові з урахуванням кута нахилу колодки. При цьому вертикальна складова навантаження на першу за ходом руху пару колодок спрямована вгору, а на другу - до низу.

На підставі проведених розрахунків встановлено, що максимальні еквівалентні напруження виникають у маятникових підвісках та складають близько 140 МПа, тобто не перевищують допустимі [5]. Отже міцність гальмової важільної передачі забезпечується.

Висновок. Для ліквідації клинодуального зносу гальмових колодок важільних передач візків вантажних вагонів запропоновано конструкцію інноваційного пристрою «УкрДАЗТ». Результати проведених досліджень довели його ефективність у експлуатації.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо підвищення безпеки руху поїздів і суттєвому зменшенню експлуатаційних витрат.

Л і т е р а т у р а

1. Фомін О.В., Ловська А.О., Горбунов М.І. Вплив повздовжньо-динамічних навантажень на міцність гальмової важільної передачі візка вагона, обладнаного новим концептом упряжного пристрою. Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля, 2020, №5(261). С. 67-73. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2020-261-5-67-73>.

2. Oleksij Fomin, Glib Vatulia, Alyona Lovska. Formation of flash-concept for a resource-saving articulated hopper car to transport hot pellets and agglomerate. E3S Web of Conferences, 2020, Vol. 166, 07002 (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016607002>

3. Равлюк В.Г., Нечволода С.І. До вирішення проблеми зносу гальмових колодок у візках вантажних вагонів. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017, Вип. 86. С. 140-143.

4. Равлюк В.Г. Дослідження особливостей дуального зносу колодок у гальмовій системі вантажних вагонів. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2019, Вип. 2 (80), с. 111-126. <https://doi.org/10.15802 / stp2019 / 166114>.

5. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.

ДЕФЕКТИ РЕЙОК ТА ЗАСОБИ ЇХ ДІАГНОСТИКИ

Мазуров І.А. – магістр, mazurov_ia@gsuite.duit.edu.ua
Расновська А.Б. – магістр, rasnovsyka_ab@gsuite.duit.edu.ua
Сорока О.О. – ст. викладач, soroka_oo@gsuite.duit.edu.ua
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність досліджень. Рейки є одним із основних елементів верхньої будови колії, які призначені для утворення поверхні кочення з найменшим опором для кочення коліс рухомого складу, безпосереднього сприйняття і пружної

передачі діючих від коліс сил на опори (шпали, бруси) і направлення коліс рухомого складу під час руху. На ділянках з автоблокуванням рейкові нитки є провідниками сигнального струму, а на ділянках з електричною тягою – зворотного тягового струму [1]. Для надійної роботи рейки повинні бути достатньо міцними, довговічними, зносостійкими (надійними в експлуатації), твердими і в той же час в'язкими (некрихкими), тому що вони сприймають ударно-динамічні навантаження [2].

Метою роботи є дослідження класифікації дефектів рейок, основних причин утворення дефектів та засобів їх виявлення.

У процесі експлуатації стан рейок поступово погіршується і несуча здатність їх зменшується, що приводить до необхідності поодинокі або суцільної заміни рейок із-за утворення дефектів у рейках.



Рисунок – Структура цифрового кодового позначення дефекту рейки

Усі дефекти рейок залізничної колії класифікуються залежно від причин їх появи та зовнішніх ознак. В Україні усі дефекти і пошкодження рейок у Класифікації дефектів [3] закодовані тризначним числом. Структура цифрового кодового позначення дефекту рейки наступна: перша цифра коду (Xx.x) визначає вид дефекту або пошкодження та місце його появи [головка – цифри 1-4), шийка (цифра 5), підшва (цифра 6), весь профіль – цифри 7-9]; друга цифра (xX.x) визначає різновид дефекту або пошкодження з урахуванням основної причини його зародження та розвитку; третя цифра (xx.X) визначає місце розміщення дефекту або пошкодження по довжині рейки. Перші дві цифри коду відокремлюються від третьої цифри крапкою.

Під дефектом розуміють несправність, що зародилась в результаті недоліків або порушень технології виготовлення рейок, недоліків їх конструкції, монтажу або утримання, природного старіння і виникла або проявилася в період експлуатації рейок.

З метою правильної та точної ідентифікації, визначення місця розташування, причини появи і розвитку та способу виявлення усі дефекти та пошкодження були зведені в нормативно-технічному документі «Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень рейок» [3].

Дефектні або пошкоджені рейки у відповідності з розміром дефекту і пошкодження та можливістю безпечної експлуатації розподілені на дві категорії: дефектні та гостродефектні рейки.

Дефектна рейка – це рейка, що характеризується, як правило поступовим погіршенням службових якостей нижче нормативного рівня під час експлуатації. Хоча ще забезпечується безпечний пропуск поїздів, однак у ряді випадків вже вимагається введення обмеження швидкостей руху. Така рейка підлягає плановій заміні.

Гостродефектна рейка – це рейка, що становить пряму загрозу безпеці руху через можливість руйнування під поїздом або сходу коліс с рейки. Після виявлення гостродефектна рейка підлягає негайному вилученню з колії або заміні.

Кількість появи дефектів та вилучення рейок залежить від багатьох факторів а саме: вантажнапруженості, пропущеного тоннажу, осьового навантаження, швидкості руху поїздів, плану та профілю колії, найбільший він на спусках, підйомах та кривих ділянках. Вихід рейок по дефектах та зламах залежить від пори року: найменший він буває літом, восени він збільшується, а максимальний вихід приходить на зиму на місяці найнижчих температур.

Виявленням дефектів та пошкоджень займається дефектоскопія. Дефектоскопія – це комплекс методів і засобів неруйнівного контролю матеріалів з метою виявлення дефектів. Вона включає в себе: розробку методів і апаратури; складання методики контролю; обробка результатів роботи дефектоскопів.

Перші магнітні дефектоскопи з'явилися в 30-х роках, до цього тільки колійні обхідники постійно наглядали за рейками, перевіряючи їх візуально. В середині 30-х років з'явилися перші знімні віхротокові дефектоскопи ДС-163. В 1952 р. розробили ферозондові дефектоскопи МРД-52. Тоді вперше почали використовуватися ультразвукові дефектоскопи УРД-52 з використанням дзеркально-тіньового методу для контролю болтових стиків, а в 1956 р.- ультразвукові дефектоскопи суцільного контролю УРД-56 та УРД-58. Пізніше були створені ультразвукові вагони-дефектоскопи з записом результатів контролю на кіноплівку а потім на паперову стрічку з використанням бортового ЕОМ. Розробили та ввели в експлуатацію знімні ультразвукові дефектоскопи типу УЗД-НИИМ-6М, «Рельс-5», «Поиск-2», «Поиск-10Э», магнітні дефектоскопи МРД-66. З 1988 р. залізниці почали оснащуватися засобами перевірки рейок нового покоління: дефектоскопними візками серії РДМ та «Авиаком», поєднаними вагонами-дефектоскопами та автомотрисами, які поєднують ультразвуковий та магнітний метод контролю. Реєструвати результати перевірок на мобільних засобах неруйнівного контролю рейок стали бортові комп'ютери[2].

Для організації перевірок в дистанціях колії є цехи дефектоскопії, які оснащені засобами первинного контролю дефектоскопні візки (РДМ-2, РДМ-22,

УДС2-73, які призначені для виявлення дефектів в обох нитках колії по усій довжині перерізу за винятком пір'я підшви, «Поиск-2», «Поиск-10Э», РДМ-1М1, призначений для виявлення дефектів в одній нитці колії по всій довжині перерізу, окрім пір'я підшви та зон шийки під болтовими отворами, РДМ-3 –призначений для контролю стикових, кутових і таврових з'єднань, для виявлення тріщин, неметалевих чужорідних включень тощо) та інспекційну перевірку виконують суміщені вагони дефектоскопи, які є найкращими, бо в них поєднується ультразвуковий та магнітно динамічний методи контролю.

Висновок. Отже, кількість дефектів та вилучень рейок залежить від багатьох факторів та може загрожувати безпосередньо безпеці руху поїздів, тому дуже важливо своєчасно виявляти їх на ранніх стадіях за допомогою сучасних засобів дефектоскопії та вчасно їх ліквідовувати.

Л і т е р а т у р а

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. Міністерство транспорту України. К.: Транспорт України, 1995 р. 133 с.
2. Карпов М. І., Йосифович Р.М. Засоби неруйнівного контролю рейок: Навч. посібник. К.: Державний економіко-технологічний університет транспорту, 2015. С. 169-170.
3. Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів: ЦП/0060. Дніпропетровськ, 2000.148 с.

РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЛЬВІВ-РАВА-РУСЬКА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ «CITY EXPRESS»

Мельничук С.О. – магістр, seregamelnichuk18@gmail.com

Курган М.Б. – д.т.н., проф., kunibor@gmail.com

Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження. Впливає із Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, в якій розглядаються: *пріоритетні напрями:* «Забезпечення надання якісних транспортних послуг та інтеграція транспортного комплексу України до міжнародної транспортної мережі» та «Досягнення міської мобільності та регіональної інтеграції в Україні» [1]. Загальні проблеми, що потребують розв'язання впливають з такого: низька якість пасажирських перевезень; зниження рівня життя 23% мешканців сільських районів через відсутність регулярного забезпечення їх транспортними послугами; збитковість приміських пасажирських перевезень залізничним транспортом та їх субсидування за рахунок вантажних.

Розв'язання проблем буде досягнуто за рахунок використання нових

технологій та інтелектуальних транспортних систем для покращення якості надання транспортних послуг. У якості нових технологій в роботі розглядається можливість організації руху приміських поїздів в рамках проекту «**City Express**». Це проект Укрзалізниці, який передбачає іншу організацію руху в містах-мільйонниках, зокрема переорієнтування пасажиропотоку на залізничний транспорт. За рахунок «City Express» в Укрзалізниці розраховують збільшити пасажиропотік приміського залізничного транспорту з 70 до 150 тисяч пасажирів на день. Пілотний проект планують запускати у Києві, Харкові та Дніпрі. У 2021 році Львів долучився до державної програми «City Express». Місто має можливість впровадити міську електричку, яка мала б значно розвантажити місто від приватного транспорту та забезпечити зручне сполучення між різними районами.

Метою роботи є оцінка стану залізничного напрямку Львів-Рава-Руська з наступною розробкою заходів щодо підвищення транспортного забезпечення шляхом реалізації проекту «City Express» як складової проекту «Євроколія Варшава-Львів», що передбачає будівництво суміщеної колії [2].

Об'єктом дослідження є одноколійна ділянка Львів–Рава-Руська, яка обслуговується тепловозною тягою.

Матеріали дослідження. Розробці заходів реконструкції ділянки залізниці передуює аналіз параметрів плану, поздовжнього профілю й технічного стану лінії. Пропущений тоннаж лінії коливається від 13 до 24 млн тонн бруто/км. Максимальна швидкість проходження по ділянці пасажирських поїздів 80 км/год, вантажних – 60 км/год.

На даній ділянці покладена ланкова колія з рейками типу Р65 на залізобетонних і дерев'яних шпалах залежно від величини радіусів кривих.

Поздовжній профіль являє собою переважно спуск з ухилами до 16 ‰. Питома вага кривих радіусом до 500 становить 15,9%. Характерним для плану лінії є велика кількість обмежень за параметрами складових і суміжних кривих. За результатами тягових розрахунків встановлено, що середня ходова швидкість складає близько 50 км/год, а час руху 80-90 хв.

На перспективу **рухомий склад розглядається в двох варіантах:** дизель-поїзд польського виробництва Pesa й електропоїзди (після електрифікації напрямку) та дизель-поїзди швейцарської компанії Stadler. Рейковий автобус 620М виготовлений фірмою PESA Bydgoszcz SA. Максимальна швидкість 120 км/год, експлуатуватися може як одиночно, так і за системою багатьох одиниць (до 3-х секцій). Stadler FLIRT – виробляється компанією Stadler, Fast Light Innovative Regional Train. Цей рухомий склад може використовуватися у вигляді електропоїзда, дизель-поїзда та дизель-електропоїзда і мати складність від 2 до 6 вагонів. Серія виявилася популярною у багатьох європейських країнах і

використовується як приміський поїзд. Конструкційна швидкість 200 км/год.

Приміські пасажиропотоки характеризуються сезонною та притаманною лише їм значною погодинною нерівномірністю у межах доби [3, 4]. Тому ефективнішим буде здійснювати коригування організації приміського руху залежно від величини пасажиропотоку, з урахуванням раціонального використання рухомого складу в умовах його дефіциту, що визначає актуальність обраного напрямку дослідження.

Одним із економічно ефективних рішень є впровадження концепції приміського сполучення з використанням рейкових автобусів. Воно надасть можливість з комфортом перевозити пасажирів, у тому числі і з малих населених пунктів за мало навантаженими напрямками.

Завдяки своїм технічним характеристикам, рейкові автобуси більш економічні, ніж стандартні поїзди, оскільки дозволяють перевозити до 600 пасажирів за один рейс, що у багато разів більше звичайного автобуса підвищеної місткості. Їх динамічні властивості можна порівняти з електричкою (може швидко розганятися і так само легко гальмувати), що є важливим при експлуатації в приміському русі.

Загальні висновки. Основною перешкодою для руху поїздів системи колії 1435 мм лініями колії 1520 мм і навпаки є різниця в ширині колії. Однак ця відмінність не є єдиною. Зміна стандартів залізничної колії на кордоні з європейськими країнами змушує шукати найбільш раціональні варіанти.

Одночасно з пропозиціями щодо врахування впливу тих чи інших факторів на інноваційні технології при переході рухомого складу з української на європейську колію є низка невирішених питань, серед яких нетехнологічні втрати часу на прикордонних станціях, відсутність достатніх інвестицій у рухомий склад та інфраструктуру.

У роботі розглянуто фактори, які впливають на ефективність та якість приміських пасажирських перевезень. Враховано досвід закордонних залізниць для покращення існуючої системи організації приміських перевезень пасажирів в Україні. Встановлено, що удосконалення організації експлуатації рейкових автобусів (дизель-поїзд малої складової, один-чотири вагони) доцільно реалізувати на основі принципів пасажирської логістики, що передбачають необхідність розробки системи оперативного управління.

Варіант реалізації проекту «City Express» розглядається як складова проекту «Євроколія Варшава-Львів». Отже, будівництво суміщеної колії з впровадження нового рухомого складу на ділянці Львів–Рава-Руська буде сприяти швидкій та комфортабельній подорожі зі Львова до Варшави без зайвих пересадок, що дозволить забезпечити якнайшвидшу інтеграцію з країнами ЄС.

Л і т е р а т у р а

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018/[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>.
2. Kurhan M., Kurhan D., Husak M., Hmelevska N. The advisability of using dual gauge for expansion of the international traffic // Transport Means, 2020. pp. 469-474.
3. Дослідження факторів, що впливають на формування пасажиропотоків залізничних приміських перевезень у великих міських агломераціях / [А.А. Поздняков, В.К. Мироненко, О.О. Позднякова, О.М. Гудков] // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». К.: ДЕТУТ, 2016. Вип. 29. С. 261-274.
4. Габа В.В. Дослідження ймовірності вибору пасажиром виду транспорту на конкурентному транспортному ринку / В.В. Габа, Т.М. Грушевська // Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Серія: Транспортні системи і технології, 2019. Вип. 33(2). С. 167-180. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2019_33\(2\)_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2019_33(2)_18).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ

Молчанов Д.Ю. – аспірант, molchanovnfs@gmail.com
Мурадян Л.А. – д.т.н., проф., leontymuradian@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження. Залізничний транспорт в Україні – один з ключових учасників транспортної системи. Важливу роль на залізницях в забезпеченні перевізного процесу належить вантажним вагонам [1, 2]. Підвищення ефективності роботи вантажних вагонів, а також зростання пропускної спроможності залізничної мережі вимагає модернізації рухомого складу [3, 4]. Одним з шляхів для вирішення цього питання є збільшення у вантажних вагонах осьового навантаження з 23 до 25 тс. Таким чином, дослідження, що спрямовані на вдосконалення вантажних вагонів, є актуальними та впливають із першочергових завдань, що стоять перед залізничним транспортом.

Метою роботи є дослідження результатів експлуатаційних випробувань дослідних вагонів з підвищеною вантажопідйомністю в термін їх міжремонтної експлуатації, а саме, підтвердження безпеки руху поїздів в період експлуатації цих вагонів від виготовлення до першого деповського ремонту, а також у період їх експлуатації між деповськими ремонтами.

У 2014 році на ПАО «Азовмаш» (г. Мариуполь, Україна) по проекту ТОВ «ГСКБВ» імені В.М. Бубнова було виготовлено вагони моделі 12-1905 на візках 18-1711 [3].

Розглянуто особливості конструкції напіввагону моделі 12-1905 на візках

моделі 18-1711 з осьовим навантаженням 25 т. Наведемо деякі конструктивні особливості візка: комплект пружин має білінійну вертикальну силову характеристику, що забезпечує збільшений до 71 мм прогин під масою завантаженого вагона, а прогин під масою порожнього вагона становить 21 мм, що покращує показники вертикальної динаміки та безпеки руху; фрикційні клини виконані з високоміцного термозміцненого чавуну ВЧ-50; головною особливістю центрального підвішування є конструкція клинів просторової дії; в бічній рамі змінена конфігурація в зонах, найбільш схильних до руйнування втоми; у підп'ятнику встановлюється знімна зносостійка чаша із сталі 30ХГСА; на надресорній балці передбачено встановлення ковзунів постійного контакту.

Експлуатаційні випробування проводились на замкнутому маршруті Укрзалізній під постійним наглядом відповідальних працівників лінійних підприємств.

Під час випробувань особливий контроль здійснювався вузлами та деталями, що впливають на міжремонтний термін, а також безпосередньо впливають на безпеку руху поїздів [5, 6].

Проведено аналіз результатів експлуатаційних випробувань вантажних вагонів із підвищеною вантажопідйомністю.

Висновок. Експлуатаційні випробування показали, що деталі, вузли та вагон моделі 12-1905 на візках моделі 18-1711 має задовільні експлуатаційні показники надійності в цілому.

У результаті експлуатаційних випробувань встановлено місця візка, котрі потребують особливу уваги при технічному обслуговуванні:

- стан клинів фрикційних гасників коливань;
- зазори між частинами буксового перерізу і буксою;
- контроль рівня зносу гребенів коліс;
- контроль висоти бокових ковзунів у ненавантаженому стані.

Додатково встановлено значення пробігу дослідних вагонів при досягненні максимально допустимого нормативного сумарного зазору між буксою та боковою рамою склали понад 500 тис. км – по сумарному подовжньому зазору та 433,4 тис. км – по сумарному поперечному зазору, що не обмежує термін до планового ремонту вагонів.

Л і т е р а т у р а

1. Бараш Ю.С. Стратегія розвитку вагоноремонтної бази України на найближчі роки / Ю.С. Бараш. Залізничний транспорт України. 2001. № 1. С. 47-48.
2. Білорус О.Г. Глобальні трансформації і стратегії розвитку. Монографія / О.Г. Білорус. Одеса: НАН України, 1998. 416 с.
3. Донченко А.В., Ільчишин В.В., Білецький О.М. Оцінка якості руху вітчизняних візків з навантаженням 25 тс/вісь. Збірник наукових праць Державного підприємства

«Український науково-дослідний інститут вагобудування»: Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад». Кременчук.: ДП «УкрНДІВ», 2010. С. 69-79.

4. Ушкалов В.Ф. Износостойкий профиль колеса для грузового вагона с повышенной осевой нагрузкой / В.Ф. Ушкалов, Т.Ф. Мокрий, И.Ю. Малышева, Н.В. Безрукавый. Техническая механика. 2018. № 1. С. 20-29.

<https://doi.org/10.15407/itm2018.01.020>.

5. СТП 04-019:2018 «Вагони вантажні. Ремонт візків. Правила виконання».

6. СТП 04-001:2015 «Колісні пари вантажних вагонів. Правила технічного обслуговування, ремонту та формування».

ЕВОЛЮЦІЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ БАТАРЕЙ

Нудьга А.В. – бакалаврант, nudga.va@gmail.com

Буряк С.Ю. – к.т.н., доц., ser.buryak@gmail.com

Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлена потребою розуміння походження сучасних елементів накопичення енергії на літій-іонній основі.

Метою роботи є проведення аналізу розвитку технології літій-іонних батарей.

Основний текст. Літій-іонний акумулятор – це такий тип літієвих електричних акумуляторів з категорії вторинних електричних батарей, що відрізняється з літій-полімерним акумулятором лише типом електроліту, який використовують при їх виготовленні. Назву літій-іонні акумулятори одержали через їх принцип роботи. Електричний струм в зовнішньому колі з'являється через перенос літієвих іонів від анода до катода на основі різних сполук. У відмінності від літій-іонних акумуляторів, кислотні мають ряд недоліків: шкідливість для екології, велику вагу, обмеженість циклів заряду, низько енергоємність та застарілу технологію.

Спроби розробити літієві електричні батареї, які мають можливість перезаряджатися, проводилися в 70-х р. ХХ ст., але були невдалими через низький рівень безпеки при їх експлуатації оскільки літій занадто активний і при взаємодії з водою, що може спалахнути. Через дослідження стало відомо, що в ході циклів заряду-розряду електричної батареї з металевим літієвим електродом може виникнути коротке замикання всередині акумуляторної батареї. В цей час температура акумулятору може досягти температури плавлення літію. Внаслідок хімічної взаємодії літію з електролітом може відбуватися вибух.

У 1973-му Стенлі Віттінгем, запропонував використати дисульфід титану — слоїстий матеріал, який мав можливість інтеркалювати значну кількість літію і потім вивільняти його. Через декілька років у лабораторії компанії Еххон,

продемонстрували першу літій-іонну батарею. Проте під час експлуатації на поверхні анодів виникали кристали-дендрити з літію, що могли пробити сепаратор, дістатися до катоду й спричинити коротке замикання. Через це найперші літієві батареї були вибухонебезпечними. Наприкінці 1970-х професор неорганічної хімії Джон Гудінаф використав як катод оксид кобальту натомість дисульфиду сірки. Матеріал мав шарову структуру, у нього легко інтеркалював літій, утворюючи кобальтат літію, а також він забезпечував вищу напругу батареї. Останнім пазлом до винаходу стало коксівне вугля, використане як анод, працівником японської хімічної корпорації Asahi Kasei Акіра Йошино у 1985 році. В його дослідженні могли проникати іони літію, накопичуючись там і не створювати ризику короткого замикання. Сьогодні замість коксівного вугілля використовують графіт – іони літію під час зарядки батареї проникають між шарами вуглецю, утворюючи з ним хімічні зв'язки. Під час розрядки вони вивільняються і повертаються на катод. Використовуючи всі попередні відкриття, у 1991-му компанія Sony випускає першу комерційну літій-іонну батарею з напругою 4 В з густиною енергії 80 Вт·год на кілограм маси. Потужність батареї була 80 Вт за годину.

Завдяки літій-іонним батареям почався активний розвиток зеленої енергетики, зокрема сонячних панелей. Потужні батареї використовують в електроавтомобілях, які не викидають вуглекислий газ в атмосферу та зберігають екосистему планети. Літій видобувають із магматичних порід пегматитів, а також із ропи – соляних розчинів у водоймищах. Із свердловин у соляних озерах викачують воду, яку заливають у підготовлені штучні басейни й залишають висихати. Щоб отримати 1 т літію, треба випарувати 2 млн т води. Літієві родовища з часом перетворюються на висушену засолену пустелю, що призводить до руйнування екосистеми.

У 2018 році у світі видобули 85 тис. т літію, переважно в Австралії, Чилі, Китаї та Аргентині. Близько половини пішло на створення літій-іонних акумуляторів.

Недоліками літій-іонних батарей є залежність від температури, кількість циклів перезарядки (близько 1000 з урахуванням умов використання), тривалий час зарядки, поступове зменшення ємності, вели вартість літію, кобальту та пов'язані з їх виробництвом екологічні проблеми – змушують людство шукати нові рішення для зберігання енергії. Одне з таких рішень – псевдоконденсатори. Найпростіший конденсатор – дві металеві пластини на невеликій відстані одна від одної, що несуть протилежні заряди. Потужність, що виділяється під час їх розрядки, більша, ніж у батарей, зате густина енергії, що запасається, дуже низька. Ємність конденсатора залежить від площі пластин та відстані між ними. Якщо заповнити простір між пластинами електролітом та активованим вугіллям,

вона зростає в мільйони разів. Усе тому, що в активованого вугілля дуже велика питома площа, на яку під дією електричного поля налипатимуть іони електроліту. Але суперконденсатори все ще не годяться на роль акумуляторів. Їх головний недолік – швидко вивільняють запасену енергію. Зате й швидко заряджаються.

Висновок. Винахід літій-іонних батарей дозволив людству зробити великий крок у розвитку безпечних та багаторазових носіїв електричної енергії. Тому сьогодні домінуванню літій-іонних батарей нічого не загрожує. Різновид акумуляторів, які зайняли незмінну частинну життя людства та будуть залишатися нею ще довгі роки.

Л і т е р а т у р а

1. Літієва доба (20 жовтня 2019 р., THE UKRAINIAN WEEK, Олег Фея) <https://tyzhden.ua/Science/236705> – Назва з екрану. Дата доступу: 10.11.2022 р.
2. Який акумулятор краще? (01.10.12) <https://energy-gmbh.com.ua/ua/a105690-kakoj-akkumulyator-luchshe.html> – Назва з екрану. Дата доступу: 10.11.2022 р.

ВИПРОБУВАННЯ ГУМОКОРДНИХ ОБОЛОНОК МУФТ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Оверченко Д.І. – бакалавр, overchenko_di@gsuite.duit.edu.ua

Кара С.В. – к.т.н., s.kara1520mm@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження пов'язана із введенням в Україні в силу нормативного документу ДСТУ ГОСТ 33188:2018 [1], який передбачає проведення стендових випробувань гумокордних оболонок муфт тягового приводу моторвагонного рухомого складу.

Метою роботи є аналізу вимог нормативного документу та розробка схем стендового обладнання.

Основна частина. Гумокордні оболонки забезпечують передачу тягового моменту від тягових електродвигунів до редукторів моторвагонного рухомого складу.

До теперішнього часу, обсяг приймальних, кваліфікаційних та періодичних випробувань складався з перевірок маси та геометричних параметрів, хіміко-фізичних властивостей матеріалів та експлуатаційних випробувань. З введенням в дію нормативного документу, який передбачає комплекс стендових випробувань, є необхідність у розробці та впровадженні нового стендового обладнання.

Стендові випробування згідно [1] представляють собою визначення

технічних характеристик та складаються з:

- визначення та перевірки номінального і максимального крутного моментів, максимальної частоти обертання;
- випробування на компенсуючі властивості, що забезпечують максимальні зміщення осей валів при радіальному зміщенні, осьовому зміщенні, кутовому зміщенні;
- визначення статичної крутної, радіальної та осьової жорсткостей;
- випробування на деформацію (стиск) бортових частин при нормативному стиску.

Для розробки такого стенду запропоновано використання існуючих стендів взаємного навантаження електродвигунів. Таким чином без додаткового оснащення є можливість забезпечити перевірки роботоздатності гумокордних оболонок при різних, у т.ч. номінальних і максимальних, крутних моментах, частотах обертання. Для випробувань на компенсуючі властивості, що забезпечують максимальні зміщення осей валів при радіальному, осьовому, кутовому зміщеннях необхідно забезпечити кріплення електродвигунів, як показано на рис. 1. Визначення статичної крутної жорсткості можливе шляхом модернізації фланців муфти, шляхом встановлення важіля, датчика сили та домкрату, як показано на рис. 2. Визначення радіальної та осьової жорсткості може виконуватися шляхом встановлення тензодатчика на валу фланця муфти та перерахунком у відповідності до п. 6.8, 6.9 ДСТУ [1]. Випробування на деформацію (стиск) бортових частин при нормативному стиску 98 кН можливо з використанням пресу з відповідною силою стиску.

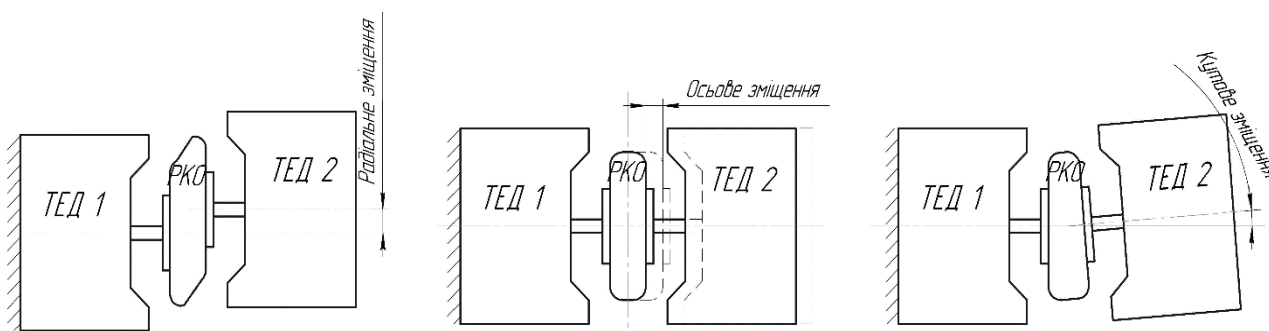


Рисунок 1 – Схеми стендів для випробувань гумокордних оболонок при зміщеннях осей валів у радіальному, осьовому, кутовому напрямках

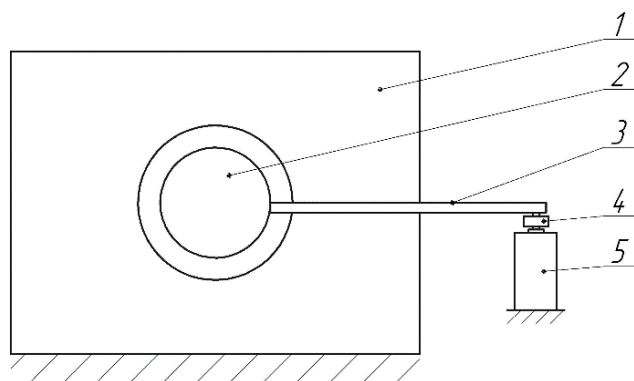


Рисунок 2 – Схема стенду для визначення статичної крутної жорсткості гумокордних оболонок: 1 – тяговий двигун, 2 – фланець муфти, 3 – важіль, 4 – датчик сили, 5 – домкрат

Висновок. На основі проведеного аналізу ДСТУ ГОСТ 33188:2018 встановлено, що визначення технічних характеристик гумокордних оболонок муфт тягового приводу моторвагонного рухомого складу можливе шляхом вдосконалення стенду взаємного навантаження електродвигунів та пресу.

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ ГОСТ 33188:2018 Муфти тягового приводу моторвагонного рухомого складу. Гумокордні оболонки. Загальні технічні умови (ГОСТ 33188-2014, IDT).

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ ПРИВОДОМ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ

Оверченко Д.І. – бакалаврант, overxdims@ukr.net

Співак О.М. – к.т.н., доц., alexspi@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Асинхронний електропривод в даний час є найпоширенішим серед приводів, що застосовуються в галузях транспортного, промислового, машинобудівного виробництв. Це пояснюється його високими експлуатаційними, енергетичними, економічними перевагами в порівнянні з приводом постійного струму [1]. В якості тягового двигуна в асинхронному приводі використовують асинхронний тяговий двигун (АТД), який має значно менший момент інерції, масу та габарити, велику перевантажувальну здатність і в якому відсутній механічний електричний контакт. Асинхронний двигун має жорстку механічну характеристику, яка не відповідає умовам тяги. Тому основне призначення системи керування АТД – сформувати м'яку механічну

характеристику $M_2 = f(n_p)$, де M_2 та n_p — механічний момент (на валу) та частота обертання ротора АТД. Крім того, система управління повинна забезпечувати роботу двигуна в режимі електричного гальмування локомотива та обмеження навантажень енергетичного обладнання.

В даний час необхідно виконання дослідницьких та проектних робіт, головним завданням яких є розробка способів регулювання асинхронним електроприводом, що забезпечують реалізацію необхідних тягових властивостей електровоза в всьому діапазоні навантажень та швидкостей.

Метою роботи є вдосконалення систем регулювання асинхронного тягового електроприводу для покращення тягово-енергетичних властивостей електрорухомого складу залізниць.

Основні матеріали дослідження. Розвиток асинхронного електроприводу почався з впровадження електроприводу з частотним керуванням, в якому використаний основний закон частотного управління, запропонований М.П. Костенко [1]. Надалі, розвиток нових електронних приладів – трифазних транзисторних перетворювачів, реалізованих на базі швидкодіючих інтелектуальних транзисторних ключів (IGBT-транзистори), сприяв подальшому вдосконаленню систем асинхронного електроприводу, що впроваджувався при модернізації і створенні ЕРС.

В даний час серед усіх типів систем керування електроприводами найбільш актуальними та перспективними є:

1. Скалярне керування.
2. Частотно-струмове управління (скалярне та векторне).
3. Класичне векторне керування.
4. Пряме управління моментом.

Спосіб керування асинхронним двигуном, реалізований на одночасному регулюванні частоти та амплітуди статорної напруги, що називається скалярним управлінням асинхронним двигуном, широко застосовується у багатьох галузях промисловості та на транспорті [1, 2].

Принцип дії скалярного керування асинхронним двигуном полягає у підтримці сталості відношення амплітуди та частоти напруги живлення. До недоліків скалярного регулювання слід віднести:

- 1) при відсутності датчика швидкості на валу електродвигуна неможливе регулювання швидкості обертання валу;
- 2) відсутня можливість керувати моментом на валу двигуна;
- 3) неможлива реалізація одночасного регулювання швидкості та моменту асинхронного тягового двигуна.

Частотно-струмове керування асинхронним електроприводом передбачає керування електромагнітним моментом асинхронного двигуна, а не кутовою

швидкістю як в приводах з скалярним частотним керуванням. Це пов'язано з тим, що електромагнітний момент асинхронного двигуна прямопропорційний струму в обмотці статора, який пов'язаний із навантаженням електродвигуна. В приводах з частотно-струмовим керуванням асинхронний двигун живиться від перетворювача частоти, що працює в режимі джерела струму і реалізується такими основними методами [3]:

- 1) на основі автономного інвертора струму (АІС) з керованим випрямлячем;
- 2) на основі нелінійного перетворювача частоти (НПЧ) і генератора частоти (ГЧ), що задає частоту вихідного струму;
- 3) на основі автономного інвертора напруги (АІН) з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ).

Векторні системи керування електроприводами (СУЕП) класифікуються:

- 1) векторні СУЕП з прямим виміром контрольованих величин з допомогою датчиків;
- 2) векторні СУЕП із непрямым обчисленням контрольованих параметрів за допомогою математичної моделі електродвигуна [4].

Системи прямого управління моментом (DTC) у багатьох джерелах розглядаються як продовження розвитку векторних систем керування. Основними відмінностями традиційних систем векторного керування від системи прямого керування моментом полягають у тому, що система DTC не містить багаторазових перетворень координат, окремого на кожну складову статорного струму релейного регулятора та менш сприйнятлива до неточності даних про параметри об'єкта регулювання і збурень у процесі регулювання координат. Системи керування асинхронним електроприводом з прямим управлінням моментом забезпечують високу швидкодію контуру моменту, високу швидкість реакції на керуючий вплив на момент, що значно підвищує енергетичні показники асинхронного електроприводу.

Висновок. Для підвищення енергоефективності електроприводу з асинхронними двигунами необхідний перехід до частотно-регульованого електроприводу з удосконаленою структурою та алгоритмом системи управління. Базовими системами управління електроприводом, на основі яких надалі реалізуються енергоефективні алгоритми, є скалярні або релейно-векторні системи.

Л і т е р а т у р а

1. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. М.: издательство МЭИ, 2004. 80 с.
2. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для вузов. М.: РАСХН, 2003. 320 с.

3. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями: учебн. пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 94 с.

4. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. Иваново: ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина», 2008. 298 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СИЛ ВЗАЄМОДІЇ НА ВЕРТИКАЛЬНИХ НЕРІВНОСТЯХ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ ХРЕСТОВИН СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

Олійник О.А. – к.т.н., доц., oliynuk_oa@gsuite.duit.edu.ua

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження полягає в тому, що хрестовини є вразливою частиною стрілочних переводів при взаємодії з колесами рухомого складу, так як саме в межах хрестовин здійснюється пересічення рейкових колій прямого та бокового напрямків (при звичайних стрілочних переводах) або обох бокових напрямків руху (при симетричних стрілочних переводах).

Метою роботи є вирішення задачі силової оцінки сил взаємодії між колесом і хрестовиною стрілочного переводу.

Хрестовини скоріше зношуються порівняно з іншими конструктивними елементами стрілочних переводів і тому призначення допустимих швидкостей руху по переводах здійснюється насамперед при досягненні допустимого вертикального поверхні кочення хрестовин. А величину вертикального зносу поверхні кочення хрестовини та його розповсюдження по довжині найкраще можна визначити шляхом вимірювання вертикальних нерівностей на поверхні кочення.

При експериментальних вимірюваннях траєкторій перекочування в межах хрестовин використовувався траєкторіограф – спеціальний прилад, що імітує рух моделі колеса по хрестовині [1, 2].

Вертикальна нерівність на хрестовині являє собою траєкторію руху центра вимірювального колеса, який має поверхню кочення, виконану за формою бандажу колеса.

При проведенні вимірювань вертикальних траєкторій руху використовувався профіль ролика, що обточений під профіль нового колеса вагона метро.

В результаті статистичної обробки результатів вимірювання нерівностей встановлюються (для умов метрополітенів в Україні) середньостатистичні траєкторії перекочування по хрестовинах типу Р50 і Р65 марки 1/9 при переважному ПШ і ПРШ напрямках руху поїздів та встановлюються їх форми і

геометричні параметри після різної кількості пропущеного тоннажу, тобто в функції від напрацювання (рис. 1) [3, 4].

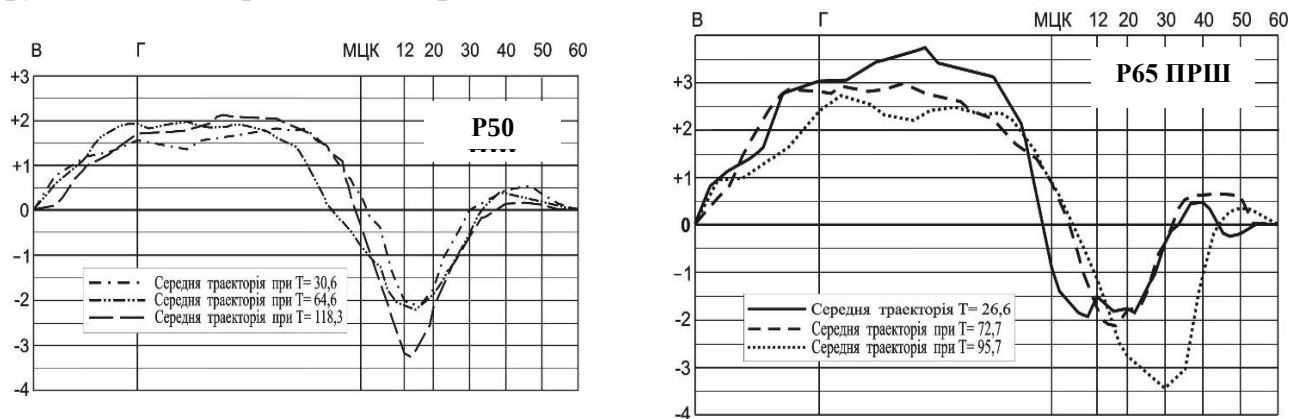


Рисунок 1 – Середньостатистичні вертикальні нерівності для хрестовин типу P50 та P65 марки 1/9 на різних стадіях експлуатації

Визначаються вертикальні сили взаємодії між колесами рухомого складу і хрестовиною. Визначення вертикальних сил здійснено методом математичного моделювання на ЕОМ взаємодії колії і рухомого складу з використанням апробованих розрахункових схем і відповідного математичного апарату для рішення вказаної задачі, який описує взаємний зв'язок: сил взаємодії, інерційних коливань зосереджених мас, з'єднаних пружними та дисипативними зв'язками відповідних вертикальних переміщень вказаних мас елементів колії і рухомого складу. При тому в задачі застосовуються в якості збуджуючих факторів коливань раніше визначені нерівності на поверхні кочення хрестовин.

Розрахункова схема (рис. 2) прийнята на основі наукових розробок професорів Е.І. Даніленка [5] і В.Ф. Яковлева [6] й достатньо апробована при розрахунках сил взаємодії на стрілочних переходах магістральних залізниць.

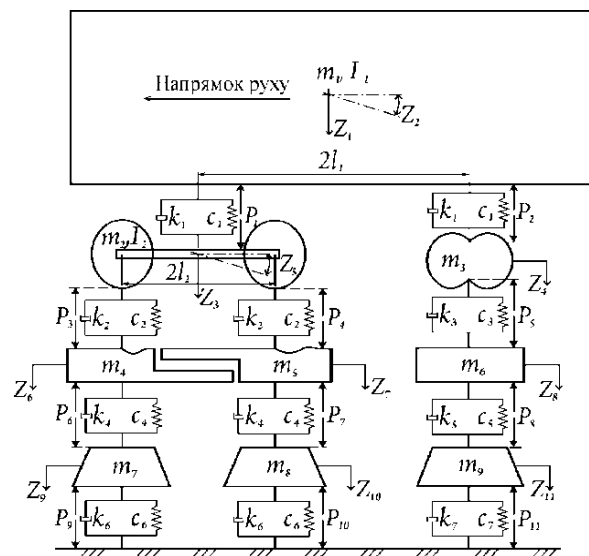


Рисунок 2 – Розрахункова схема взаємодії хрестовини та екіпажу в поздовжній площині

На рис. 3 наведений фрагмент результатів розрахунків динамічних сил взаємодії $P = f(V, T)$ для хрестовин типу P50 марки 1/9.

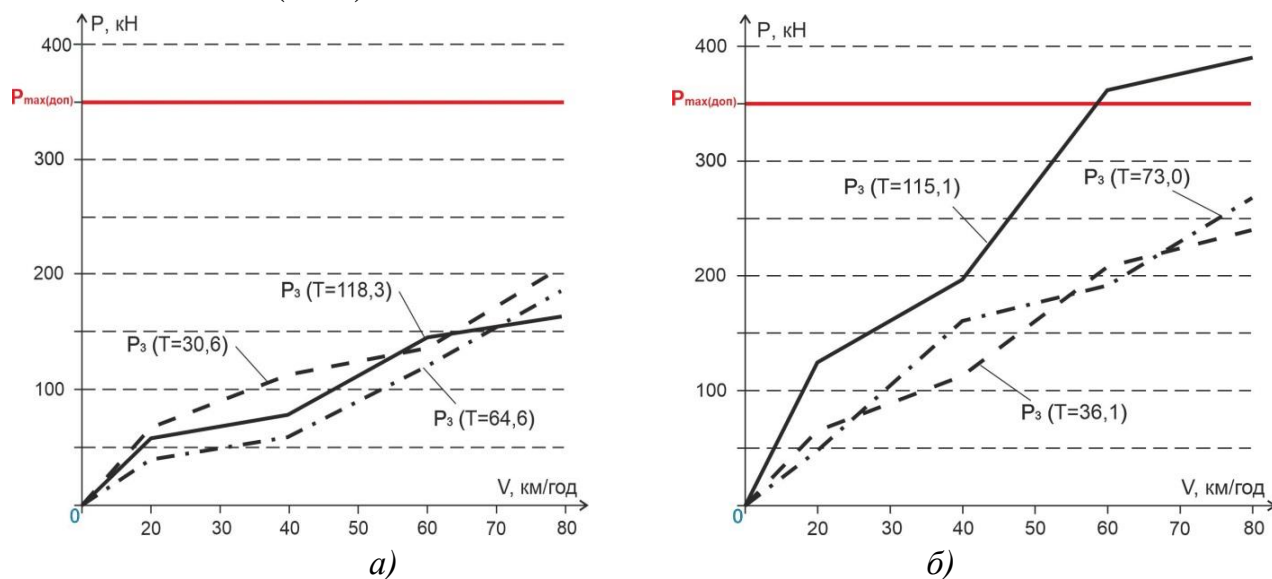


Рисунок 3 – Залежності динамічних сил взаємодії $P_i = f(V_i)$ в контактї під 1-м колесом P_3 для хрестовин стрілочних переводів типу P50:
а) ПШ напрямку руху; б) ПРШ напрямку руху

Висновок. Вимірювання вертикальних нерівностей є важливим не лише для визначення вертикального зносу, але головне, що така методика дозволяє розраховувати вертикальні сили взаємодії між колесами і колією на поверхні кочення хрестовин і саме на основі діючих динамічних сил взаємодії визначати допустимі швидкості руху поїздів по стрілочних переводах в цілому.

Л і т е р а т у р а

1. Яковлев В.Ф. Прибор для определения траектории движения колеса. Железнодорожный транспорт. 1957. №3. С. 79.
3. Встановлення умов експлуатації рейок і стрілочних переводів на коліях Київського метрополітену. Науково-дослідна робота. Договір №55-П-13 від 01.10.2013р.
4. Molchanov V, Tverdomed V, Boiko V, Oliynyk O. Analysis of Vertical Irregularities and Dynamic Forces on the Switch Frogs of the Underground Railway. 7th International Scientific Conference “Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings” (Transbud-2018). – MATEC Web Conf. Volume 230, 2018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823001001>.
5. Даниленко Э.И. Теоретические основы и практические методы расчета прочности и износостойкости пересечений и соединений рельсовых путей промышленного транспорта: Дис. д.т.н./ЛИИЖТ. С.-Петербург, 1992. 546 с.
6. Неровности на крестовинах типа Р65 марки 1/11 с непрерывной поверхностью катания и обоснование норм износа / Э.И. Даниленко, В.И.Абросимов, А.Н.Трофимов [та ін.] // Межвузовский сборник научных трудов ДИИТ. Днепропетровск, 1989. С. 63-75.

ПРО СТРУКТУРУ І ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПІДРОЗДІЛІВ ЕЛЕКТРОДЕПО «ХАРКІВСЬКЕ» КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

Петренко Д.Д. – бакалаврант, petrenko_dd@gsuite.duit.edu.ua

Ковальчук В.В. – к.ф.-м.н., доц., kovaltchukvv@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена доцільністю пошуку шляхів покращення роботи і підвищення ефективності підрозділів Київського метрополітену як стратегічно важливого об'єкта з урахуванням складних умов сьогодення.

Метою роботи є проведення аналізу особливостей функціонування та взаємодії структурних підрозділів Електродепо «Харківське» Київського метрополітену, що забезпечує мобільність і безпеку населення в нинішніх умовах.

Електродепо «Харківське» (ТЧ-3) є структурним підрозділом електродепо Київського метрополітену, що обслуговує Сирецько-Печерську лінію. Виробничі потужності депо розраховані на виконання технічного обслуговування й поточних ремонтів 305 вагонів, у тому числі: 190 вагонів – відстій у депо, 115 вагонів – відстій на лінії та в ремонті [1]. Утримання рухомого складу в справному стані та його обслуговування забезпечують спеціальні підприємства і підрозділи, що мають необхідні споруди, обладнання та устаткування.

До експлуатаційних підрозділів належать електродепо, мотодепо (дільниця моторно-рейкового транспорту), пункти технічного огляду вагонів, лінійні пункти локомотивних бригад, пункти відновлювання формування. Електродепо має приписний парк вагонів для виконання поїзної роботи на одній або на декількох лініях метрополітену. Ефективне використання існуючих ресурсів підприємства для здійснення ремонту й оновлення рухомого складу та удосконалення організації надання послуг є одним із стратегічних напрямків подальшого розвитку підприємства [2, 3]. Все це потребує більш детального вивчення основних задач та особливостей роботи Електродепо «Харківське» в теперішніх складних умовах.

Основними задачами управління депо є:

- забезпечення заданого об'єму перевезень,
- точне виконання розкладу та графіка руху поїздів,
- покращення технічного стану локомотивів,
- постійне поновлення та введення прогресивних технологічних процесів та передових методів праці при експлуатації та ремонті локомотивів, що забезпечують їх надійну роботу.

Важливими задачами є також забезпечення безпеки руху поїздів, дотримання

встановленого режиму труда та відпочинку локомотивних бригад, належний стан усіх будівель, приладів та обладнання, їхнє раціональне використання та своєчасне оновлення чи реконструкція. Чимало уваги приділяють розвитку, технічному навчанню та підвищенню кваліфікації експлуатаційного та ремонтного персоналу. Функціонування економічних підрозділів спрямоване на забезпечення рентабельності підприємств та зниження собівартості всіх виробничих процесів електродепо.

Пріоритетними завданнями для начальника електродепо є забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів на певній лінії із встановленими швидкостями та розмірами руху. Від ефективної організації взаємодії всіх підрозділів залежить забезпечення безперебійної та безвідмовної роботи вагонів метрополітену, вагонного обладнання, технічних засобів, що закріплені за електродепо відповідно до розподілу, затвердженого начальником метрополітену.

Підвищення якості обслуговування пасажирів з дотриманням виконання вимог охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту завжди було першочерговою задачею діяльності всіх структур Електродепо «Харківське». Ще більшої актуальності набуває цей напрямок діяльності з урахуванням особливостей сьогодення і введення режиму воєнного стану у зв'язку з агресивним вторгненням в Україну російських військ.

У теперішніх непростих умовах планово-економічний відділ Електродепо «Харківське» на основі економічного аналізу господарської діяльності організації розробляє заходи щодо забезпечення режиму економії та підвищення ефективності робіт, а також шукає можливості виявлення резервів, попередження втрат і непродуктивних витрат, більш раціонального використання всіх видів ресурсів.

З метою якісного та безперебійного виконання обсягу пасажирських перевезень з одночасними мінімальними витратами ресурсів та максимальними техніко-економічними показниками з дотриманням вимог безпеки руху в Електродепо «Харківське» застосовують змінний спосіб обслуговування моторвагонного рухомого складу (МВРС) локомотивними бригадами. При цьому поїзди обслуговують не певна кількість постійно прикріплених до них бригад, а чергові змінні бригади, які призначаються на роботу після завершення відпочинку. Цей спосіб обслуговування є найбільш прогресивним і дає можливість для найбільш ефективного використання МВРС. До того ж така робота забезпечує покращення умов праці і відпочинку бригад, дозволяє обирати оптимальні варіанти суміщення професій членів бригади та виконуваних ним операцій, використовувати раціональні методи і прийоми праці, враховувати набір і розташування колективного та індивідуального оснащення, засобів малої механізації тощо.

Висновки. Проведений аналіз особливостей функціонування Електродепо «Харківське» Київського метрополітену показує, що організація роботи і взаємодії всіх структурних підрозділів спрямовані на забезпечення якісного та безперебійного виконання обсягу пасажирських перевезень з одночасними дотриманням умов безпеки руху і мінімізації витрат ресурсів.

Л і т е р а т у р а

1. Офіційний сайт КП «Київський метрополітен». URL: <http://metro.kyiv.ua/node/695> (дата звернення: 09.11.2022).
2. Стратегічний план розвитку Комунального підприємства «Київський метрополітен» на середньостроковий період з 2020 до 2022 року. URL: <https://cutt.ly/yMsluJh> (дата звернення: 09.11.2022).
3. Шинкар М. Д. Впровадження інноваційних систем оперативного керування та енергозбереження в КП «Київський метрополітен» // Молодий науковець. 2020. Вип. 6 (94). С. 79-83.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ

Письменний І.М. – магістр, igor.pismenny2015@gmail.com
Демченко О.В. - аспірант, mr.lyoshyk@gmail.com
Демченко В.О. – к.т.н., доц., dem4enko.vo@gmail.com
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Інтенсивність зносу профілю колісної пари як правило вища ніж інтенсивність зносу рейки. Оцінку зносу робочого профілю бандажів коліс визначають вимірюванням профілю бандажа в фіксованих точках поверхні кочення [1]. До недавнього часу для вимірювання параметрів колісних пар (прокат, підріз гребеня, товщина гребеня) застосовувались лише спеціальні ручні шаблони, які мали значні похибки вимірювання пов'язані з недосконалістю вимірювальних приладів, а також суб'єктивні помилки, що залежали від професійності людини яка проводила виміри.

Актуальність автоматизованих методів вимірювання параметрів колісних пар локомотивів в наш час значно збільшилась в зв'язку з необхідністю своєчасного контролю стану колісних пар при підвищених швидкостях руху [2]. На (рис. 1) наведено класифікацію існуючих методів діагностування поверхонь кочення залізничних колісних пар за даними [3]. Як видно з (рис. 2) усі методи підрозділяються на контактні, квазіконтактні, безконтактні та антиконтактні.

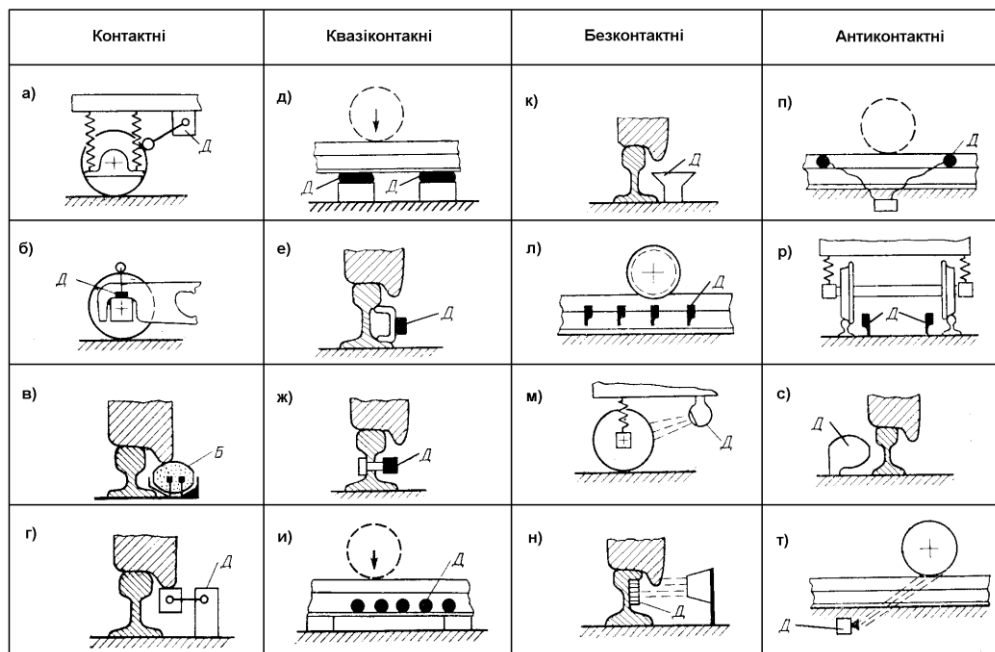


Рисунок 1 – Методи діагностики поверхні кочення колісних пар

У **контактних** засобах вимірювальний прилад взаємодіє з поверхнею, що діагностується (або з поверхнею, яка визначена як базова), безпосередньо. При граничному зносі колеса вимірювальний прилад D сигналізує про відмову, відсутність контакту ролика з поверхнею катання колеса.

Квазіконтактні засоби ґрунтуються на реєстрації динамічної взаємодії коліс та рейок, вимірювальний прилад D розміщений між підшвою рейки та шпалою. Він вимірює силу, що передається від рейки через шпалу, баластовий шар на земляне полотно. При цьому на вимірювальне обладнання надходить достатньо складний динамічний сигнал, з якого виділяється інформація про параметри поверхні катання колеса.

До **безконтактних** відносяться засоби, якими параметри колісної пари контролюються дистанційно. Основними перевагами тут є: відсутність істотних обмежень по швидкостям руху поїздів; достатня надійність роботи та точність вимірювання. Таку апаратуру запропоновано використати на підходах до сортувальних станцій і пунктів технічного огляду локомотивів (ПТО). Збільшується кількість пристроїв контролю стану бандажа. В своїй праці А.З. Венедіктов [4] дав короткий аналіз безконтактних оптичних методів контролю параметрів бандажів колісних пар.

Для **антиконтактних** систем характерна реєстрація побічних параметрів, що мають функціональну залежність від технічного стану певних елементів колісних пар. Найбільш розповсюдженим антиконтактним методом діагностування нерівностей коліс є вимірювання електричного опору у місці контакту колеса з рейкою.

Перевагами контактних систем діагностування є відносна простота та задовільна точність вимірів. Прилади, що використовують цей метод, як правило, не складні у виготовленні та, частіше за все, прості в обслуговуванні. До недоліків їх відносяться: поступовий знос контактних поверхонь датчиків, можливість заклинювання частин, що працюють з тертям, а також вплив прогину рейки на точність вимірювань. Безконтактні системи мають взаємообернені переваги та недоліки по відношенню до контактних засобів.

При створенні діагностичних систем на основі квазіконтактних методів потрібно розв'язувати складну задачу виділення корисної інформації із вимірюваного сигналу, який, у свою чергу, змінюється залежно від швидкості руху поїзда, технічного стану верхньої будови контрольної ділянки колії, маси не підресорених частин рухомого складу. Також слід зауважити, що квазіконтактні методи дають не абсолютну величину (наприклад, прокату колісної пари або навару чи повзуна), а тільки інформацію про наявність відповідного дефекту.

Перевагою антиконтактних засобів, як і безконтактних, є відсутність безпосередньої механічної взаємодії перетворювача з колесом. До недоліків відносяться чутливість методу до сторонніх впливів та динамічної взаємодії колеса з рейкою, а також складність і значна вартість вимірювальної апаратури.

Висновок. На основі матеріалів викладених в статті можна зробити наступні висновки. Виконано аналіз існуючих методів контролю геометричних параметрів колісних пар магістральних локомотивів. Встановлено що серед різноманітності методів вимірювання, що існують на даний час на залізничному транспорті України, жоден із них практично не використовується в масовому застосуванні. Вимірювання параметрів колісних пар магістральних локомотивів виконується шаблонами, а це призводить до можливих помилок людини та залежить від стану вимірювального приладу.

Л і т е р а т у р а

1. У. Дж. Харрис. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса / У. Дж. Харрис и др.; [перев. с англ. Захаров С.М.]. М.: Интакст, 2002. 408 с.
2. Демченко В.А. Анализ бесконтактных методов контроля проката колесных пар подвижного состава / В.А. Демченко // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Научно-производственный журнал. «Наука и транспорт». – Гомель: БелГУТ, 2003. №1 (6). С. 40-42.
3. Ключев В.В. Технические средства диагностирования. Справочник. / В.В. Ключев. – М.: Машиностроение. 1989. 672 с.
4. Венедіктов А.З. Бесконтактный контроль параметров колесных пар [Електронний ресурс] / А.З. Венедіктов. – Режим доступу : <http://www.css-rzd.ru/zdm/10-2004/04122-1.htm>.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ БУКСОВОГО ВУЗЛА

Піценко І.В. – аспірантка, irinapit95@gmail.com
Мурадян Л.А. – д.т.н., проф., leontymuradian@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлено вирішенням задачі забезпечення необхідного рівня безпеки руху на залізниці полягає у підтримці належного технічного стану і надійності, в першу чергу, вагонного парку, оскільки українські залізниці, найбільше за все, виконують перевезення вантажів. Аналізуючи відмови буксових вузлів вантажних вагонів можна встановити, що майже всі вони пов'язані з неякісно-проведеним ремонтом і технічним обслуговуванням, на процес якого істотно впливає недодержання технології виконання, у т.ч. і людський фактор. Для зниження ризиків, що допускаються при ремонті і технічному обслуговуванні вантажних вагонів необхідним є застосування методів діагностування буксових вузлів і подальшим розрахунком ризиків для оцінки безпеки руху на залізничному транспорті.

Метою роботи є зниження ризиків на залізничному транспорті при застосуванні методів діагностики буксових вузлів вантажних вагонів.

Використовуючи наявну інформацію з відмов елементів вантажних вагонів можна стверджувати, що найбільшу кількість відмов при порушенні технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту пов'язано з буксовими вузлами. Проведений аналіз відмов буксових вузлів дозволив встановити, що всі відмови пов'язані з неякісним ремонтом і технічним обслуговуванням, на процес яких сильно впливає людський фактор. Для зниження ризиків, які можуть бути допущені під час ремонту і технічного обслуговування вантажних вагонів необхідним є впровадження методу діагностики буксових вузлів і розрахунку ризиків для оцінки безпеки руху на залізничному транспорті [1].

Для зниження ризиків та підвищення безпеки руху, підтримки технічного стану та експлуатаційної надійності, як усього рухомого складу, так і окремих вузлів, таких як буксовий вузол, необхідно виконувати вдосконалення технологічної готовності окремих підрозділів залізниць при технічному обслуговуванні та ремонті впровадженням у вагонних депо сучасних технологічних процесів із застосуванням методів і засобів діагностування буксового вузла вантажних вагонів [2].

На сьогодні існує безліч застосовуваних засобів для виконання технічного діагностування, що мають різницю за типом засобів вимірювання, за

використовуваним методом обробки отриманих даних і правилом рішення діагностичної задачі [3].

При всіх видах ремонту колісних пар їх елементи і деталі буксових вузлів піддають неруйнівному контролю (НК) згідно з чинними нормативними документами з НК.

У даний час для визначення технічного стану ходових вузлів вантажних вагонів найбільшого поширення набула віброакустична діагностика.

Під час віброакустичної діагностики перевіряється якість букси в зборі як правило перед деповським ремонтом для встановлення доцільності розбирання букси, тобто для проведення повної ревізії.

Призначенням віброакустичної діагностики є оцінка ступеня відхилення технічного стану ходових вузлів вантажних вагонів від норми за непрямыми ознаками, а саме, за зміною властивостей віброакустичних процесів в ходових вузлах, що залежать від характеру взаємодії їх вузлів і деталей.

Теоретично під час дослідження встановлено, що найменший ризик, що може виникнути в процесі експлуатації вантажних вагонів після виконання відповідних технічного обслуговування, ремонту і технічного контролю буксового вузла припадає при використанні методу діагностування за віброакустичними діагностичними параметрами, то даний метод діагностування запропоновано до впровадження у ВЧДР та ВЧДЕ на Придніпровській залізниці. Конкретно, стенд діагностування за віброакустичними параметрами впроваджено у ВЧДР Нижньодніпровськ-Вузол [4, 5].

У результаті виконання експериментальних досліджень, що кількість відмов буксових вузлів вантажних вагонів, що призвели до транспортних подій на час дослідження (початок 2017 – кінець 2019 року) становила – 12 випадків за виною ВЧДР Нижньодніпровськ-Вузол; інші відмови не контролювалися.

При використанні методу діагностування за віброакустичними діагностичними параметрами у ВЧДР Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці при проведенні технічного обслуговування та ремонту, кількість відмов буксових вузлів вантажних вагонів знизилась і становила 4 випадки (кінець 2020 року).

Порівняння було зроблено, виходячи з приблизно однакової кількості відремонтованих вагонів у ВЧДР Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці в 2019 і 2020 рр. Крім того, вантажообіг Придніпровською залізницею у 2020 р. був вищий на 17 % в порівнянні з 2019 р. Тому наведені вище вартості ризиків є адекватними.

Висновок: Практична цінність розробленого методу визначення ризиків, що виникають при відмовах буксових вузлів вантажних вагонів, полягає в можливості оцінки безпеки залізничного транспорту. Крім того, для зниження

ризиків, пов'язаних з відмовами буксових вузлів вантажних вагонів, було запропоновано використання віброакустичної діагностики при технічному обслуговуванні та ремонті. У результаті отримано зниження ризиків відмов буксових вузлів вантажних вагонів у ВЧДР Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці в 1,1...3,7 рази. Ці данні дають можливість стверджувати, що кількість транспортних подій від несправності буксового вузла зменшується, що прямо впливає на підвищення рівня безпеки руху на залізничному транспорті в цілому.

Л і т е р а т у р а

1. Возняк, О.М. Методи, заходи та засоби підвищення безпеки руху на залізничних переїздах. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. 2015. №9. С. 65-75.
2. Методика оценки показателей процессов, влияющих на безопасность движения на основе оценки рисков [Електронний ресурс], Режим доступу – <http://oac.rgotups.ru/misc/files/39.4.5.pdf>.
3. Patil, M., Shinde, R.D., Prof, & Hailkar, S.S., Miss. (2017). Ranking of risk in railway projects. International journal of engineering sciences & research technology, 6(6), 472-476, doi:10.5281/zenodo.814794.
4. L. Muradian, I. Pitsenko, V. Shaposhnyk (2022). Mathematical Model of Risks in Railway Transport During Diagnostics of Axle Boxes of Freight Cars. Наука та прогрес транспорту/том 68. №4. 101 с.
5. Мямлін С. В., Мурадян Л. А., Шикунів О. А., Піценко І. В. Вплив технічного обслуговування й ремонту буксових вузлів на ризики їх відмов. Наука та прогрес транспорту. 2022. № 1 (97). С. 59-70. DOI: 10.15802/stp2022/265424.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРИ ПРОДОВЖЕННІ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАГОНІВ

Пономаренко О.В. – аспірант, ponomar.helena@gmail.com
Український державний університет залізничного транспорту

Під продовженням строку експлуатації вантажного вагона розуміється здійснення комплексу діагностичних, ремонтних та реєстраційних операцій з вагоном, строк експлуатації якого, установлений виробником, закінчився або закінчується протягом останнього міжремонтного періоду [4].

Актуальність дослідження полягає у визначенні особливостей витрат, які виникають у понаднормативний строк експлуатації вагона під час проведення зазначеного комплексу операцій.

Метою роботи є розгляд питання визначення вартості життєвого циклу вагона при продовженні строку експлуатації.

Для підтримки чисельності вагонного парку одним із основних інструментів було продовження строку служби вагонів, що в свою чергу зумовлює розгляд питання визначення витрат протягом експлуатації. Можна виділити три етапи життєвого циклу вантажного вагона. Під час першого етапу виконуються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, завданням яких є дослідження перспективних характеристик та розробка вагону. Другий етап життєвого циклу вагона є досить містким. До нього відноситься безпосередня експлуатація вантажного вагона протягом строку його служби та за умови роботи вагона у понаднормативний строк. В третьому етапі знаходиться списання вагона та його утилізація [3].

Витрати першого етапу життєвого циклу можуть виробником повністю включатись у ціну вагона. Враховуючи цей фактор, елементами життєвого циклу є витрати другого та третього етапів життєвого циклу. Що стосується найбільшої статті витрат, то вона припадає саме на другий етап, який розглядається для визначення життєвого циклу вантажного вагона при продовженні строку служби. Витрати на забезпечення працездатного стану вантажних вагонів за строк експлуатації значно перевищують його початкову вартість. При виборі нових одиниць рухомого складу транспортні компанії разом із порівнянням технічних характеристик вагонів усе частіше використовують показник «вартість життєвого циклу» вагона LCC. Вартість життєвого циклу вагона визначається як сума вартостей елементів життєвого циклу виробу, а саме: витрат на утримання, пов'язаних із проведенням планових видів технічних обслуговувань та ремонтів вагона, витрат на відновлення працездатності вагона у випадку відмови, витрати на продовження терміну експлуатації вагона [1, 2].

Висновок. В результаті проведеного аналізу, можна зробити наступні висновки, що особливість визначення вартості життєвого циклу вагонів ґрунтується на розумінні життєвого циклу як сукупності взаємопов'язаних процесів послідовної зміни стану вагонів від етапів проектування та дослідження перспективних характеристик до утилізації; при експлуатації вагонів із продовженим строком служби важливим напрямком є закладення концепції вартості життєвого циклу для реалізації ефективної та конкурентоспроможної галузі з підвищенням економічної ефективності.

Л і т е р а т у р а

1. Мурадян Л.А. Розвиток наукових основ забезпечення надійності вантажних вагонів на етапах життєвого циклу. Автореферат дис. д-ра техн. наук: 05.22.07/ Л.А. Мурадян. Дніпро: Дніпропетр. нац. універ. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2020. 44 с.

2. Тартаковский Э.Д. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография/ Э.Д. Тартаковский, С.Г. Грищенко, Ю.Е. Калабухин, А.П. Фалендыш. Луганск: Ноулидж, 2011. 174 с.

3. Вантажні вагони: подовжувати чи будувати? [Електронний ресурс]: Електронні дані. Київ, 2021. Режим доступу: <https://railexproua.com/novyny/vantazhni-vahony-prodovzhuvaty-chy-buduvaty/> (дата звернення 05.11.2022).

4. Про затвердження Порядку проведення комплексу діагностичних, ремонтних та реєстраційних операцій, спрямованих на продовження строку експлуатації вантажних вагонів (крім вантажних вагонів підприємств технологічного залізничного транспорту, що призначені для переміщення вантажів у виробничих цілях в межах території таких підприємств), установленого виробником, строків продовження експлуатації таких вагонів [Електронний ресурс]: Електронні дані. Київ: МІУ, Наказ від 29 квітня 2022 року. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/re37299?an=2> (дата звернення 01.11.2022).

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ

Прийма Ю.А. – магістр, pryuma_yua@gsuite.duit.edu.ua

Заїка Д.О. – асистент, zaika_do@gsuite.duit.edu.ua

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена великою кількістю аварійних ситуацій спричинених із за невірних дій локомотивних бригад, а саме проїзди на забороняючи сигнали, невірний регламент переговорів між диспетчерами та локомотивними бригадами, втомленість, погане знання ПТЕ (правил технічної експлуатації), проаналізувавши всі ці фактори можна з впевненістю сказати, що на безпеку руху впливає людський фактор і він є значним резервом його підвищення.

Метою роботи є розгляд аналізу впливу людського фактору на керування локомотивом, аналіз та перспективи використання сучасних систем автоматизованого керування тяговим рухомим складом.

За інформацією, яка надходила до Укртрансбезпеки, упродовж 6 місяців 2021 року на залізничному транспорті України сталося 489 транспортні події, у яких 104 особи загинули та 91 особа отримала травми, з них: 1 катастрофа, без постраждалих; 281 аварія, з яких:

1) 198 аварій з особами, завдані рухомим складом залізничного транспорту, що переміщався, у яких 104 особи загинули та 91 отримала травми;

2) 83 аварії за участю залізничного транспорту (зіткнення, сходження з рейок рухомого складу залізничного транспорту, тощо), без постраждалих;

207 інцидентів, без постраждалих.

Допущено 1 випадок катастрофи на Дніпровській дирекції залізничних перевезень регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Українська залізниця».

У порівняння з аналогічним періодом 2020 року на залізничному транспорті України, сталося 366 транспортних подій, у яких 90 осіб загинули та 61 особа отримала травми, з них:

220 аварій, з яких:

1) 153 аварії з особами, завдані рухомим складом залізничного транспорту, що переміщався, у яких 90 осіб загинули та 61 отримала травми;

2) 67 аварій за участю залізничного транспорту (зіткнення, сходження з рейок рухомого складу залізничного транспорту, тощо), без постраждалих; 146 інцидентів, без постраждалих [1].

Проаналізувавши статистику безпеки руху в локомотивному господарстві можна стверджувати, що більшість транспортних подій відбулася за провини людини, тому в більшості країн світу впроваджуються новітні систем автоматичного ведення як поїздів далекого сполучення, так і приміських [2]. Для автоматизації приміських перевезень та руху поїздів метро фірма Bombardier розробила нове покоління системи керування поїздом CITYFLO 650, що в теперішній часдіє в тринадцяти містах по всьому світу. В метро Сантьяго, Парижу, Гонконгу та Пекіну компанія Alstom впроваджує свою розробку для автоматичного керування рухом. Ще один приклад впровадження таких технологій – копенгагенська підземка. Вона унікальна тим, що в поїздах метро немає машиніста, а управління здійснюється завдяки повністю автоматизованій системі АТС (*Automatic Train Control*). Дана система покликана виключити можливість людської помилки, а також більш чітко контролювати відстань між потягами (завдяки точно заданій величині гальмування і прискорення). Система АТС складається з трьох підсистем:

- Підсистема ATS (*Automatic Train Supervisory*) – система спостереження і контролю за маршрутами і напрямками руху потягів. Саме ця система вибирає маршрут руху потягу. Підсистема ATS, залежно від ситуації, вибирає сценарій для руху. Наприклад розрізняються сценарії: нормальний рух, рух вночі, рух при технічному обслуговуванні шляхів. Інформація про рух і маршрути потягів виводиться на монітори центру управління. Так само ATS зберігає інформацію про помилки та збої, заходи з ремонту та технічного обслуговування [3].

- Підсистема АТО (*Automatic Train Operation*) – система контролю руху на станціях, а саме зупинки потягів, відкриття дверей, очікування певного періоду часу, закриття дверей, продовження руху. Ця частина системи є аналогом автопілоту і виконує фізичну функцію машиніста потягу. Підсистема

АТО працює на дуже високому рівні, і не може самостійно змінювати свої параметри, такі як швидкість гальмування або інтервал очікування на станції.

- Підсистема АТР (*Automatic Train Protection*) – система захисту від аварій в метро, пасажирів і персоналу від нещасних випадків (зокрема, схід з рейок, зіткнення потягів, відкривання дверей під час руху). Система перевіряє і контролює обмеження швидкості руху (три положення перемикача швидкості: початок руху або розгін, рух і гальмування), відстань між потягами, стрілочний перевід і вільний шлях (наявність на шляху сторонніх предметів, проведення ремонтних робіт або робіт з технічного обслуговування) [4].

Висновок. Проаналізувавши дану проблему можна з певністю сказати, що на безпеку руху впливає людський фактор. Аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що сучасний розвиток систем автоматичного керування локомотивами, програмного забезпечення та елементної бази дозволяє досягти повністю автономного руху поїздів.

Л і т е р а т у р а

1. https://dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2021/analiz_avariynosti_6_misyaciv_2021.pdf. 20 с.
2. Горобченко О.М. Розробка методу оцінки факторів, що впливають на дії локомотивних бригад в нештатних ситуаціях. Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта, 2010. 113-121 с.
3. <https://www.linkedin.com/pulse/automatic-train-supervision-dipak-shukla-amirsemiet->. 4с.
4. OH, Sehchan; YOON, Yongki; KIM, Yongkyu. Automatic train protection simulation for radio-based train control system. In: 2012 International Conference on Information Science and Applications. IEEE, 2012. p. 1-4.

АВТОМАТИЧНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ ГАЛЬМ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Равлюк В.Г. – к.т.н., доц., ravvg@ukr.net

Дерев'янчук Я.В. – ст. викладач, derevyanchuk@kart.edu.ua

Український державний університет залізничного транспорту

Актуальність дослідження зумовлена тим, що для покращення ефективності пасажирських перевезень виникає необхідність впровадження в експлуатацію інноваційних засобів контролю гальм пасажирських поїздів для гарантування безпеки руху на залізничному транспорті. Своєчасне виявлення несправного вузла чи елемента гальмової системи пасажирського вагона дасть можливість забезпечити безвідмовну роботу гальмової системи в цілому на шляху прямування поїзда.

Аналізуючи транспортні події у пасажирському господарстві за останні роки можна відмітити, що через неякісний деповський ремонт та технічне обслуговування пасажирських вагонів, поступово зростають аварійні ситуації, що призводять до значної кількості транспортних подій. Основними причинами таких подій є експлуатація вагонів після закінчення гарантійних термінів служби, застосування вузлів із простроченим терміном служби, а також застосування локомотивів вантажних типів, не обладнаних електропневматичними гальмами для тяги (транспортуювання) пасажирських поїздів [1].

Метою роботи є перевірка достовірності діагностичної інформації, яка отримана шляхом використання електронно діагностичної системи для контролю заданих параметрів електропневматичних гальм пасажирських вагонів.

Для діагностування стану гальм окремо кожного вагона та состава поїзда в цілому було розроблено математичну модель роботи справного гальмового обладнання, а також цикл порівняння розрахункових даних з експериментальними [2].

Контроль роботи електропневматичного гальмового обладнання пасажирського вагона (рис. 1) здійснюється відповідно до нормативних документів [3, 4] в таких режимах: а) «Зарядка і попуск»; б) «Поїздне положення (перша ступінь гальмування)»; в) «Ступеневе гальмування»; г) «Повне службове гальмування»; д) «Ступеневий попуск»; е) «Екстрене гальмування».



Рисунок 1 – Елементи діагностичного пристрою

Для візуалізації основних режимів роботи гальмового обладнання та розширення функцій системи контролю було додатково розроблено систему індикації стану гальм (рис. 2) з виведенням інформації на кузовні світлодіоди (встановлено по 4 діоди різного кольору з кожного боку вагона).

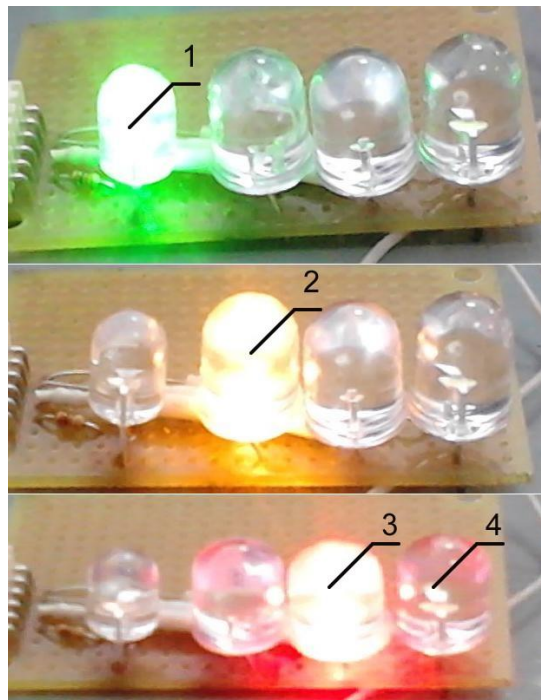


Рисунок 2 – Світлова сигналізація контролю роботи електронепневматичних гальм пасажирського вагона

Показання світлодіодів слід читати так:

1. «**зелений**» – електронепневматичні гальма працюють, гальмо попущене;
2. «**жовтий**» – тиск у гальмовому циліндрі (ГЦ) 0,03-0,2 МПа (відповідно, перша ступінь гальмування);
3. «**червоний**» – тиск у ГЦ 0,2-0,4 МПа (друга ступінь гальмування і повне службове гальмування);
4. «**білий**» – тиск у ГЦ більший за 0,4 МПа (завищення тиску, в гальмовому циліндрі перевищує допустимий).

Запропонована система індикації забезпечує зручність під час проведення випробувань та контролю роботи гальмової системи пасажирського вагона чи поїзда за рахунок застосування світлової індикації, яка дозволяє здійснити вимірювання рівня і стану її працездатності.

Висновок. За результатами виконаної роботи створена діагностична система гальм вагонів, що дозволяє контролювати важливі параметри роботи гальмового обладнання пасажирського рухомого складу на шляху прямування - поїзною бригадою, або під час зупинок на ПТО - обслуговуючим персоналом.

Розроблена діагностична система, на відміну від існуючих, що використовуються на вітчизняному рухомому складі, дозволяє підвищити достовірність діагностичної інформації, яка реєструється відповідними датчиками, зберігається в пам'яті електронно-обчислювального пристрою та обробляється розробленими математичними алгоритмами у програмному

середовищі.

Розроблену діагностичну систему доцільно використовувати на пасажирському рухомому складі для гарантування безпеки руху та зменшення експлуатаційних витрат на залізничному транспорті.

Л і т е р а т у р а

1. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на автомобільному, міському електричному та залізничному транспорті в Україні [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Режим доступу:

http://dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2019/Analiz_avariynosti_2018.pdf (дата звернення 23.10.2022) Назва з екрана.

2. Равлюк В.Г. Розробка електронної діагностичної системи для підвищення достовірності діагностування гальм пасажирських вагонів. [Текст]: В.Г. Равлюк, Я.В. Дерев'янчук, І.М. Афанасенко, М.Г. Равлюк // Східно-Європейський журнал передових технологій. Харків: 2016. Т. 5, №4.

3. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України [Текст] : ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015: Затв. Нак. УЗ від 28.11.1997. Вид. офіц. Київ, 2002. 144 с.

4. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: Затв. Нак. УЗ від 20.12.1996. Вид. офіц. Київ, 200. 133 с.

АНАЛІЗ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Семенова О.В. – магістр, ibzt-22dm-38@snu.edu.ua

Гулемба Г.І. – магістр, ibzt-22dm-700@snu.edu.ua

Гулемба О.О. – магістр, ibzt-22dm-28@snu.edu.ua

Семенов С.О. – к.т.н., доц., semenov@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена вибором раціонального технологічного або організаційно-управлінського рішення при організації взаємодії залізничного і морського транспорту у транспортних вузлах [1-3]. Серед причин, які стримують розвиток транзиту вантажів в Україні, окрім військової агресії, є невлаштованість системи контролю вантажів на кордоні, висока вартість послуг, що надаються контрольними службами та транспортними терміналами, численні бюрократичні перешкоди при оформленні транзитних перевезень, низька швидкість доставки вантажів, значний простій рухомого складу, недостатній рівень інформаційного обслуговування та ін.

Метою роботи є проведення огляду щодо проблем роботи транспортних вузлів при взаємодії залізничного і морського видів транспорту.

Існуючі проблеми в області розвитку інфраструктури вимагають детального

розгляду і вивчення властивостей транспортних мереж, і зокрема стосовно роботи вузлових пунктів транспортної мережі [2]. Рівень взаємодії елементів інфраструктури між собою і технологія управління перевізним процесом і транспортними потоками багато в чому визначають економічну ефективність роботи транспортної мережі в цілому та її вузлових пунктів.

Оптимізація роботи транспортного вузла полягає в зміні його структури (схеми) і технології роботи. При цьому слід врахувати тісний структурний і технологічний зв'язок між ними, в силу якого вузол розглядається як цілісний виробничо-технологічний комплекс з системними властивостями, в якому внутрішні зв'язки і залежності, як правило, нелінійні, і наслідки взаємодії елементів складно передбачувані. Для вибору параметрів вузла і отримання досить точних оцінок ефективності його роботи, що відповідають поставленим завданням, треба розробити і використати в техніко-економічних розрахунках його техніко-економічну імітаційну модель.

Важливим фактором в організації взаємодії залізничного і морського транспорту є виконання принципу роботи порту "just-in-time" - тобто планування його роботи не повинно допускати ніяких збоїв і простоїв в очікуванні доставки вантажу. Вірно і зворотне твердження – доставка вантажу повинна відбуватися в строк, а не раніше, що викликає невинуваті простої вагонів в очікуванні вивантаження або відставлення поїздів від руху через зайнятість вантажно-вивантажувальних фронтів.

Висновок. Рациональна взаємодія морського та залізничного транспорту у транспортному вузлі має передбачати вирішення таких завдань, як розробка та виконання узгоджених графіків розкладів руху залізничного і морського рухомого складу, оптимальна організація роботи вантажно-розвантажувальних механізмів під час перевалки вантажів; автоматизацію документообігу та впровадження інформаційних технологій, зниження собівартості перевезення вантажів.

Л і т е р а т у р а

1. Огороков А.М. Удосконалення управління транспортними вантажними комплексами в транспортних вузлах: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи». Дніпропетровськ, 2013. 21 с.
2. Шелехань Г.І. Удосконалення технології взаємодії опорної сортувальної та припортових вантажних станцій з морськими портами: дис. канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи». Харків: УкрДУЗТ, 2019. 174 с.
3. Lashenyh A., Turpak S., Gritcay S., Vasileva L., Ostrohlyad E. Development of mathematical models for planning the duration of shunting operations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. No. 5/3 (83). P. 40-46.

ПЕДАГОГІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ЯК АСПЕКТ НАВЧАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

*Соловійова О.В. – к.п.н., доц., solovyova_ov@gsuite.uit.edu.ua
Державний університет інфраструктури та технологій*

Актуальність теми Важливим аспектом навчання графічних дисциплін майбутніх інженерів у процесі фахової підготовки є впровадження *технології* навчання з метою забезпечення високого рівня сформованості графічної компетентності як засобу успішної і ефективної графічної діяльності.

Метою роботи є розгляд освітньої технології як системи та виявлення різних видів технологій в освітньому середовищі, зокрема технології освітнього процесу, педагогічної технології (або технології навчання), технології проектування методичних засобів, технології контролю.

Появі у педагогіці терміну “технологія” сприяв розвиток науково-технічного прогресу у різних галузях теоретичної та практичної діяльності людини, а також бажання педагогів отримувати у своїй професійній діяльності гарантовані результати.

До структури технології навчання входить система педагогічних методів, прийомів і способів цілеутворення, планування, організації і здійснення контролю, корекції та оцінювання навчально-пізнавальної діяльності. Функції технології навчання полягають в її орієнтації на отримання інтегративного результату навчання, що характеризується високою якістю і максимальною кількістю засвоєння навчальної інформації, динамікою, напруженістю, варіативністю навчання, а також універсалізацією знань, умінь і способів діяльності.

Технологія навчання – сукупність засобів і методів відтворення теоретично обґрунтованих процесів навчання і виховання, що дозволяють успішно реалізовувати поставлені освітні цілі. Технологія навчання передбачає відповідне наукове проектування, при якому ці цілі задаються однозначно і зберігається можливість об'єктивних поетапних вимірів і підсумкової оцінки досягнутих результатів.

Як показали дослідження Г. К. Селевка [1], до 1980-х років вважалося, що термін “технологія навчання” з'явився на сторінках педагогічних видань на початку 1960-х років. У США, Англії, Франції, Італії, Японії під такою назвою стали виходити спеціальні журнали. До кінця 1960-х – початку 1970-х років у багатьох країнах починають функціонувати різні установи з розробки технологій навчання.

У середині 1960-х років поняття “педагогічна технологія” піддалося широкому обговоренню на міжнародних конференціях. Позначилися напрямки

“технічні засоби в навчанні” (“Technology in Education”), “технології навчання” (“Technology of Education”).

Сучасне розуміння освітніх технологій пов'язано з пошуком способів максимального підвищення результатів навчального процесу через аналіз, відбір, конструювання і контроль всіх складників освіти. До загальних технологічних характеристик освіти в педагогічному університеті відносяться:

- наявність мети та чітких, діагностично перевірених, завдань;
- відбір змісту навчання в вигляді системи особистісно-професійних завдань освіти, орієнтовної основи і способів їх вирішення;
- наявність чіткої послідовності, логіки, певних еталонів засвоєння змісту освіти;
- розробка способів взаємодії учасників навчального процесу на кожному етапі пізнання;
- досягнення гарантованих результатів.

Наразі термін “педагогічна технологія” у науково-педагогічній літературі розглядається з таких позицій:

- як процес комунікації або спосіб вирішення навчальної задачі, що включає системний аналіз для вдосконалення процесу навчання (В.П. Беспалько, В.А. Кушнір, В.М. Монахов, В.О. Сластьонін, Б. Скіннер);
- як розробку та застосування засобів, інструментарію, апарату, ПК, навчального обладнання, ІКТ (Б.Т. Ліхачов, С.А. Смірнов, Р. де Кіффер);
- як галузь знання, яка, спираючись на досягнення природничих та соціальних наук, займається проектуванням та конструюванням оптимальних освітніх систем (В.В. Гузеєв, П.І. Підкасистий, Т.І. Шамова, Р. Кауфман, С. Ведемейер);
- як багатоаспектний підхід, що розглядає одночасно декілька значень педагогічної технології (В.В. Давидов, М.В. Кларін, Г.К. Селевко, П. Мітчел, Р. Томас).

Ю.Г. Фокін визначає педагогічні технології, як „системний, концептуальний, нормативний, об’єктивований, інваріантний опис діяльності вчителя та учня, спрямований на досягнення освітньої мети” [2].

Ми дотримуємось визначення педагогічної технології як способу системної організації спільної діяльності викладача та студентів на основі дидактичних засобів і умов навчання, як єдину функціональну систему педагогічної взаємодії викладача з студентами в освітньому процесі, як спосіб структурування в цьому процесі навчального матеріалу, діяльності викладача і навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Оскільки в технології навчання графічних дисциплін важливу роль відіграють інформаційно-комп’ютерні технології, то ми враховували ще

визначення Е.І. Трофімової, що інформаційна освітня технологія професійної підготовка – це законодавча педагогічна діяльність, спроектована з урахуванням вимог інформаційного суспільства до фахівця, що максимально реалізує досягнення інформаційних технологій при розробці кожного структурного елементу педагогічної системи [3].

Під час обґрунтування розробки технології навчання графічних дисциплін з'явилися такі загальнонаукові положення педагогічної технології:

- педагогічна технологія розробляється під конкретний педагогічний задум, в основі її лежать певні методологічні положення;
- технологічний ланцюжок педагогічних дій, операцій, комунікацій строго відповідає цільовим установкам, що мають конкретний результат;
- функціонування технології передбачає взаємозв'язану діяльність педагога і студента з урахуванням принципів індивідуалізації і диференціації, оптимальну реалізацію людських і технічних можливостей;
- поетапне планування і послідовне втілення елементів педагогічної технології повинні бути відтворні і гарантувати досягнення планованих результатів такими, що всіма навчаються;
- органічною частиною педагогічної технології є діагностичні процедури, зміст, критерії, показники і інструментарій вимірювання результатів діяльності [4].

Висновок. Графічна підготовка вимагає особливого врахування психолого-фізіологічних особливостей сприйняття, розуміння і запам'ятовування навчальної інформації, адже при вивченні графічних дисциплін виникають певні труднощі, обумовлені властивими тільки цим дисциплінам психологічними особливостями візуалізації інформації, сприйняття простору, реакції на одночасні навчальні стимули різної модальності, особливостями запам'ятовування візуальних зображень.

Перевірка ефективності впровадження технології навчання графічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту дала можливість визначити дидактичний інструментарій методичного забезпечення процесу фахової підготовки майбутніх інженерів.

Л і т е р а т у р а

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии / Г.К. Селевко. М: Народное образование, 1998. 256 с.
2. Фокин Ю.Г. Теория и технология обучения: деятельный поход / Ю.Г. Фокин. М: Академия, 2006. 240 с.
3. Трофимова Е.И. Закономерности проектирования информационных образовательных технологий профессиональной подготовки. Вестник ТГУ. № 6. 2007. С. 45-47.

4. Панов В.В. Педагогические технологии. Что это такое, как их использовать: практико-ориентированная монография. М. 1994. С. 10-12.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ІСНУЮЧОЇ КРИВОЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗЙОМКИ МЕТОДОМ СТІЛ

Сорока К.О. – магістр, soroka_ko@gsuite.duit.edu.ua

Кулинич Ю.М. – магістр, kulinich_ym@gsuite.duit.edu.ua

Олійник О.А. – к.т.н., доц., oliynuk_oa@gsuite.duit.edu.ua

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена введенням прискореного руху поїздів. Тому залізнична колія, рухомий склад та інші пристрої обслуговування залізниць повинні бути приведені до стану, який забезпечує прискорений рух поїздів із встановленими швидкостями [1].

Метою роботи є оцінка стану кожної кривої щодо забезпечення плавності й комфортабельності їзди.

Крива вважається динамічно плавною, якщо відхилення в стрілах вигину не перевищують номінальних значень, тобто $\Delta f_{\text{круг}} \leq [\Delta f_{\text{круг}}]$ і $\Delta f_{\text{пк}} \leq [\Delta f_{\text{пк}}]$ [1].

Технічним відділом дистанції колії складається характеристика кривої ділянки колії (форма АГУ-4 [2]), яка включає паспорт кривої: технічна характеристика кривої, графік стріл і підвищення зовнішньої рейки. Вихідні дані кривої отримано зйомкою стріл вигину від 20-метрової хорди і підвищення зовнішньої рейки в тих же точках кривої (рис. 1).

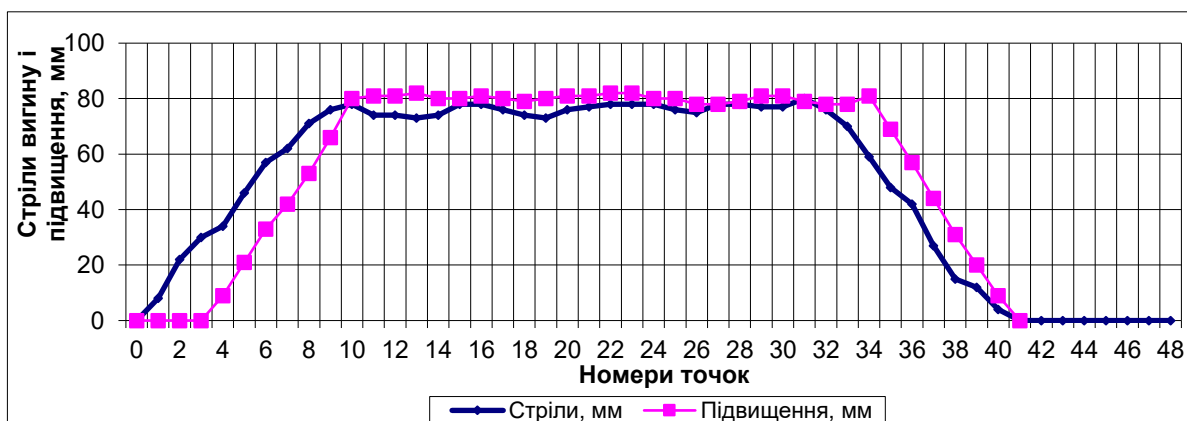


Рисунок 1 – Графіки натурних стріл вигину і підвищення зовнішньої рейки кривої

Аналіз графіка стріл (рис. 1) показує, що крива не є динамічно плавною, так як різниця суміжних стріл вигину зовнішньої рейки в круговій кривій і найбільші

відхилення від рівномірного зростання стріл на перехідних кривих перевищують номінальні значення.

Величини фактичних непогашених прискорень розраховуються за формулою (1) [3].

$$\alpha_{\text{нп}} = \frac{V_{\text{мін}}^2}{3,6^2 R} - \frac{g \cdot h}{S} \quad (1)$$

При розбіжностях відводів підвищення і кривизни, слід також перевірити допустиму швидкість виходячи з допустимої величини зміни непогашеного прискорення $\psi = 0,6 \text{ м/с}^3$ за формулою (2).

$$\psi = \frac{V^3}{3,6^3 C} - \frac{ghV}{3,6Sl_0} \leq [\psi] \quad (2)$$

Результати розрахунків для наочності наведено на графіках (рис. 2).

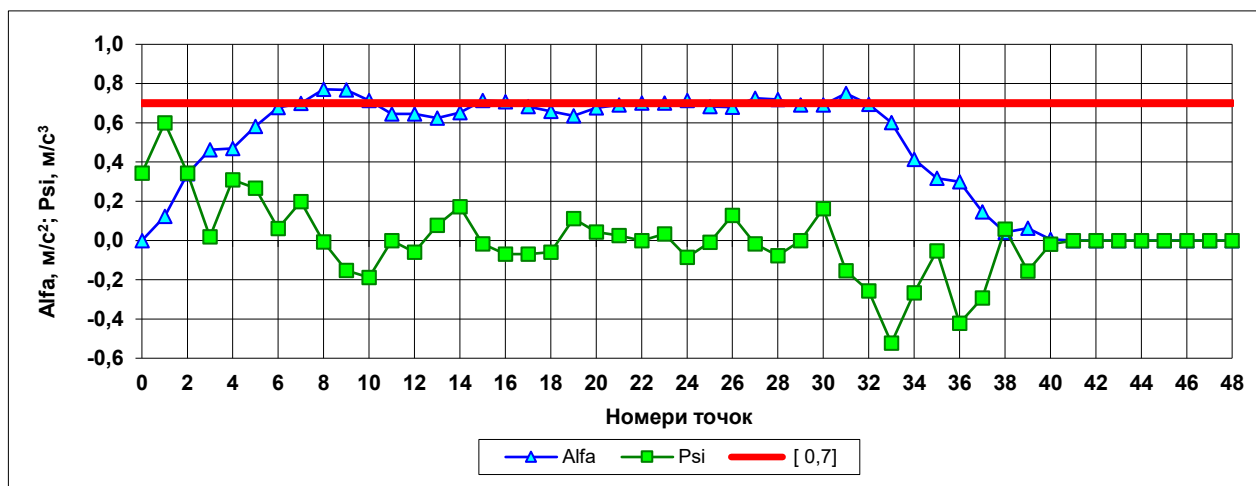


Рисунок 2 – Графіки непогашених прискорень та їх зміна в часі по довжині кривої

При співставленні графіків на рис. 1 і 2 впливає, що в кінці першої перехідної кривої значення непогашених прискорень перевищують допустимі, тобто $0,78 > 0,70$, а також відбувається зміна критерію ψ за знаком, тобто $\Delta\psi = |\psi^+ - \psi^-|$, що порушує плавність і комфортабельність їзди по кривій. Описане явище спостерігається тому, що наростання стріл вигину відбувається неспівпадно та початок і кінець відводу кривизни й підвищення зовнішньої рейки не співпадають (рис. 2).

Радіус кривої можна визначити через величину середнього значення стріли вигину f (мм) у межах кругової кривої за формулою (3)

$$R = \frac{50000}{f} \quad (3)$$

З рис. 3 знаходиться середнє значення стріли вигину, воно дорівнює $f = 77 \text{ мм}$, отже радіус за формулою (3) буде визначено як $R = 650 \text{ м}$.

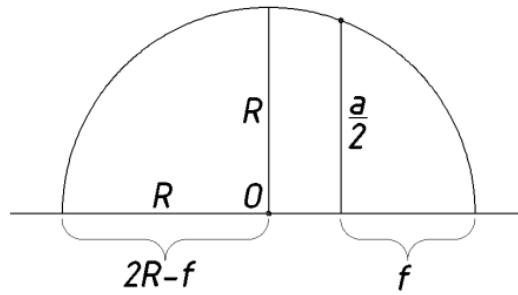


Рисунок 3 – Визначення середнього значення стріли вигину:
 f – стріла сегменту; $a/2$ – половина хорди; R – радіус кола

При відомих значеннях радіусу і підвищення зовнішньої рейки допустима максимальна швидкість в круговій кривій за умовою неперевищення (α) визначається за формулою (4).

$$V^{(\alpha)} = 3,6\sqrt{650(0,7 + 0,00613 \cdot 80)} = 100 \text{ км/год.}$$

В зоні перехідних кривих швидкість руху поїзда обмежується допустимою швидкістю підйому колеса по відводу підвищення зовнішньої рейки. Взаємозв'язок між швидкістю руху поїздів і допустимим ухилом відводу підвищення зовнішньої рейки i_g визначається «Правилами ЦП-0236» [4].

При $i_g = \frac{h}{l_{oh}} = \frac{80}{70} = 1,14$ за умови $1,0 < i_g \leq 1,2$ знаходимо максимальну допустиму

швидкість руху $V = 110$ км/год.

Остаточню приймається за допустиму найменша зі швидкостей (в круговій кривій $V^{(\alpha)} = 100$ км/год, в перехідній $V^i = 110$ км/год), тобто приймається $V_{дон} = 100$ км/год.

Висновок. Уведення на залізницях України нових форм паспортів кривих (форма АГУ-4 [2]), у яких передбачена побудова після зйомки кривих графіків стріл вигину й підвищення зовнішньої рейки, дає можливість визначати наявність незбігу відводів кривизни й підвищення, правильно встановлювати допустиму швидкість руху і намічати заходи для усунення таких відступів особливо на ділянках, де передбачається впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів.

Л і т е р а т у р а

1. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП-0269). Нормативно-технічне видання / Даніленко Е.І., Курган М.Б., Карпов М.І., Яковлев В.О. та ін. К.: Укрзалізниця, 2012. 456 с.
2. Інструкція про порядок складання технічного паспорта дистанції колії, звітів про колійне господарство і про захисні лісонасадження: ЦП-ЦЧУ-0186. Міністерство транспорту та зв'язку України, Укрзалізниця, 2008. 168 с.
3. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість / під ред. Е.І. Даніленко. К.: Транспорт України, 2006. 168 с.

4. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії: ЦП/0236. Дніпропетровськ: Арт-Прес. 2010. 44 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ЕЛЕМЕНТІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

Сорока О.О. – ст. викладач, soroka_oo@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Конструкції залізничної колії та стрілочних переводів метрополітену мають суттєві відмінності порівняно із магістральними залізницями та різні характеристики зносостійкості. Дослідження зносостійкості конструкцій залізничної колії для умов експлуатації метрополітенів практично відсутні. Але використовувати результати подібних досліджень, які проводились для магістральних залізниць, некоректно.

Метою роботи є прогнозування зносостійкості найбільш зношуваних елементів стрілочних переводів для можливості раціонального й ефективного ведення стрілочного господарства метрополітенів.

Несучі металеві елементи стрілочних переводів виходять з ладу за двома критеріями: знос та дефектність, які визначають термін працездатності конструкції в цілому [1]. При цьому дефекти в масовому порядку починають розвиватися лише після зносу поверхні кочення на 4-6 мм, тобто фактично після реалізації нормативної величини зносу. Практично проблема ураження дефектами стрілок і хрестовин більше пов'язана з якістю металу і особливостями конструкції та в меншій мірі – з особливостями експлуатації.

Закономірності формування вертикального зносу поверхні кочення хрестовин достатньо добре вивчені і, зокрема встановлено, що для жорстких хрестовин, виготовлених з високомарганцевої сталі, втрата висоти елемента в процесі експлуатації відбувається в результаті зминання металу та внаслідок ударної взаємодії між колесами та поверхнею кочення, а також за рахунок осідання конструкції в період приробки.

За основу щодо прогнозування зносостійкості стрілочних переводів залежно від умов експлуатації (крім пропущеного тоннажу) була прийнята аналітична залежність:

$$h = a\sqrt{T} + bT.$$

У виразі позначено:

T - тоннаж, що пропущений по конструкції хрестовини;

a і b – числові коефіцієнти, які мають конкретні значення для кожної конструкції, місця розміщення перерізу на хрестовині та експлуатаційних факторів [2].

Від переважної дії того чи іншого фізичного процесу визначає інтенсивність накопичення зносу поверхні кочення елементів стрілочних переводів за конкретний період експлуатації та відображається певними значеннями коефіцієнтів « a » і « b ».

Так у початковий період експлуатації накопичення зносу відбувається внаслідок інтенсивного зминання металу за рахунок пластичних деформацій. Цей період роботи в переважно характеризується коефіцієнтом « a ». На наступному етапі інтенсивність нарощення зносу зменшується, а переважає стирання та винос часток металу з поверхні кочення за рахунок фрикційних сил, які реалізуються при перекочуванні коліс по поверхні хрестовини. В цей період найбільше навантаження бере на себе коефіцієнт « b ».

Для встановлення зносостійкості основних металевих елементів стрілочних переводів були проведені комплексні експлуатаційні дослідження зносостійкості стрілочних переводів головних колій Київського метрополітену залежно від умов експлуатації. Досліджувані конструкції відрізнялися характеристиками пропущеного при експлуатації тоннажу, а також мали різні умови експлуатації (переважний напрямок руху поїздів – пошерстний (ПШ) або протишерстний (ПРШ), різні швидкості руху та ін.). Вимірювання вертикального зносу вусовиків і осердь виконувались у різних перерізах елементів стрілочних переводів.

Результати натурних вимірювань вертикального зносу на вусовиках та осердях хрестовин дозволили провести апроксимацію та встановити аналітичні залежності у вигляді функції $h = a\sqrt{T} + bT$.

Отримані аналітичні залежності $h = f(T)$ дають можливість прогнозувати формування зносу в зоні перекочування на вусовиках хрестовин від горла до перерізу 30 мм осердя та на осерді від перерізу 12 мм до перерізу 50 мм.

Враховуючи те, що нормативи зносу хрестовин встановлюються по зносу осердя в перерізі 40 мм, або зносу на вусовиках у перерізі навпроти 20 мм осердя, для проведення подальшого спільного аналізу на рис. 1-а наведено залежності $h = f(T)$ для переводів типу Р50 марки 1/9 при переважному (ПШ) і (ПРШ) напрямків руху для вусовиків в перерізі 20 мм осердя та осердя в перерізі 40 мм, а на рис. 1-б наведено аналогічні залежності для хрестовин типу Р65 марки 1/9 [3].

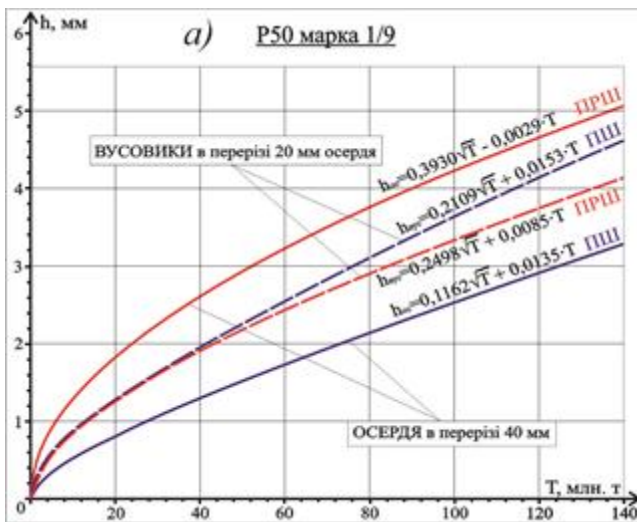


Рисунок 1а – Залежності зносу від пропущеного тоннажу для осердь та вусовиків хрестовин типу Р50 марки 1/9 у нормованих перерізах

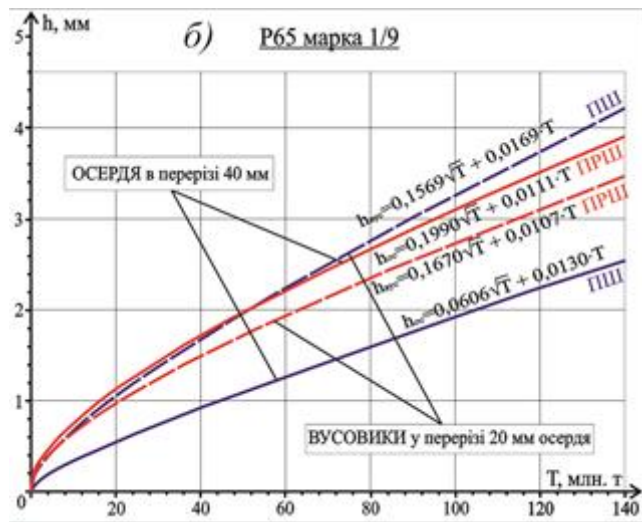


Рисунок 1б – Підсумкові залежності зносу від пропущеного тоннажу для осердь та вусовиків хрестовин типу Р65 марки 1/9 у нормованих перерізах

Порівняльний аналіз зносостійкості рейкових елементів стрілочних переводів типу Р50 і Р65, що експлуатуються в головних коліях Київського метрополітену показав, що по інтенсивності зносу гостряків і рамних рейок, стрілочні переводи обох типів працюють практично рівноцінно [3].

Висновок. Отримані фактичні значення зносостійкості основних елементів стрілочних переводів є основою для прогнозування нормативних строків їх служби залежно від пропущеного тоннажу та експлуатаційних умов.

Л і т е р а т у р а

1. Експлуатаційні випробування стрілочних переводів на залізобетонних брусах марки Р65 1/11 та 1/9 українського та російського виробництва: Звіт про НДР / Київський університет економ. і технолог. транс. №372/02-1027.02-Цтех. К., 2003. 150 с.
2. Даніленко Е.І. Положення про нормативні строки служби стрілочних переводів у різних експлуатаційних умовах. Е.І. Даніленко, М.І. Карпов, В.Д. Бойко. К.: Транспорт України, 2003. 30 с.
3. Даніленко Е.І., Бойко В.Д., Твердомед В.М., Олійник О.А. та ін. Технічні умови на експлуатацію стрілочних переводів на коліях Київського метрополітену. К.: РВЦ КП «Київський метрополітен». 2015. 19 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ БУДОВИ І ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ МАБ-II ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА

Твердохліб Б.В. – магістр, tverdokhlib1999@gmail.com
Іщенко В.М. – к.т.н., доц., ischenko_vm@qsuite.duit.edu.ua
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переведення холодильної машини системи кондиціювання повітря пасажирського вагона на альтернативний холодоагент.

Метою роботи є аналіз будови і технічних характеристик холодильної машини системи кондиціювання повітря МАБ-II, а також оцінка технічного стану її обладнання для застосування альтернативного холодоагента.

Основний текст. В пасажирських вагонах забезпечення комфортних умов пасажирам здійснює система кондиціювання повітря, яка подає та обробляє свіже повітря знезаражує його з метою запобігання розповсюдження інфекції. В теперішній час на залізницях України в експлуатації знаходяться пасажирські вагони з системами кондиціювання повітря типу МАБ-II, АВК та інші. Холодильні машини систем кондиціювання повітря МАБ-II розраховані на використання холодоагента хладон-12 (R12), який визнаний озоноруйнуючою речовиною та його виробництво та використання заборонено [1]. У зв'язку з цим виникає необхідність заміни R12 на альтернативний холодоагент, що потребує дослідження можливості його використання в діючій холодильній машині.

Холодильна машина системи кондиціювання повітря МАБ-II парова компресійна, одноступеневого стиснення, автоматизована, агрегатної конструкції, складається з компресорного та конденсаторного агрегату, розміщених під вагоном, випарника-повітроохолоджувача з терморегулюючими вентилями, розташованих під дахом вагона у нагнітаючому повітропроводі системи вентиляції [2]. Автоматичне управління роботою холодильної машини здійснюється в залежності від положення режиму перемикача на щитку керування. Холодильна машина має холодопродуктивність 31кВт при температурі кипіння холодоагенту +5°C, та температурі конденсації +55°C при використанні холодоагента R12. Аналіз будови і технічних характеристик холодильної машини та його обладнання проводимо на підставі загальної структурної схеми фреонові парової компресійної холодильної машини, яка складається: компресорний агрегат; теплообмінні апарати; допоміжні апарати; контрольно-вимірювальні прилади; прилади автоматики; робочі тіла.

Компресорний агрегат складається з компресора типу «V» і електродвигуна.

Компресор поршневий фреоновий, 4-х циліндровий з V-подібним розташуванням осей циліндрів, блок-картерний, сальниковий. Об'єм, що описують поршні компресора за одиницю часу 112 м³/год при частоті обертання вала 1450 об/хв. Електродвигун, що здійснює привод компресора постійного струму, напругою 110В, потужністю 13кВт. Теплообмінні апарати випарник – повітроохолоджувач та конденсатор ребристо-змеевикової конструкції. Випарник-повітроохолоджувач та конденсатор виготовлений з мідних труб діаметром 15мм з товщиною стінки 1мм. Площа поверхні теплопередачі випарника-повітроохолоджувача – 100м², конденсатора – 185м².

Ресивер лінійний, ємністю 36 л., має два оглядових скла, виготовлений з алюмінієвого сплаву. Три фільтра-осушувача мають адсорбент, розрахований на використання R12. Контрольно-вимірювальні прилади представлені манометрами тиску всмоктування, тиску нагнітання, тиску оливи. Робочий тиск манометра всмоктування 0,215...0,219 МПа, манометру нагнітання 0,66...1,29 МПа, манометра оливи 0,3...0,45 МПа. Терморегулюючий клапан з зовнішнім вирівнюванням тиску розрахований на використання R12. Робочі тіла: холодоагент R12, компресорна олива ХФ 12-18. Офіційно рекомендованим для заміни шкідливого для навколишнього середовища R12 в системах кондиціонування повітря є фреон 134 а (R134a).

При заміні (ретрофіті) R12 на R134a особливу увагу надають можливій зміні холодопродуктивності [3]. Але фізичні властивості стосовно холодопродуктивності R134a подібні R12, тому не виникає потреби в заміні компресора.

В діючому компресорі необхідно заміна мінеральної оливи на синтетичну поліефірну марки фірми «Castrol», «Mobil», «Hegkhel». Синтетична олива повинна мати відповідну в'язкість та бути стабільною впродовж тривалого періоду часу. Особливу увагу необхідно приділити герметичності конструктивних елементів холодильної машини, через підвищену текучість R134a. В теплообмінних апаратах вплив синтетичної оливи на конструкційні матеріали, особливо мідні, потребують експериментальної перевірки. Прокладки з матеріалу, що використовувались для R12 необхідно замінити на основі поліетиленової тканини, або хлор змістовного поліетилену. Адсорбенти, що використовуються у фільтрах осушувачах при R12 повинні бути замінені на адсорбенти з молекулярним ситом, розрахованим на структуру молекули R134a. Діючи холодильну машину можливо заправляти холодоагентом R134a замість R12 без демонтажу компресорного, конденсаторного агрегату і випарника – повітроохолоджувача. Переведення холодильної машини, яка працює на R12 на холодоагент R134a може бути проведений з використанням сервісного обладнання і звичайної практики сервісного обслуговування холодильного

обладнання.

Висновки. 1. Екологічна безпека систем кондиціонування повітря пасажирських вагонів напряму залежить від холодоагента, яким заправлена холодильна машина.

2. Перехід до холодоагентів, що не містять хлор, потребує заміни R12 в холодильних машинах на альтернативний холодоагент з потенціалом руйнування озону ODP=0, до яких належать R134a.

3. На підставі аналізу будови і технічних характеристик холодильної машини системи кондиціонування повітря МАБ-ІІ пасажирського вагона та оцінки технічного стану її обладнання визначаються термодинамічні та експлуатаційні характеристики альтернативного холодоагента і можливість його застосування в діючому холодильному обладнанні.

Л і т е р а т у р а

1. Монреальський протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. ЮНЕП: Программа ООН по окружающей среде. Монреаль. 1987. 24 с.

2. Техническая документация вагона с установкой кондиционирования воздуха. ФЕБ ВАГОНБАУ АММЕНДОРФ ГАЛЛЕ ГДР ЖА-76-44.

3. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. М.: Колос, 2000. 160 с.

4. Іщенко В.М., Брайковська Н.С., Щербина Ю.В., Горлушко Ю.В. Рекомендації з ретрофіту холодильної машини системи кондиціонування повітря пасажирських вагонів. Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems experience, prospects, 2022, pp. 63-65.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ

Усатий В.С. – магістр, vitalijusatyj9@gmail.com

Сапронова С.Ю. – д.т.н., проф., doc.sapronova@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Вагони відносяться до обслуговуваних, ремонтуємих об'єктів і залежать від умов експлуатації, однак час роботи кожного з них до першої відмови, або між відмовами виявляється різним, що свідчить про неоднорідність міцнісних властивостей вагонів і нерівномірності їх навантаження в експлуатації. Такі особливості недостатньо враховувати звичайними розрахунками за допустимими напруженнями. Надійність визначають властивості вагонів, їх здатність виконувати свої функції, зберігаючи в часі значення експлуатаційних показників у межах, що відповідають заданим режимами і умовам роботи, і забезпечуючи безпеку при експлуатації.

Метою роботи є аналіз показників надійності вантажного вагону, яка в свою чергу залежить від надійності агрегатів, вузлів і деталей вагонів, що впливає на безпеку руху поїздів. Надійність вагона обумовлюється його безвідмовністю, ремонтопридатністю а також довговічністю його складових частин.

ДСТУ 3004-95 розглядає основні визначення надійності стосовно вагонних конструкцій [10].

Надійність вагона – це властивість його виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу або встановленого пробігу. Надійність вагона забезпечується не тільки правильним проектуванням і розрахунком, точним виготовленням та складанням, але і в значній мірі раціональною експлуатацією, технічним обслуговуванням і своєчасним і якісним ремонтом.

Тому при вивченні надійності вагонів і частин, аналізі та систематизації відмов особливої важливості набуває класифікація відмов, шляхом встановлення основних ознак, що характеризують той чи інший вид відмови [7].

Відмови як будь-які випадкові події можуть бути незалежні і залежні.

Незалежні відмови – це такі, поява яких не пов'язана з виникненням інших відмов.

Відмови, поява яких пов'язана з іншими відмовами, називаються залежними.

Відмова, до усунення якого використання виробу за призначенням неможливо, називається повна. Якщо, не дивлячись на відмову, залишається можливість часткового використання виробу за призначенням, то така відмова називається частковою.

Довговічністю вагона називають властивість його зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів. Чим довговічніше елементи вагона, тим за інших рівних умов вище його надійність. Граничний стан вагона, який визначається неможливістю його подальшої експлуатації, може бути результатом зносу базових елементів вагона (рама, кузов) до такої міри, коли ремонт згідно з діючими правилами ремонту і технічним умовам неможливий або недоцільний. Показником довговічності вагона є термін роботи його між заводськими ремонтами.

Ремонтотпридатність – властивість вагона, що полягає в пристосованості його конструкції до попередження, виявлення та усунення відмов і несправностей шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів. Ремонтотпридатність вагона оцінюють тривалістю відновлення його працездатності, а також витратами праці і коштів на попередження, виявлення та усунення несправностей і відмов. Рівень ремонтотпридатності конструкції вагона характеризується трудомісткістю робіт при складанні і розбиранні і ін. Чим вище рівень ремонтотпридатності вузла, механізму, агрегату або вагона в цілому, тим менше часу витрачається на зняття

відмов і установку нового (або відновленого), елементу, тим менше тривалість простою вагона в ремонті, а також витрати праці і матеріальних засобів.

Найбільш важливими показниками (критеріями), що дозволяють кількісно оцінювати надійність вагонів в експлуатації є наступні:

- ймовірність безвідмовної роботи;
- інтенсивність відмов;
- середній пробіг або час роботи між двома сусідніми відмовами.

Ймовірність безвідмовної (справної) роботи протягом часу t визначається за формулою [8].

$$P(t) = \frac{N_0 - m_0}{N_0}, \quad (1)$$

де N_0 – кількість вагонів на початку випробувань або експлуатації;
 m_0 – кількість вагонів, що мали відмови за час роботи t або пробіг l .

Ймовірність безвідмовної роботи вагона є спадною функцією часу його роботи або пробігу. Зі збільшенням пробігу ймовірність безвідмовної роботи зменшується. При нескінченно малому значенні пробігу (в початковий період) ймовірність безвідмовної роботи дорівнює одиниці, тобто $P(0) = 1$; при нескінченно великому значенні пробігу ймовірність безвідмовної роботи дорівнює нулю, тобто $P(\infty) = 0$.

Для визначення величини ймовірності безвідмовної роботи вагона можуть бути використані статистичні дані виробничої експлуатації або дані, отримані із спеціально поставленого експерименту.

Поряд з ймовірністю безвідмовної роботи для характеристики надійності вагона можна користуватися поняттям ймовірності появи відмов $Q(t)$ на протязі деякого часу. Чим менше ця вірогідність, тим надійніше вагон. Так як в будь-який момент часу вагон може перебувати тільки в одному з станів – справному або несправному – з теореми додавання ймовірностей слідує

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad \text{або} \quad Q(t) = 1 - P(t). \quad (2)$$

Підставимо замість $P(t)$ його значення з формули для ймовірності безвідмовної роботи, отримаємо

$$Q(t) = \frac{m_0}{N_0}, \quad (3)$$

Середній час роботи між двома сусідніми відмовами t_{cp} (напрацювання на відмову) визначається за формулою

$$t_{cp} = \frac{N_0 \cdot t}{n_0}, \quad (4)$$

де N_0 – кількість дослідних вагонів;

t – середня тривалість роботи одного вагона, годин;

n_0 – загальна кількість відмов у всіх дослідних вагонах за час t .

Очевидно, чим триваліше час роботи між двома сусідніми відмовами, тим надійніше вагон.

Аналогічно середньому часу роботи між відмовами визначається середній l_{cp} пробіг N_0 вагонів між відмовами, км

$$l_{cp} = \frac{N_0 \cdot l}{n_0} = \frac{L}{n_0}, \quad (5)$$

де l – пробіг кожного з вагонів, км;

L – сумарний пробіг дослідних вагонів, км;

n_0 – загальна кількість відмов у всіх дослідних вагонах за пробіг L .

Оборотною величиною t_{cp} є небезпека або інтенсивність відмов λ_t , тобто середня частота несправностей вагонів на одиницю часу

$$\lambda_t = \frac{l}{t_{cp}} = \frac{n_0}{N_0}. \quad (6)$$

Для ремонтів вагонів використовується показник - параметр потоку відмов $\omega(t)$, який характеризує середню частоту відмов, що припадають на певну величину пробігу. У цьому випадку кожен вагон може мати кілька відмов, які усуваються ремонтом.

Висновок. В результаті проведеного аналізу можна стверджувати, що надійність вагона обумовлюється його безвідмовністю, ремонтпридатністю а також довговічністю його складових частин. Параметр потоку відмов показує на те, що вагон може мати кілька відмов, які усуваються ремонтом.

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. Київ: Держстандарт, 1995. 128 с.
2. Кельрих М.Б. Мартинов І.Є., Брайковська Н.С., Петухов В.М. Основи надійності вагонів. навч. посібник. Харків: Вид-во Укр ДУЗТ, 2013. 106 с.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш.школа, 2000. 479 с.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Фомін О.В. – д.т.н., проф., fominaleksejvictorovic@gmail.com

Козинка О.С. – аспірант., kozynka1520mm@gmail.com

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту вагонів вагонного господарства на Укрзалізниці. Вирішення проблем автоматизації контролю технічного стану вагонів у процесі їх експлуатації пов'язане зі зміною всієї системи ремонту і технічного обслуговування вагонів, а також з показниками надійності та контролепридатності вагонів, що залежить від їхньої конструкції.

Метою роботи є підвищення продуктивності і якості технічного обслуговування та ремонту вагонів за рахунок створення сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами. Застосування засобів технічного діагностування та систем контролю забезпечує безпеку руху поїздів.

Викладення основного матеріалу. Під час експлуатації складальні одиниці та деталі вагона втрачають свої первісні властивості через знос. При цьому відбуваються зміни закономірностей взаємодії складальних одиниць і деталей: спочатку кількісно, коли виникають несуттєві дефекти, а потім якісно, коли дефекти, що накопичуються і розвиваються, і пошкодження призводять до відмов. Для характеристики цих змін використовується поняття «технічний стан» вагона в цілому або його окремих складальних одиниць. Під технічним станом об'єкта (вагон) розуміють функціонування і під час заданого технологічного процесу.

У процесі технічного обслуговування та ремонту контроль технічного стану рухомого складу відіграє особливу роль, оскільки дозволяє вчасно виявляти дефекти конструктивних елементів і усувати їх. Засоби контролю, за умовами їх використання, можна поділити за наступними напрямками:

- 1) стаціонарні комплекси, через які проходить рухомий склад під час експлуатації;
- 2) стаціонарні комплекси, які виконують контроль деталей рухомого складу при виконанні ремонтних робіт;
- 3) мобільні засоби контролю, які використовуються як під час технічного огляду, так і при ремонті.

Окрім згаданих засобів контролю, до них відносяться: вимірювальний інструмент, шаблони, прилади неруйнівного контролю.

Система автоматичного контролю за механізмом автозчеплення (САКМА) (рис.1) призначена для автоматичного виявлення на ходу поїзда несправностей автозчепних пристроїв і можливості розчеплення двох суміжних автозчепів.

За принципом дії САКМА є оптико-електронною системою, що базується на оптичному методі контролю геометричних розмірів зазору між замком і ударною поверхнею зів'язу суміжного автозчеплення.

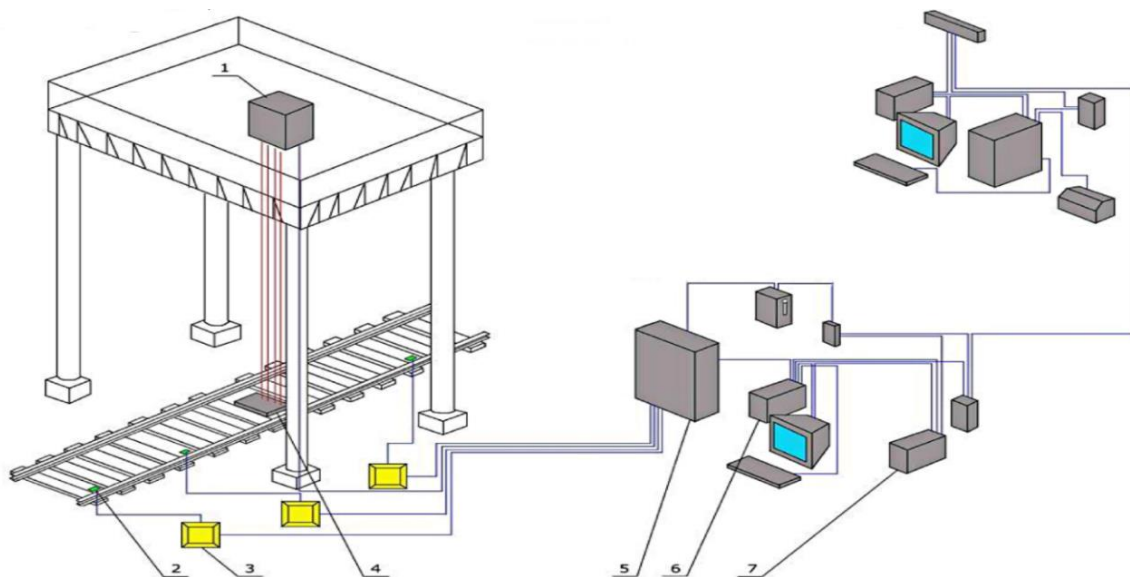


Рисунок 1 – Система автоматичного контролю за механізмом автозчеплення (САКМА): 1 – блок лазерних випромінювачів; 2 – датчики рахунку осей; 3 – колійні муфти; 4 – камеру для підлоги; 5 – стійку сполучення з комп'ютером; 6 – системний блок живлення; 7 – блок безперебійного живлення

Для автоматизації процесів вимірювання параметрів вузлів і деталей рухомого складу доцільно застосовувати автоматизовані стаціонарні установки з використанням безконтактних лазерних пристроїв контролю основних геометричних параметрів рам і надресорних балок візків, пружин, гальмових башмаків, фрикційних клинів, колісних пар, автозчепного пристрою та його деталей тощо. Ці безконтактні оптичні пристрої забезпечують необхідну точність і діапазон вимірювання геометричних параметрів. На рис. 2 та рис. 3 наведено приклади використання автоматизованих установок, робота яких базується на безконтактних методах лазерного контролю геометричних параметрів візків і колісних пар. Дані установки можуть бути застосовані на потокових лініях ремонту.

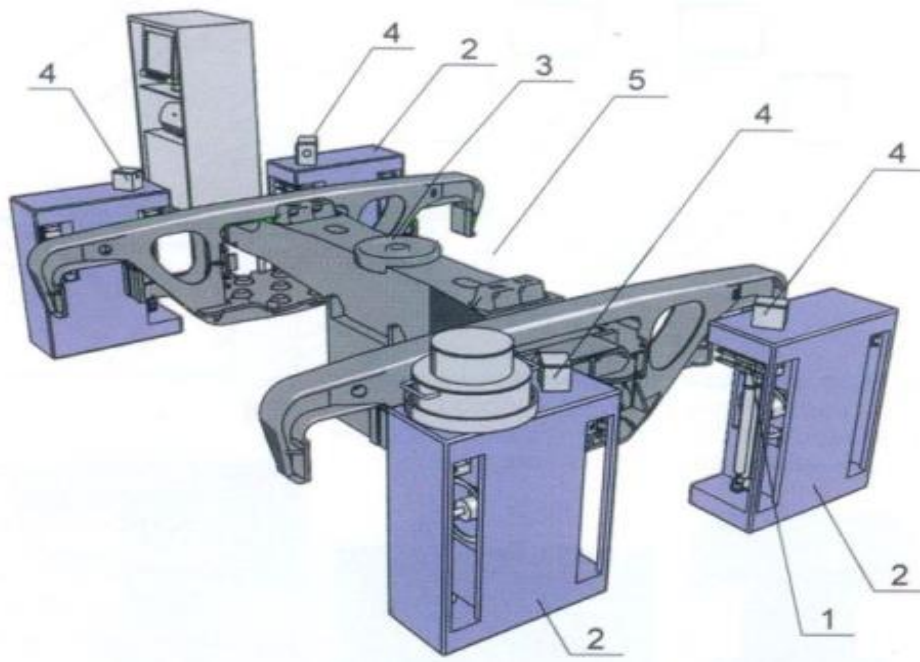


Рисунок 2 – Автоматизована установка вимірювання геометричних параметрів візків: 1, 3, 4 – лазерні тріангуляційні вимірювачі; 2 – модулі вимірювання рами; 5 – візок.

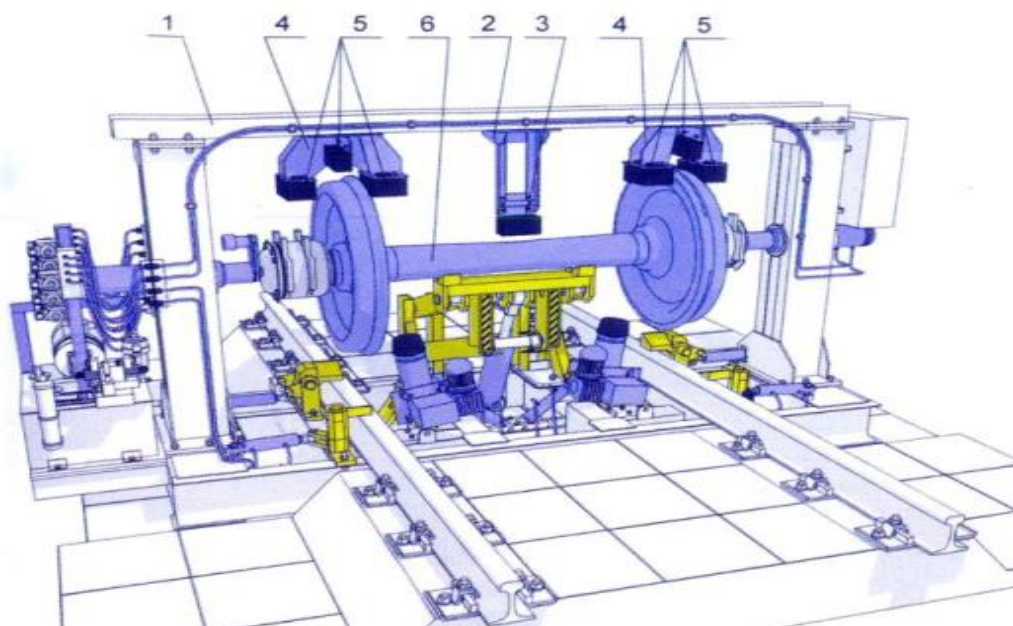


Рисунок 3 – Автоматизована безконтактна установка для вимірювання параметрів колісних пар візків вантажних вагонів: 1 – рама; 2, 4 – кронштейни; 3, 5 – лазерні тріангуляційні вимірювачі; 6 – колісна пара

Для перевірки технічних характеристик пневматичного та електропневматичного обладнання гальм вагонів використовують мобільну установку діагностування гальм УДТМ, яку показано на рис. 4. Ця установка забезпечує проведення випробування гальм одного вагона або групи вагонів.

Установка УДТМ забезпечує: продувку гальмової магістралі; зарядження гальмової магістралі групи вагонів; гальмування складу; відпуск; перевірку щільності та тиску гальмової магістралі тощо.



Рисунок 4 – Установка діагностування гальм мобільна

Висновок. Удосконалення системи контролю технічного стану вагонів дозволить Укрзалізниці вирішити значну кількість питань, пов'язаних зі своєчасним виявленням несправностей рухомого складу і їх усуненням. За рахунок цього, підвищення якості ремонту, збільшення міжремонтного пробігу та забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті.

Л і т е р а т у р а

1. ГОСТ 18322-78 Система технічного обслуговування та ремонту техніки. Терміни та визначення [Текст]. 28 с.
2. Вагони: Підручник для вузів ж.-д. трансп. / Л.А. Шадур, І.І. Човноков, Л.Н. Микільський, Є.Н. Микільський, В.Н. Котуранов, П.Г. Проскурнєв, Г.А. Казанський, А.Л. Співаковський, В.Ф. Дев'ятков; За ред. Л.А. Шадура. 3-тє вид., Перероб. та дод. М.: Транспорт, 1980. 439 с.
3. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 - [Чинний від 2015-07-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2014. 162 с. (Державний стандарт України).
4. Бігус Г.А., Данієв Ю.Ф., Бистрова Н.А. Основи діагностики технічних пристроїв та споруд. М: Видавництво МДТУ ім. Н.Е. Баумана, 2015. 448 с.

КОНТРОЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ВАГОНА-ЦИСТЕРНИ ДЛЯ НАФТОПРОДУКТІВ

Фомін О.В. – д.т.н., проф., fominaleksejvictorovic@gmail.com

Прокопенко П.М. – Ph.D., prokpenko1520mm@gmail.com

Кара С.В. – к.т.н., s.kara1520mm@gmail.com

Туровець Д.А. – аспірант, turovecd1520mm@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. У зв'язку з гострим дефіцитом на ринку України палива, та з метою імпорту його з ринків країн Європи, гостро стає питання в доставці таких вантажів залізницями України та завантаження його в українські вагони на заливних пунктах. Для вирішення даного питання необхідно розробити проєкт модернізації котла цистерни шляхом встановлення додаткової горловини в котлі, провести контрольні випробування та модернізувати ряд вагонів-цистерн існуючого парку для таких потреб.

Метою роботи є проведення контрольних випробувань модернізованого вагона-цистерни та перевірка виконаної модернізації вимогам нормативних документів [1, 2, 3, 4].

Викладення основного матеріалу. Контрольні випробування проведені в об'ємі: випробування щодо вписування вагона в габарит, визначення маси тари, міцнісні випробування (ударні, скидання з клинів, випробування під час ремонту та обслуговування, визначення опору втомі), гідравлічні випробування, визначення геометричних параметрів, неруйнівний контроль.

Загальний вигляд виконаної модернізації приведений на рисунку 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд модернізації

Відповідно до розробленої схеми розміщення тензорезисторів [1, 2] зображених на рисунку 2 проведена установка тензорезисторів в зоні виконаної модернізації та з'єднання їх в напівмостову схему Уїтстона з одним активним та

компенсаційним тензорезистором. Така схема передбачає вимірювальний канал, який доповнюється тензометричним модулем NI 9237, що здійснює масштабування миттєвих значень вхідної напруги і аналого-цифрове перетворення в цифровий сигнал. Після підключення та перевірки працездатності засобів вимірювальної техніки виконано вимірювання напружень в дослідних місцях під час випробування під час ремонту та обслуговування, гідравлічних випробувань, випробувань по скиданню з клинів та ударних випробувань. Під час вписування вагона в габарит візуально контролювалося відсутність відхилень елементів габаритної рамки.

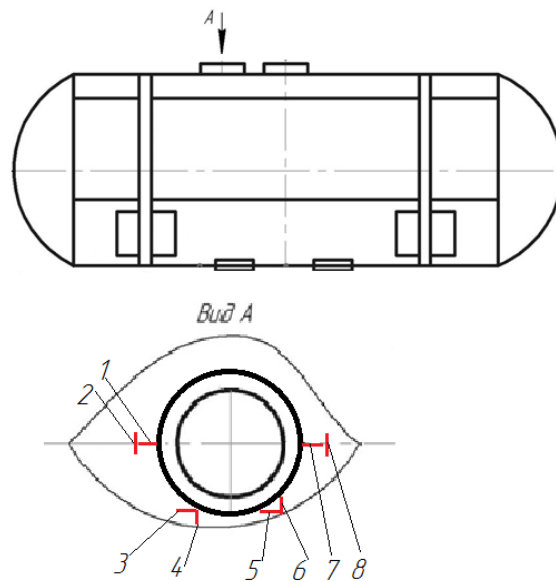


Рисунок 2 – Місця розміщення тензорезисторів

За результати проведених випробувань визначено коефіцієнт запасу опору втомі визначено для зон модернізацій у відповідності до [1, 2]. Коефіцієнти запасу опору втомі наведено у таблиці 1, всі значення відповідають вимогам $[n] \geq 1,5$.

Таблиця 1 – Розрахункові коефіцієнти запасу опору втомі

№ дослідної зони (№№ тензорезистори)	Розрахунковий коефіцієнт запасу опору втомі	Розширена невизначеність	Допустимий коефіцієнт запасу опору втомі
	n		[n]
Зона 1 (тензорезистори 1, 2)	2,65	±0,02	≥1,5
Зона 2 (тензорезистори 3, 4)	3,09		
Зона 3 (тензорезистори 5, 6)	2,91		
Зона 4 (тензорезистори 7, 8)	2,96		

Висновок. За результатами проведених контрольних випробувань можна зробити наступні висновки:

- сумарні напруження в елементах зони модернізації дослідного зразка від поздовжніх квазістатичних навантажень (вертикальних навантажень за результатами типових ударних випробувань та випробувань скидання з клинів) по тензорезисторах складають 115,3 МПа та не перевищують допустимих 325 МПа [1, 2];

- сумарні напруження по тензорезисторах під час гідравлічних випробувань складають 5–23 МПа та не перевищують допустимих за критерієм міцності 292,5 МПа, не перевищують допустимих за критерієм границі витривалості 210 МПа [1, 2]. Порушень герметичності цистерни не виявлено;

- дослідний модернізований вагон-цистерна відповідає габариту 02-ВМ [4] та маса тари складає 25440 кг.

Л і т е р а т у р а

1. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 [Чинний від 2015-07-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2014. 162 с. (Державний. стандарт України).

2. Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей (ГОСТ 33211-2014, IDT): ДСТУ ГОСТ 33211:2017 [Чинний від 2017-07-01]. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 58 с. (Державний. стандарт України).

3. Вагони-цистерни магістральних залізниць колії 1520 мм. Загальні технічні умови (ГОСТ 10674-97): ДСТУ 3445-96 [Чинний від 1999-07-01]. Київ: УкрНДНЦ, 1996. – 34 с. – (Державний. стандарт України).

4. Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD): ДСТУ Б В.2.3-29:2011 [Чинний від 2012-12-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2011. 41 с. (Державний. стандарт України).

ВИПРОБУВАННЯ СТІЙКИ СІДЕЛЬНОЇ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАПІВПРИЧЕПІВ НА ВАГОНАХ-ПЛАТФОРМАХ МОДЕЛІ 13-9004М

Фомін О.В. – д.т.н., проф., fominaleksejvictorovic@gmail.com

Прокопенко П.М. – Ph.D., prokpenko1520mm@gmail.com

Кара С.В. – к.т.н., s.kara1520mm@gmail.com

Туровець Д.А. – аспірант, turovecd1520mm@gmail.com

Лісничий В.С. – аспірант, jluca1301@gmail.com

*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Для з'ясування можливості перевезення вагонами-платформами з стійкою сидельною автомобільних напівпричепів, передбачено проведення комплексу випробувань, який включає в себе: ударні

випробування, ходові міцнісні та ходові динамічні випробування.

Комплекс випробувань проводиться з метою дослідження міцності стійки сидельної та показників якості та безпеки руху вагона-платформи моделі 13-9004М з встановленим на ній стійкою та напівпричепа та їх відповідність діючим в Україні нормативним документам.

Метою роботи є проведення дослідження міцності стійки сидельної, показників якості та безпеки руху вагона-платформи моделі 13-9004М з встановленою на ній стійкою та напівпричепа на відповідність вимогам нормативних документів [2, 3, 4].

Викладення основного матеріалу. Випробування проведені в об'ємі: міцнісні випробування (ударні, скидання з клинів, ходові міцнісні випробування, визначення опору втомі), визначення показників якості руху.

Відповідно до розробленої схеми розміщення тензорезисторів [1] зображених на рисунку 1 та 2 проведена установка тензорезисторів на елементах стійки сидельної та на візку вагона платформи моделі 13-9004М та з'єднання їх в напівмостову схему Уітстона з одним активним та компенсаційним тензорезистором. Така схема передбачає вимірювальний канал, який доповнюється тензометричним модулем NI 9237, що здійснює масштабування миттєвих значень вхідної напруги і аналого-цифрове перетворення в цифровий сигнал. Після підключення та перевірки працездатності засобів вимірювальної техніки виконано вимірювання напружень в дослідних місцях під час випробувань по скиданню з клинів, ударних випробувань та під час дослідних поїздок на ділянці в навантаженому стані на швидкостях до 90 км/год.

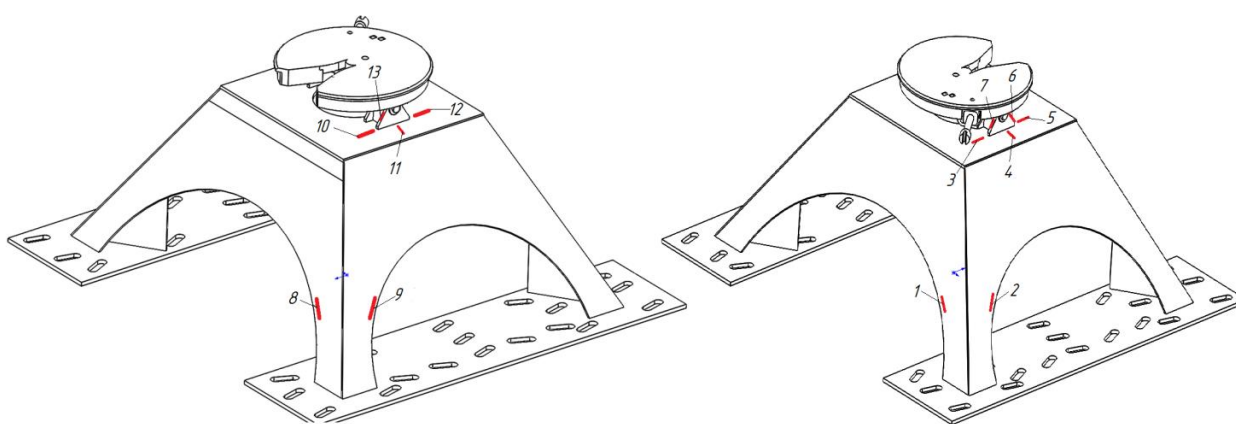


Рисунок 1 – Місця розміщення тензорезисторів на стійці сидельній

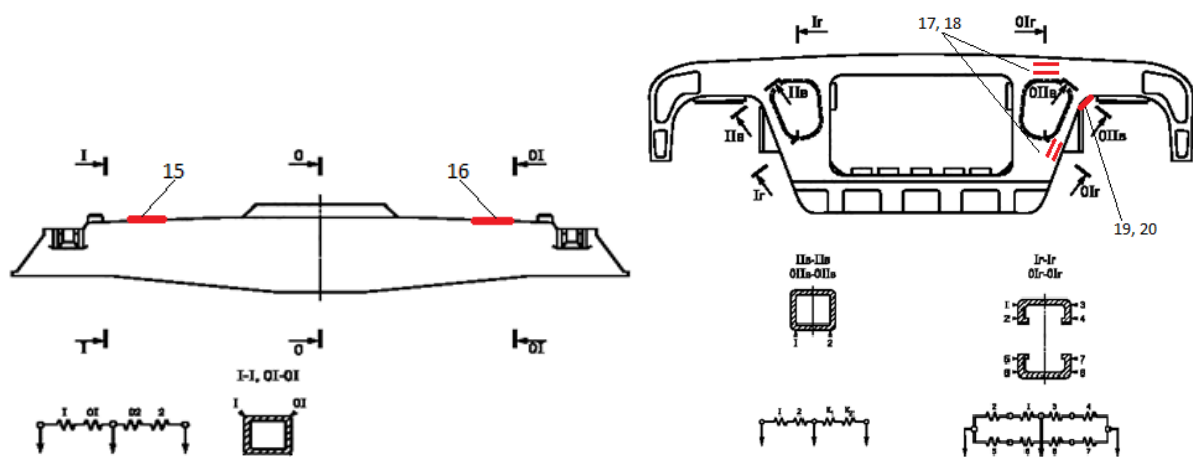


Рисунок 2 – Місця розміщення тензорезисторів на візку

Висновок. За результатами проведених ударних випробувань, випробувань скидання з клинів, ходових міцнісних випробувань стійки сидельної для напівпричепів та ходових динамічних випробувань вагона-платформи моделі 13-9004М із стійкою сидельною з встановленим напівпричепом у завантаженому стані на дільниці Дарниця – Ніжин – Дарниця встановлено наступне:

- під час випробувань «скидання з клинів» максимальне значення напружень склало 35,22 МПа, канал 11 під час бокової хитаючи;
- під час ударних випробувань зі сторони стійки сидельної максимальне значення напружень склало 225,97 МПа, канал 8; 277,42 МПа, канал 1;
- під час ударних випробувань з протилежної сторони стійки сидельної максимальне значення напружень склало 169,03 МПа, канал 8;
- розрахункові сумарні максимальні напруження від випробувань «скидання з клинів» та ударних випробувань складають 306,92 МПа, що не перевищує допустиме значення $\sigma_T = 345$ МПа;
- мінімальні розрахункові значення коефіцієнта запасу опору втомі стійки сидельної для перевезення напівпричепів на вагоні-платформі 13-9004М в зоні 11 становить $1,52 \pm 0,02$ при розрахунковому строку служби 20 років;
- вагон-платформа моделі 13-9004М із стійкою сидельною з встановленим напівпричепом у завантаженому стані відповідає вимогам [2] за наступними показниками: коефіцієнт вертикальної динаміки обресореної маси візка, коефіцієнт вертикальної динаміки необресореної рами візка, коефіцієнт горизонтальної динаміки, коефіцієнт запасу стійкості колеса від сходу з рейок в діапазоні швидкостей до 80 км/год включно.

Л і т е р а т у р а

1. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 [Чинний від

2015-07-01]. Київ : УкрНДНЦ, 2014. 162 с. (Державний. стандарт України).

2. Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей (ГОСТ 33211-2014, IDT): ДСТУ ГОСТ 33211:2017 [Чинний від 2017-07-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 58 с. (Державний. стандарт України).

3. Вагони вантажні й пасажирські. Методи випробувань на міцність та ходові якості): РД.24.050.37.95 [Чинний від 1995-02-02]. М.: 1995. 102 с. (Керівний документ).

4. Стійка сидельна для перевезення напівпричепів на вагонах-платформах моделі 13-9004М: НДКТІ/НВЦ УІ 002-2. Київ: НДКТІ: Філія "Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту" АТ "Укрзалізниця", 2022. 26 с. (Програма та методика випробувань)

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЗАЛІЗНИЦЬ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ

Хмелевська Н.П. – аспірант, hmelevnela@gmail.com

Курган М.Б. – д.т.н., проф., kunibor@gmail.com

Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження впливає із Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, в якій окремим розділом розглядається «Інноваційний розвиток транспортної галузі та глобальні інвестиційні проекти». Відмічається, що на сьогодні спостерігається гостра конкурентна боротьба між державами за домінування на світовому ринку надання транспортних послуг, де конкурентні переваги дають швидкість, безпеку та ефективність, які безпосередньо залежать від широкого використання інновацій та високих технологій.

У 2020 р. була надрукована Програма стратегічних досліджень та інновацій залізничного транспорту (ERRAC) [1]. Нова дослідницька програма є унікальною можливістю для досягнення інноваційних результатів. Вона охоплює велику кількість проблемних питань залізниці, економіки та суспільства, а також захищає природні ресурси й навколишнє середовище. Нова програма технічних та операційних інновацій (SRIA) може змінити внесок залізниць у мобільність в Європі, задовольняючи потреби користувачів.

Відсутність останніми десятиліттями в Україні сталого фінансування розвитку транспортної галузі та недостатнє технічне обслуговування об'єктів транспортної інфраструктури призвели до масштабного зносу її основних фондів. Залучення інвестиційних коштів з таких джерел в інноваційні транспортні проекти – це умова розвитку не тільки транспортної галузі, а і національної безпеки та конкурентоспроможності країни [2]. У зв'язку з цим, першочерговим і пріоритетним завданням для залізничної галузі є розширення наукових

досліджень з проблем створення прогресивних технологій організації міжнародних вантажних перевезень, формування та функціонування ефективної транспортної системи, розробка принципово нових систем управління з використанням прогресивних інноваційних технологій для організації швидкісного руху поїздів в Україні.

Мета роботи – показати інноваційні процеси, запровадження яких в колійному господарстві Укрзалізниці дозволить інтенсифікувати перспективні напрямки діяльності. Об'єктом дослідження є процес впровадження інноваційних технологій при організації швидкісного руху поїздів в Україні.

Для знаходження варіанту оптимальної реконструкції ділянки транспортного коридору залізнична лінія розглядається як комплексна система, що складається з пристроїв і споруд, які через незадовільний технічний стан можуть обмежувати рівень швидкостей руху поїздів на кожній конкретній ділянці.

Матеріали дослідження. На сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту практично вичерпані, пропускна спроможність окремих дільниць та напрямків залізниць не задовольняє вимогам щодо обсягів та швидкості вантажних перевезень, а суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів по одних і тих же ділянках стримує впровадження швидкісного руху.

За різними оцінками, знос залізничної колії становить 25-27%. Через це на залізницях діють обмеження швидкості поїздів на коліях загальною протяжністю більше тисячі кілометрів. На основі перспективних завдань, автором проведено аналіз сучасного стану й досліджені передумови щодо впровадження швидкісного руху поїздів [3], визначені обсяги робіт для зняття обмежень швидкості руху і мінімізації зносу колії [4].

Перешкодою до переходу на інноваційний шлях розвитку в Україні стала класична форма організації руху (змішаний рух), яка полягає у використанні інфраструктури в перевезенні як пасажирів, так і вантажів. Можливим варіантом вирішення цієї проблеми є відокремлення вантажного руху від пасажирського [5].

На основі проведеного дослідження обґрунтовані параметри плану лінії на швидкісних залізницях, надані рекомендації щодо проведення паспортизації кривих. Результати з оцінки ефективності перебудови кривих для впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів наведено в роботі [6].

Напрямки міжнародних транспортних коридорів відрізняються умовами експлуатації, параметрами плану й поздовжнього профілю, мають різні можливості щодо реалізації максимальної швидкості руху. За участю автора розглянуто інноваційні технології діагностики та обслуговування колійної інфраструктури, надано рекомендації щодо подальшого розвитку залізничної інфраструктури шляхом інноваційного розвитку і вдосконалення науково-технічного потенціалу з урахуванням стану колійної інфраструктури і структури

поїздопоток [7].

Висновки. Використання інноваційних технологій при створенні швидкісних залізниць – нова форма діяльності, яка набуває все більшого поширення в Україні. На основі проведених за участю автора теоретичних та експериментальних досліджень приходимо висновку, що технічні вимоги і норми улаштування і утримання залізничної колії, параметри плану й профілю повинні бути диференційованими в залежності від призначення залізниці (пасажирський, вантажний чи змішаний рух) і рівня встановленої максимальної швидкості.

Розподілення напрямків за спеціалізацією дозволить встановлювати параметри плану і раціональну швидкість для певної категорії поїздів, якій буде надана перевага, що дасть змогу підвищити комфортабельність їзди пасажирів, зменшити знос рейок та коліс рухомого складу, обсяги робіт з поточного утримання колії, скоротити витрати електроенергії або палива на рух поїздів.

Інноваційна діяльність в структурах колійного господарства й інших суміжних галузях підніме досягнення технічного прогресу на рівень світових стандартів і дозволить вирішувати завдання щодо якісного та ефективного забезпечення високих показників з перевезення пасажирів і вантажів.

Л і т е р а т у р а

1. Rail strategic research & innovation agenda. SRIA. Режим доступу: https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2020/12/RAIL-Strategic-Research-and-Innovation-Agenda-2020_FINAL_dec2020.pdf. 76 p. Назва з екрану.
2. Chornopyska, N.; Stasiuk, K. Logistics Potential of the Railway as a Key for Sustainable and Secure Transport Development, *Transport Means*, 2020, pp. 421- 425.
3. Kurhan, M., Kurhan, D., Husak, M., Hmelevska, N. Perspectives of High-Speed Train Traffic in Ukraine at the Stage of Integration with the European Network. *Transport Means*, 2021, pp. 47-52.
4. Kurhan, M., Kurhan, D., Novik, R., Baydak, S., Hmelevska, N. Improvement of the railway track efficiency by minimizing the rail wear in curves. *IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering*, 2020, 985, p. 165475.
5. Kurhan, M., Kurhan, D., Husak, M., Hmelevska, N. Increasing the Efficiency of the Railway Operation in the Specialization of Directions for Freight and Passenger Transportation. *Acta Polytechnica Hungarica*, 2022, 19(3), pp. 231-244.
6. Kurhan, M., Kurhan, D., Hmelevska, N. Maintenance Reliability of Railway Curves Using Their Design Parameters. *Acta Polytechnica Hungarica*, 2022, 19(6), pp. 115-127.
7. Kurhan, D., Kurhan, M., Hmelevska, N. Development of the High-Speed Running of Trains in Ukraine for Integration with the International Railway Network. *Acta Polytechnica Hungarica*, 19(3), 2022, pp. 207-218.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З РЕЙКАМИ ПРИ ЗМІЩЕННІ ЦЕНТРУ МАС ВАНТАЖУ

Швець А.О. – аспірантка, angtiger.am@gmail.com
Мурадян Л.А. – д.т.н., проф., leontymuradian@gmail.com
Український державний університет науки і технологій

Актуальність дослідження зумовлена дотриманням особливих правил при транспортуванні поширених промислових вантажів, металопрокату та великовагових вантажів залізничним транспортом. Перевезення означених вантажів залізницею – це дорогий й часом небезпечний вид діяльності, а також одне з важливіших напрямків експлуатаційної діяльності. У той же час, перевагою перевезення залізничним транспортом є низька вартість, особливо на великих відстанях [1].

Для перевезення залізничним транспортом використовуються універсальні (платформи, піввагони, криті вагони) та спеціалізовані вагони. Останні дозволяють досягти високих стандартів перевезення різних типів вантажів. Однак є потреба у додатковому реквізиті для кріплення, який описаний в технічних умовах. Вантажовідправникам, на відміну від перевізників та операторів вагонів, вигідно використовувати спеціалізовані вагони, кузова яких за конструкцією і розмірами добре пристосовані для перевезення тих чи інших окремих видів вантажів. При порівнянні універсальних платформ з відповідним навісним обладнанням та універсальних піввагонів, універсальні платформи із спеціальним обладнанням мають істотні переваги [2, 3].

Метою роботи є проведення теоретичного дослідження динамічної взаємодії кузова вагона-платформи та триелементного візка базової моделі, а також у вивченні стійкості руху при поздовжньо-поперечному зміщенні центру мас вантажу та одночасному підвищенні швидкості руху.

Безпека руху поїздів та збереження вантажів, які перевозяться, також безпосередньо залежать від способу розміщення й кріплення вантажів.. Для стійкості та безпеки транспортування особлива увага приділяється центру мас, який має бути розташованим на перетині центральних поздовжніх та поперечних ліній симетрії. Якщо потрібно перевезти нестандартний вантаж, можливе незначне зміщення центру мас. Крім того, у процесі перевезення вантажів іноді виникає необхідність у несиметричному розташуванні їх у вагоні. Зміщення центру мас вантажу відносно центральних площин симетрії вагона можливе й при транспортуванні [4, 5].

Відповідно до правил перевезення вантажів у вагонах відкритого типу при розміщенні на платформі вантажу на двох підкладках, покладених поперек її рами симетрично відносно поперечної площині симетрії платформи, розташування

підкладок визначається залежно від навантаження на підкладку й ширини B_n розподілу навантаження на раму платформи. Розташування підкладок, що знаходяться в межах бази платформи (рис. 1), або за межами бази платформи (рис. 2) визначається відповідно до чинних правил перевезення вантажів у вагонах відкритого типу [2].

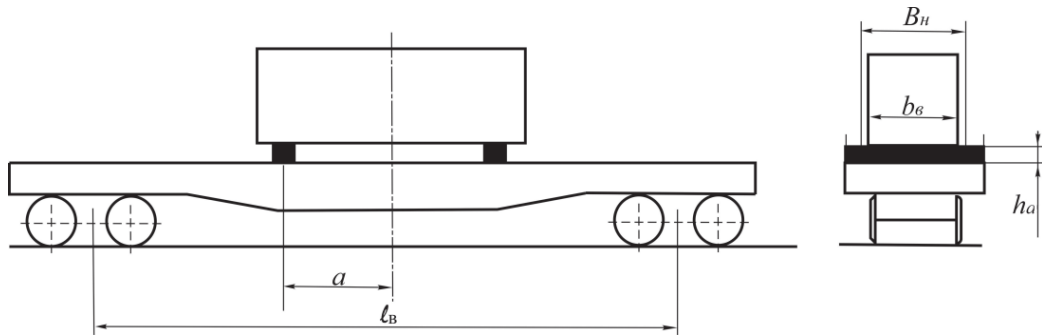


Рисунок 1 – Розміщення вантажу на двох підкладках, розташованих у межах бази платформи

де $b_в$ – ширина опори вантажу у місці спирання, мм; h_a – висота підкладки, мм.

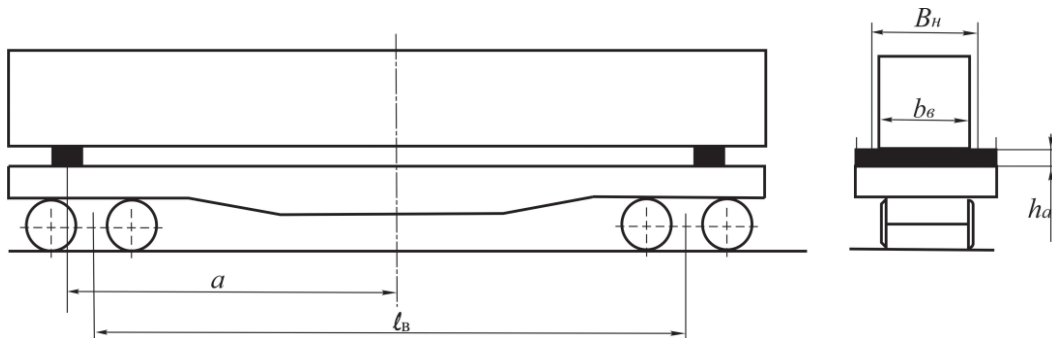


Рисунок 2 – Розміщення вантажу на двох підкладках, розташованих за межами бази платформи

Теоретичні дослідження динамічної навантаженості вагона (зчепу вагонів) в експлуатації знайшли відображення у багатьох роботах. Реалізовані при цьому математичні моделі дають рішення, що добре узгоджуються з експериментальними даними [6, 7].

При дослідженні просторових коливань вагонів введено такі припущення. Передбачається, що вагони мають одноступінчасте ресорне підвішування, кожен з них складається з 12 твердих тіл: вантажу, кузова, двох надресорних балок, чотирьох бокових рам та чотирьох колісних пар. Схема рами візка передбачається шарнірною. Враховуються пружно-в'язкі та інерційні властивості основи колії у вертикальній та горизонтальній площині.

Розрахункова схема вантажного вагона обрана у відповідності до рис. 1 та рис. 2. Центр маси кузова вагона-платформи поміщений на початок координатної системи, а центр мас вантажу зміщений на величини A_x у поздовжньому напрямку та A_y у поперечному напрямку. Механічна система має 42 ступеня свободи. З урахуванням рівнянь зв'язків складені диференціальні рівняння коливань вагона за допомогою принципу Даламбера.

Висновок. В результаті проведеного дослідження запропоновано математичну модель динамічної взаємодії завантаженої платформи з урахуванням поздовжньо-поперечного зміщення центру мас. Дослідження містить розвиток методів математичного моделювання динамічних процесів взаємодії рухомого складу та рейок. Аналогічні обчислення можна застосовувати при виконанні кількісної та якісної оцінки впливу зміщення центру мас на динамічні характеристики рухомого складу під час руху по ділянках колії з нерівностями.

Л і т е р а т у р а

1. Muradian, L., Pitsenko, I., Shaposhnyk, V., Shvets, A., Shvets, A. Predictive model of risks in railroad transport when diagnosing axle boxes of freight wagons. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2022, pp.1-5. DOI: 10.1177 /09544097221 122043.
2. Shatunov, O.V., Shvets, A.O. Study of dynamic indicators of flat wagon with load centre shift. Science and Transport Progress, 2019, 2(80), pp. 127-143. DOI:10.15802/stp2019/165160.
3. Шатунов О.В. Динаміка зчепу вагонів-платформ під час перевезення довгомірного вантажу / О.В. Шатунов, А.О. Швець. Наука та прогрес транспорту, 2020, № 4 (88), С. 114-131. DOI: 10.15802/stp2020/213381.
4. Zhang, D, Tang, Y, Sun Z., Peng, Q. Optimising the location of wagon gravity centre to improve the curving performance. Vehicle System Dynamics. 2020, pp. 1-15. DOI:10.1080/00423114.2020.1865546.
5. Blokhin, E.P., Pshinko, O.M., Danovich, V.D., Korotenko, M.L. Effect of the state of car running gears and railway track on wheel and rail wear. Railway Bogies and Running Gears: Proceedings of the 4th International Conference, Budapest, 1998, pp. 313-323.
6. Данович В.Д., Анисимов П.С. Колебания в горизонтальной плоскости 4-осн. платформы с несимметрично расположенным тяжеловесным грузом. М: Вестник ВНИИЖТ. 1989, 3, С. 5-9.
7. Анисимов П.С. Модель пространственных колебаний платформы с длинномерным грузом. Мир транспорта. 2013, 4, С. 6-13.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДОПОМІЖНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Ярошенко І.М. – магістрант, irinaarosenko8@gmail.com

Співак О.М. – к.т.н., доц., alexspi@ukr.net

Київський інститут залізничного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Для вирішення завдань тягового забезпечення підприємств на Укрзалізниці необхідна реконструкція і модернізація деталей і вузлів електрорухомого складу (ЕРС) для продовження їх терміну служби. 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. На ЕРС є цілий комплекс пристроїв, від надійної роботи яких залежить правильне функціонування локомотива і поїзда в цілому. Таке обладнання називають допоміжним. На ЕРС такими допоміжними пристроями є електромашинні перетворювачі і фазорозщеплювачі, компресори, насоси вентилятори, генератори ланцюгів керування, перетворювачі напруги, дільники напруги та ін. Перелічені апарати виконують функції, пов'язані з підтриманням нормальних умов роботи тягового та гальмівного обладнання ЕРС. В якості двигуна в приводах систем допоміжних машин постійного струму використовують колекторні двигуни, а змінного струму – асинхронні двигуни.

Дослідження та аналіз показали, що до 20% відмов на електровозах відбувається через пошкодження допоміжних машин, що в більшій мірі обумовлено недосконалістю системи їх живлення. Схеми живлення допоміжних машин підлягають модернізації шляхом заміни електромашинних перетворювачів і фазорозщеплювачів на сучасні перетворювачі з використанням напівпровідникових пристроїв.

Метою роботи є вдосконалення існуючих схем живлення допоміжних машин електровозів шляхом побудови перетворювача власних потреб на новій елементній базі сучасних напівпровідникових приладів.

Основні матеріали дослідження. В ЕРС змінного струму, що отримує живлення від контактних мереж постійного або змінного струмів в схемах живлення допоміжних машин відбувається відповідно інвертування постійної напруги в трифазну напругу, або розщеплення однофазної змінної напруги в трифазну. Всі використовувані сьогодні на ЕРС схеми живлення систем допоміжних машин змінного струму з асинхронними двигунами можна розділити на схеми з :

- електромашинним або конденсаторним перетворенням числа фаз;

- схеми зі статичними напівпровідниковими перетворювачами власних потреб (ПВП).

На електровозах серій ВЛ60, ВЛ80, ВЛ85 в схемах з електромашинними перетворювачами в якості пристрою, що створює трифазну мережу використовується обертовий фазорозщеплювач (ФР), головним недоліком якого є той факт, що він не виконує корисної роботи, яка виправдана лише в пускових і перехідних режимах і ускладнює конструкцію електровозу, знижує його загальну надійність і енергетичні показники [1].

На більш пізньому ЕРС – 2ЕЛ5, ЕП1М тощо, а також на електровозах ВЛ80ТК, від застосування обертових ФР відмовилися, на користь конденсаторної схеми живлення системи допоміжних машин, яка показана на рис.1. З точки зору реалізації конденсаторна схема відрізняється істотною простотою, але, як і схема з обертовим ФР, вона не забезпечує формування симетричної трифазної живильної системи напруг в усьому діапазоні зміни умов роботи ЕРС [2].

Для поліпшення умов роботи допоміжних машин змінного струму запропоновані різні варіанти побудови систем живлення. Найбільш вдале рішення запропоновано на основі об'єднання переваг сучасних ПВП з перевагами «конденсаторних» схем живлення. Модернізація основана на створенні напівпровідникового перетворювального пристрою, завданням якого є не формування трифазної напруги, а корекція існуючої трифазної системи, одержуваної за допомогою конденсаторів. Таким пристроєм є маловентильний перетворювач, розглянутий в роботі А.В. Невінського [21].

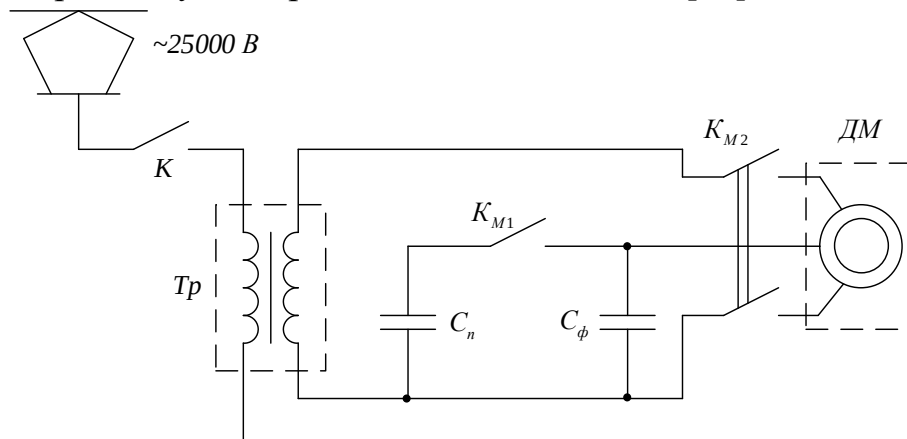


Рисунок 1 – Спрощена схема живлення допоміжних машин змінного струму зі статичним конденсаторним розщепленням фаз

Схема, яка пояснює принцип підключення маловентильного перетворювача в конденсаторну схему живлення асинхронного двигуна показана на рис. 2.

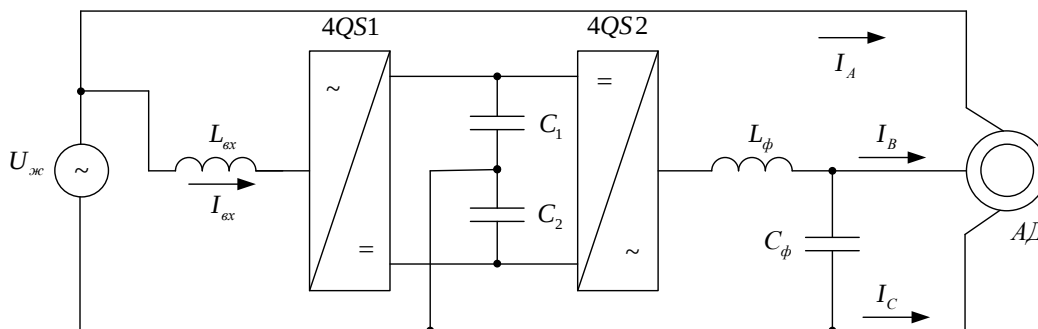


Рисунок 2 – Схема живлення асинхронного двигуна з маловентильним перетворювачем

Запропонований пристрій матиме істотно менші габарити, в порівнянні з перетворювачами власних потреб, що вже застосовуються, і, відповідно, меншу вартість. Для забезпечення симетричного трифазного живлення перетворювач здійснює додатковий відбір потужності від джерела живлення, споживаючи з нього вхідний струм $I_{вх}$, і виробляє струм компенсації $I_{комп}$, який направлений до конденсаторної фази двигуна.

Висновок. Впровадження маловентильного перетворювача дозволяє відносно недорого модернізацію системи живлення допоміжних машин на електровозах, що експлуатуються в даний час і підтверджує доцільність їх використання.

Л і т е р а т у р а

1. Федюков Ю.А., Марченко Е.А., Фошкіна С.В. Расщепитель фаз и расщепительный эффект. Локомотив. 2011. №4. С. 7-28.
2. Невинский А.В. Системы питания цепей собственных нужд современного тягового подвижного состава. Электроника и электрооборудование транспорта. 2010. №. 2-3. С. 15-18.

СЕКЦІЯ 7: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ

МОРСЬКИЙ ШОВКОВИЙ ШЛЯХ

Куришина Ю.М. – бакалавр, kurshinajulia2004@gmail.com
Вільшанюк М.С. – ст.викладач, maramaxiq2406@gmail.com
Одеський національний морський університет

Актуальність роботи полягає у виході торгово-економічних відносин Азії та країн Європи на новий рівень та розвитком нових проектів у сфері морських перевезень.

Метою роботи є проведення дослідження проекту КНР «Один пояс і один шлях» та аналіз переваг участі у ньому Україні.

«Один пояс, один шлях» – наймасштабніший міжнародний проект КНР. Завданням проекту є створення транзитно-транспортної системи, яка зв'яже Китай з країнами Євразійського континенту і Африки. Концепція передбачає створення і розвиток транспортно-логістичної інфраструктури та розробку нових механізмів регіонального економічного партнерства.

В рамках китайської стратегічної програми «Один пояс і один шлях» розробляється ряд проектів морських і сухопутних шляхів між Європою і Китаєм під загальною назвою Новий Шовковий Шлях. Сухопутні траси об'єднані назвою «Економічний пояс Шовкового шляху», морські «Морський Шовковий шлях 21 століття».

Основні маршрути економічного поясу Шовкового шляху ведуть з Китаю через Центральну Азію до Європи (до Балтійського моря); з Китаю через Центральну Азію і Західну Азію до Перської затоки і Середземного моря; з Китаю в Південно-Східну Азію, у Південну Азію до Індійського океану. Основні напрямки морського Шовкового шляху ХХІ століття: з морських портів Китаю через Південно-Китайське море до Індійського океану і далі до Європи, а також з китайських портів через Південно-Китайське море в південну акваторію Тихого океану [1].

Проект «Морський Шовковий шлях ХХІ століття» надає країнам АСЕАН (Асоціація держав Південно-Східної Азії; англ. Association of South East Asian Nations) і території Південного Китаю доступ до портових терміналів на території Китаю.

До складу АСЕАН входять 10 держав. Безпосередньо країни, що утворили його, були Індонезія, Малайзія, Сінгапур, Таїланд і Філіппіни. Пізніше приєдналися Бруней-Даруссалам, В'єтнам, Лаос і М'янма, Камбоджа. На даний

момент статус спостерігача мають Папуа - Нова Гвінея і Східний Тимор.

Морський Шовковий шлях доповнює Економічний пояс і є ініціативою щодо інтеграції в Південно-Східній Азії, Океанії та Північній Африці шляхом розвитку інфраструктурних проектів в морській галузі. Зокрема, в рамках проекту планується будівництво двох каналів:

- 1) в Нікарагуа як альтернатива Панамському каналу;
- 2) через перешийок Кра в Таїланді, вузької частини Малайського півострова, як альтернатива традиційному маршруту через Малакську протоку.

Основа проекту - логістична безпека країни, проте проект позиціонується китайською владою не як звичайний транспортний коридор, а як спосіб зміцнення впливу в країнах китайського транзиту. Крім цього, агресивні інвестиції Китаю в інфраструктуру покликані підтримати і простимулювати економічне зростання. Китай побудував у ряді дружніх йому країн великі сучасні порти: Гвадар у Пакистані, Хамбантота у Шрі-Ланці, Читтогонг у Бангладеш, Чаупхью у М'янмі та планує будівництво ряду нових. Завдання полягає лише в тому, щоб модернізувати та з'єднати в єдину систему наявну інфраструктуру, а в разі потреби — додати ланки, що бракують [3].

Значимість Морського шовкового шляху для Китаю обумовлюється декількома факторами. По-перше, країни розташовані вздовж морського маршруту є важливими торгівельними партнерами Китаю. Тому, що морська торгівля займає ключове місце в структурі китайської економіки (90% зі всієї торгівлі здійснюється за допомогою моря; 60% нафти імпортується морем). По-друге, реалізація цього проекту напряду пов'язана із подальшим розвитком приморських регіонів Китаю, таких як провінції Хебей, Шаньдун, Цзянсу, Чжецзян, Фуцзя, Гандун та Хайнань. По-третє, формування Індо-тихоокеанського регіону, частиною якого є морські кордони південно-східної Азії. По-четверте, китайська стратегія Морського шовкового шляху може стати альтернативним драйвером економічної інтеграції країн Азійсько-Тихоокеанського регіону [2].

Вигідне географічне положення України на перетині шляхів з Європи в Азію, з Півночі на Південь на фоні перевантаження і перенасичення європейських транспортних вузлів створює передумови для інтеграції транспортної мережі України в міжнародну транспортну систему, а її потужна транспортна система та інфраструктура, наявність наукового й освітнього середовища роблять її потенційно привабливою для залучення в систему міжнародних транспортних коридорів.

Згідно з прогнозами розвитку світової економіки, основні фінансові та торговельні потоки будуть зосереджені в трикутнику США - Європа - Азіатсько-Тихоокеанський регіон. Таким чином, Україна, будучи природним транзитним мостом між Європою і Азією, має високі шанси вигідно використовувати своє

географічне розташування.

Україна пропонує Китаю спільно розвивати логістичний коридор в Європу.

Україна має важливе значення в реалізації ініціативи «Один пояс, один шлях», націленої на посилення геополітичного співробітництва між Азією і Європою.

Шовковий шлях буде однозначно сприятиме становленню України як впливового лідера регіону Центральної та Східної Європи.

Для розвитку транспортного комплексу України та можливості участі у Новому Шовковому шляху необхідно виконати такі завдання:

1. Створення умов для транспортного забезпечення подальшого економічного зростання України, розвитку та якісного поліпшення обслуговування її населення;

2. Поетапну реалізацію інституціональних перетворень у транспортному секторі економіки на основі вдосконалення системи управління галуззю, розмежування функцій державного і господарського управління, реформування форм власності і розвитку конкурентного середовища на ринку транспортних послуг, лібералізації у сфері ціноутворення;

3. Прискорення модернізації виробничо-технічної бази, вихід на світовий техніко-технологічний рівень, формування нових підходів в інноваційній та інвестиційній політиці, спрямованій на вирішення цього завдання, включаючи залучення іноземного та національного приватного капіталу у формах спільних підприємств, лізингу, концесійної діяльності;

4. Продовження та прискорення інтеграції України до європейської та світової транспортних систем на принципах Європейської транспортної політики, адаптації національного законодавства до міжнародного транспортного і митного права, наближення до міжнародних стандартів, технічних, техніко-експлуатаційних та екологічних вимог у сфері транспортної діяльності.

Висновок. Проект морського шовкового шляху XXI століття є дуже перспективним та важливим. Не тільки тим, що дозволяє розвивати торгово-економічні відносини між країнами Європи та Азії, а й тим що забезпечує повну модернізацію портового обладнання, будування нових портів та залучення ще більших інвестицій в сферу морських перевезень. Для Китаю цей проект є дуже важливий для ще більшого укріплення у сфері морський перевезень, тому він так багато вкладається в нього. Для України це шанс ще сильніше укріпити свої торгівельно-економічні відносини та вдосконалити свою транспортну систему та систему перевезень.

Л і т е р а т у р а

1. Чжан Сіюнь «Один пояс – один шлях». [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: "Один пояс — один шлях" (zn.ua).
2. «Південно-східна Азія в проєкті Китаю « Морський шовковий шляху ХХІ століття»: аспекти безпеки». Ігнат'єв С.В. Наукова робота «Південно-східна Азія: актуальні проблеми розвитку» Том 1, 2018. С. 2-3.
3. «Морський Шовковий шлях ХХІ століття – глобальний геополітичний проєкт Китаю» Коміссіна І.М. Наукова робота «Проблеми національної стратегії №1: міжнародна політика», 2017. 65 с.
4. Морський каталог-довідник [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. <http://www.midships.ru/>.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Росич К.Є. – бакалавр, od4pokich@gmail.com

Кічка О.І. – к.т.н., доц., ki4kinaoi@ukr.net

Одеський національний морський університет

Актуальність. В національній транспортній стратегії України, яку було прийнято, на період до 2030 року враховуються світові тенденції розвитку транспортної галузі, а саме- використання принципів мультимодальності, супутникової навігації, інтелектуальних транспортних систем, інформаційних технологій та електронного документообігу [1]. В цьому ж документі визначені основні проблеми, що потребують розв'язання. Серед яких- відсутність ефективної системи комунікацій та зворотних зв'язків між органами управління транспортом, транспортними підприємствами і користувачами транспортних послуг, що, у свою чергу, знижує ефективність управління транспортом та якість транспортно-логістичних послуг [1]. Для вирішення вищезазначених проблем в національній транспортній стратегії України передбачено створення умов для впровадження інтегрованих інформаційних систем для пасажирів та вантажовласників, а саме- впровадження новітніх технологій та інформаційного супроводу перевезень, зокрема, шляхом створення єдиної інформаційної системи технологічної взаємодії різних видів транспорту, вантажовласників, експедиторів та державних органів контролю на транспорті й в пунктах пропуску [1].

Отже, питання аналізу систем інформаційного забезпечення транспортних процесів в мультимодальних системах та подальший пошук шляхів удосконалення взаємодії видів транспорту на підставі використання інтегрованих інформаційних систем є актуальним.

Мета. Аналіз систем інформаційного забезпечення транспортних процесів в мультимодальних системах та пошук шляхів удосконалення взаємодії видів

транспорту на підставі використання інтегрованих інформаційних систем.

Основна частина. Впровадження інформаційних систем в забезпеченні транспортних процесів мультимодальних перевезень передбачає залучення сучасних технологій ідентифікації, навігації, електронного обміну даними, технологій із застосуванням математичних методів і моделей, в тому числі моделей нечіткої логіки та нейромережових технологій.

Аналіз існуючих інформаційних систем, що забезпечують роботу різних видів транспорту дозволив зробити висновок, що ступінь інтегрованості між ними дуже низький.

Незважаючи на досить чітку організацію та високий рівень автоматизованих систем управління залізничним транспортом, комунікація з суб'єктами інших видів транспорту не забезпечує належної взаємодії в процесі мультимодальних перевезень. На даний час автоматизована система АС “Месплан”, за допомогою якої клієнти планують перевезення вантажів у внутрішньому та міжнародному сполученнях на підставі автоматизації процесу формування замовлень, вже не задовільняє сучасні вимоги транспортного ринку. Тому в перспективі – заміна її системою обробки замовлень, яка дозволить формувати замовлення на різні послуги, включаючи аренду локомотивів і вагонів суміжниками (порти, власники вагонів, елеваторів або локомотивів).

На морському транспорті функціонує затверджена Постановою Кабінету Міністрів України інформаційна система портового співтовариства, що передбачає співпрацю різних учасників технологічних процесів в порту, а саме: експедиторів, перевізників, морських агенів, вантажовласників, портових операторів, Адміністрації порту, контролюючих органів, постачальників морських послуг. Але можливості взаємодії перевізників різних видів транспорту з погодженням технологічних операцій на шляху переміщення вантажів в мультимодальних перевезеннях остається під питанням. Інформаційна система E-PORT передбачає взаємодію з агентами, експедиторами, контролюючими органами.

У 2021 році було виграно тендер на створення системи забезпечення мультимодальних вантажних перевезень, інтеграції з іншими системами, та цифровізації процесів у портах України. Створення такої системи зафіксовано в завданні Національної програми інформатизації на 2022-2024 роки.

Але на цей час реально існує безліч програмних продуктів і інформаційних систем для забезпечення транспортних процесів для різних видів транспорту.

Варто виділити систему Videotrans, яка слугує для належного обслуговування підприємств транспорту, які можуть отримувати довідки та вводити інформацію про надходження та розпорядження транспортними засобами або товаром [2].

Операційна система терміналу (Terminal Operating System- TOS) спрямована на контроль переміщення та зберігання різних типів вантажів у контейнерному терміналі, порту чи внутрішньому депо та навколо них. Вона є інтегрованою та визначає час доставки повідомлень з будь-якої точки світу в іншу та обмежується лише тривалістю процесу переформатування даних та часом очікування початку обслуговування [3].

Проект TRAPIST використовується в роботі малих та середніх портів. Базою даних можуть користуватися сумісно оператори портів та терміналів, а також портові фірми, які беруть участь у перевезенні вантажів. Візуалізація оперативних проблем дає можливість оператору розглядати альтернативні рішення, спираючись не тільки на досвід [4].

Інформаційна система HABIS, яка функціонує в порту Гамбург, забезпечує інформаційну взаємодію морських перевізників із залізничним та автомобільним транспортом.

Інформаційна система ACTION (Agents Container Transport Improving and Organizing Network) дає можливість взаємодіяти із залізничним, морським та автомобільним контейнерним транспортом і здійснювати контроль над контейнерними вантажами та операціями з ними за всім логістичним ланцюгом.

Висновок. Аналіз наведених та інших інформаційних систем виявив необхідність структуривання інформаційного середовища галузі, пошуку нових підходів розробки систем з більш широким спектром дій з використанням сучасних систем ідентифікації, системи обміну електронними документами, інтелектуальних модулів, заснованих на математичних моделях нечіткої логіки та нейромережових технологій.

Л і т е р а т у р а

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. [Електронний ресурс]: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018>.
2. Інформаційні системи на транспорті. Види та застосування [Електронний ресурс]: <https://tadviser.com/index.php/Product:Videotrans>.
3. Terminal Operating System (TOS) [Електронний ресурс]: <https://rbs-tops.com/id/glossary/terminal-operating-system-tos/>.
4. Європейська комісія. Дослідження INSPIRE та TRAPIST [Електронний ресурс]: https://joinup.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/inspire-support-multi-modal-travel-information-services?f%5B0%5D=field_content_listing_type%3Adocument.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Сидорчик П.О. – бакалаврант, oxylay2@gmail.com

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

*Київський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Транспортний комплекс є важливою складовою у структурі економічної системи будь-якого морського держави. Кожна країна повина прагнути до створення передумов для розвитку національного судноплавства за світовими стандартами, що забезпечить інвестиційну привабливість галузі насамперед для національних експортерів, а при наявності власного флоту підвищувати конкурентоспроможність своїх товарів на основних ринках збуту.

Метою роботи є виявлення проблем та розробка комплексу заходів щодо покращення показників роботи морського транспорту на сучасному етапі.

Портова діяльність виступає у ролі стратегічного аспекту розвитку економіки держави, будучи основною ланкою функціонування транспортної системи. Модернізація портової інфраструктури, терміналів позитивно впливає на стимулювання торгового партнерства морських держав. Для виявлення сучасних тенденцій Організація Об'єднаних Націй (ООН) щорічно проводить конференцію з торгівлі та розвитку (ЮНКТАД), у ході якої приділяється особлива увага результатам діяльності та інноваціям у сфері морського транспорту з метою відстежити тенденції та забезпечити учасників ринку перевезень необхідною та актуальною інформацією: з цією метою випускаються звіти, що містять щорічну статистику, та огляди. У 2020 році ЮНКТАД окреслив загальні тенденції у морському транспорті на найближче майбутнє. Однією з найбільш важливою є ініціатива, в якій морські порти виступають у ролі двигуна процесу глобалізації і є центрами логістичних та транспортних мереж, тому один з основних способів розвитку портів та терміналів на даний період та у перспективі – це поширення цифрових технологій. Отже, порти повинні відповідати сучасним тенденціям і мати більш глибокі підхідні шляхи для суден, що задовольняє інноваційним технологіям обладнання, здатність забезпечувати інтенсивні вантажно-розвантажувальні роботи, збільшення складських зон, прискорення процесів митного очищення тощо. Таким чином, перед транспортним комплексом кожної держави, яка є морською державою, стоять певні завдання, які для свого рішення потребують розробки відповідних цільових програм із виділенням під них бюджетних коштів.

Висновок. Міжнародні організації та держави повинні визначати завдання та цілі, створювати директиви, націлені на гармонійний та своєчасний розвиток

даної галузі щоб цифровізація розвивалася успішно. Потрібна тісна взаємодія всіх учасників цієї галузі (приватні, державні, міжнародні організації), що призведе до прискореного впровадження цифрових рішень. Таким чином, цифровізація носитиме не тільки загальний, міжнародний характер, а й буде реалізована для малих та середніх підприємств.

Л і т е р а т у р а

1. Михайлова Ю.В., Карева А.А. Выявление проблем и обоснование стратегических приоритетов развития морской отрасли Украины на современном этапе. Современные направления теоретических и прикладных исследований. 2014. С. 23-40.
2. Могилевкин И.М. Транспорт. Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет. // под ред. И.С. Королева. М: Экономист, 2003. 334 с.
3. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. ПРОЕКТ. URL: <https://cutt.ly/KMMu5Kz> (дата звернення: 10.11.2022).

СЕКЦІЯ 8: МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ

МЕТРОЛОГІЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІРТУАЛЬНІ ЗАСОБИ ВІМІРЮВАНЬ

Гельман Ю.В. – бакалавр, gelman@snu.edu.ua

Мелконов Г.Л. – к.т.н., доц., g.melkonov78@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У багатьох сферах застосування в метрології вже деякий час використовуються симуляції та віртуальні експерименти. Так, наприклад, у координатно-вимірjuвальній техніці стандарт ISO 15530-4 для певних вимірjuвальних завдань дозволяє оцінювати невизначеність на базі моделювання.

У вигляді „Віртуального координатно-вимірjuвального приладу VCMM“, що обробляє програмне забезпечення для координатно-вимірjuвальних машин, РТВ має розроблений ним самим референтний метод, який був впроваджений у координатно-вимірjuвальні машини великими фірмами виробниками, але вже був переданий і калібрувальним лабораторіям [1].

Оцінка результатів вимірjuвання, включаючи розрахунок невизначеності, виконується автоматизовано, ефективно та з цифровим інтерфейсом для подальшої обробки об'єднаної в мережу інфраструктури. Незалежність РТВ від виробників та довіра до його провідної у світі позиції при розробці обробного програмного забезпечення для розрахунку невизначеності – це ідеальні передумови для подальшого розширення можливостей застосування. Зрештою переслідується мета перенести метод віртуальної КММ на всі класи засобів вимірjuвань, що застосовуються у виробництві, щоб надавати валідні дані щодо досягнутих невизначеностей засобів вимірjuвання та датчиків, що застосовуються у виробничому оточенні.

В області оптичних методів РТВ, займаючи одну з провідних у світі позицій з оптичних площинних асферичних вимірjuвань і володіючи вже багаторазово успішно використовуваним інструментом моделювання „SimOptDevice“ для оптичного розрахунку променів з урахуванням статичних механічних впливів, має ідеальні передумови для розробки комплексного для оптичних приладів виміру форми [2].

Модульна структура та доступність джерел ПЗ принципово дозволяють дуже широке застосування для проведення віртуальних експериментів усередині РТВ. Певні методики вимірів вимушено базуються на фізично коректному моделюванні.

Наприклад, в інтерферометрі „Tilted wave interferometer“, розробленому в Штутгартському університеті та застосовуваному також і в РТВ для асферичної метрології, використовується моделювання ходу променів для визначення відхилення об'єкта випробуваного від цифрового розрахункового зразка [1, 2]. При цьому отриманий шляхом симуляції віртуальний результат виміру порівнюється з реально існуючим, щоб з відхилень вивести фактичну структуру об'єкта. Одним із головних викликів у подібних експериментах є забезпечення простежуваності до одиниць СІ. Через складність фізичної будови та застосовувані методи моделювання тут існує велика потреба в дослідженнях.

Л і т е р а т у р а

1. PTB, „Formmessung gekrümmter optischer Oberflächen“, [Online]. Available: <https://www.ptb.de/cms/nc/ptb/fachabteilungen/abt8/fb-84/ag-842/formmessung-8421.html#c68736>. [Zugriff am 29.3.2017].
2. Mahr, „Tilted Wave Interferometer zur schnellen und flexiblen Messung und Analyse asphärischer Linsen“, [Online]. Available: <https://www.mahr.com/de/Leistungen/Fertigungsmesstechnik/Produkte/MarOpto---Messgeräte-für-die-Optikindustrie/MarOpto-Tilted-Wave-Interferometer/>. [Zugriff am 29.3.2017].

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЇ В ПРОЕКТАХ ЕКОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кіяшко Н.А. – бакалавр, kiyashko_na@gsuite.duite.edu.ua
Кульбовський І.І. – к.т.н., доц., kulbovskiy_ii@gsuite.duit.edu.ua
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Розгляд основних питань метрології та метрологічного забезпечення на залізничному транспорті.

Мета роботи. Підвищення безпеки руху, зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище та покращення якості вітчизняної продукції в умовах ринкової економіки є складовою механізму прискорення соціально-економічного розвитку суспільства, що вимагає посилення дієвості державних стандартів на її технічний рівень з використанням сучасних засобів вимірювання.

Метрологією – є галузю науки про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. Метрологія має важливе значення для науково-технічного прогресу, оскільки без вимірювань, без постійного підвищення їх точності неможливий розвиток жодної з галузей господарства. Завдяки точним вимірюванням стали можливими численні фундаментальні відкриття [1].

Розвиток науки і промисловості стимулював розвиток вимірювальної техніки, а удосконалення її активно впливає на розвиток суспільства. Поряд з метрологією формуються теоретичні основи вимірювальної техніки та окремих видів вимірювань, наприклад, електричні, оптичні, механічні. Нові засоби вимірювальної техніки розробляються на основі сучасних досягнень у галузі математики, фізики, радіоелектроніки, біології, теорії автоматичного управління, теорії зв'язку тощо.

В останні роки у зв'язку з різним рівнем інтенсифікації і автоматизації сучасних технологічних процесів підхід до вимірювань суттєво змінився. Виникла потреба у своєчасному одержанні, опрацюванні потоків вимірювальної інформації, що зумовило виникнення інформаційно-вимірювальних систем.

Для забезпечення науково-технічного прогресу метрологія випереджує у своєму розвитку інші галузі науки, бо для кожної з них точні вимірювання і достовірна інформація є основою [2].

Науково – технічний прогрес у науці та техніці значно посилив роль метрології як науки про вимірювання. Це пояснюється тим, що без випереджувального розвитку метрології неможливий прогрес багатьох напрямків науки і техніки і передусім розробки нових сучасних засобів вимірювання та їх практичне використання. Одним із важливих завдань метрології як науки про вимірювання є забезпечення єдності вимірювання та достовірності їх результатів, оскільки останнім часом різко підвищилися вимоги до точності вимірювань, збільшилась кількість вимірюваних величин.

Науково-технічний процес прямо пов'язаний з інтенсивним розвитком метрології і вимірювань, необхідних як для розвитку природних і точних наук, так і для створення нових технологій та вдосконалення засобів технічного контролю. Все це висуває перед метрологією низку важливих і невідкладних завдань.

У галузі одиниць вимірювань одним із важливих завдань є уніфікація їх на базі широкого впровадження Міжнародної системи одиниць (СІ). Незважаючи на універсальність цієї системи, ще багато одиниць вимірювання є позасистемними і потребують систематизації та уніфікації.

Значно підвищуються вимоги до засобів вимірювання найвищого рівня – еталонів. Точність вимірювання у промисловості у багатьох випадках наближається до граничних технічних меж. На черзі використання знань фундаментальних наук, атомних сталих (енергетичних переходів, випромінювань та ін.), які характеризуються високою стабільністю.

Для розробки нових, більш досконалих і точних еталонів, а також засобів вимірювальної техніки. Зросли вимоги до самої системи передачі розміру одиниці фізичної величини від еталона зразковим засобам вимірювання, а від них

технічним засобам за умови найменшої втрати точності, особливо у промислових процесах [3]. Сучасні еталони і способи передачі розміру одиниці фізичної величини мають бути бездоганними і відповідати вимогам еталона.

Невідкладним завданням є забезпечення точних вимірювань досить малих і достатньо великих значень тиску, температури, частоти витрат та інших параметрів. Розвиток інформаційно-вимірювальних систем на базі електронно-обчислювальних машин потребує розробки нового метрологічного забезпечення таких систем і розробки теорії вимірювання такими системами.

Актуальною сьогодні є проблема розробки інтелектуальних датчиків і на їх базі систем автоматичного контролю, прогнозування та діагностики складних технологічних процесів та наукових досліджень.

Як наукова основа вимірювальних систем метрологія повинна забезпечувати надійність, достовірність і правильність вимірювальної інформації, а також законодавчо регламентувати єдність вимірювань у державі, єдність методів і одноманітність засобів контролю за технологічними процесами і продукцією. Метрологія, узагальнюючи практичний досвід вимірювань, регулює розвиток вимірювальної техніки та методів вимірювань [4].

Одним із важливих завдань метрології є впровадження методів кваліметрії для контролю за якістю виготовлюваної продукції.

Висновок. Досліджено стан метрології та розглянуто основні проблеми метрології залізничного транспорту з питань екології.

Л і т е р а т у р а

1. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація. Навч. посіб. 3-є вид., К.: Знання, 2006. 242с. (Вища освіта ХХІ століття).
2. Лукінюк М.В. Технологічні вимірювання та прилади. Навч.посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2007. 436 с.
3. Коваленко І.О. Метрологія та вимірювальна техніка. Вимірювання неелектричних величин: Навч.посіб. Житомир: ЖДТУ, 2006. 550 с.
4. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація: Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2006. 324 с.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СЕРТИФІКАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Конєв В.М. – бакалавр, konev_vm@gsuite.duit.edu.ua
Кульбовський І.І – к.т.н., доц., kulbovskiy_ii@gsuite.duit.edu.ua
Київський інститут залізничного транспорту
Держаного університету інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження. Сертифікація продукції та послуг в Україні почала розвиватись тільки за роки незалежності, а сертифікація систем якості – практично тільки за останні роки.

Мета роботи. Порівняно з Україною в передових країнах Європи та Америки вона практично завершена, а зараз йде мова щодо переходу до вищої її стадії. Це є можливо однією з причин труднощів вступу України до ГАТТ/ВТО, ЄС та інші об'єднання з організації торгівлі продукцією та надання послуг. Деяким полегшенням для України є наявність такого досвіду проблем. Але наявність високорозвинених країн, окремих об'єднань, корпорацій, фірм тощо, жорсткої боротьби за ринки збуту продукції та незахищеність внутрішніх українських ринків, які створюють для України на сьогодні труднощі.

Держстандартом України на сьогодні прийнято основоположні стандарти з метрології. Яка є основою для здійснення сертифікації продукції та послуг. В стадії перегляду старих, розроблення та прийняття нових стандартів з стандартизації та сертифікації продукції, послуг та систем якості [1].

Багато стандартів міжнародних організацій (ISO, IEC, EN) прийняті за національні стандарти України як ідентичні чи модифіковані. Гармонізація стандартів України з стандартами міжнародних організацій сприяє визнанню відповідності продукції виробників України в багатьох країнах світу. В 2001 році прийнято ДСТУ 1.7-2001 (Правила та методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів).

В сфері стандартизації України не тільки досягає розвинені країни світу, але в деяких напрямків і випереджає їх [2]. Так в Україні прийняті закони України дали змогу створювати та приймати основоположні стандарти в сфері стандартизації, сертифікації, визнання відповідності, акредитації, системи якості, управління якістю не тільки продукції, а й систем управління навколишнім середовищем.

За останні роки в Україні прийнято систему стандартів ISO серії 10000 з управління якістю продукції, засобів вимірювальної техніки, процесів вимірювання; ISO серії 9000 настанов щодо управління та забезпечення елементів, систем якості, моделювання, поліпшення та перевіряння систем якості; ISO серії 14000 з систем управління навколишнім середовищем та екологічного

аудиту; EN серії 45000 з вимог, атестації, акредитації випробувальних і калібрувальних лабораторій органів сертифікації продукції та систем якості, вимог до декларації постачальників тощо [3]. В цей же період розроблені та прийняті необхідні Керівні нормативні документи серії КНД 50 і Рекомендацій серії Р 50 для забезпечення потреб стандартизації, метрології, сертифікації, підтвердження відповідності, акредитації, атестації органів тощо. За цей же період впроваджена система сертифікації УкрСЕПРО.

Зроблено та робиться в цьому напрямку на держаному рівні багато, але на сьогодні ще значно від актуальних потреб окремі об'єднання, підприємства, фірми, товариства.

За останні роки тільки окремі підприємства змогли створити та сертифікувати системи якості, а в розвинених країнах кількість таких систем налічується тисячами та десятками тисяч [4].

Наявність сертифікатів відповідності на системи забезпечення якості підтверджує надійність її власника в торгівлі, піднімає його авторитет у відносинах з банками (полегшує отримання від них кредитів) і страховки компаніями (відшкодування збитків від неякісної продукції тощо).

Висновки. Сертифікована система якості продукції підтверджує спроможність виробника виготовляти тривалий час високоякісну продукцію, сприяє конкурентоспроможності його продукції, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках збуту та реалізувати її за незалежну ціну.

Л і т е р а т у р а

1. Примакова Є., Піроженко О., Кузнецов В. Сертифікація продукції, товарів, робіт, послуг. Підручник 5-вид., Харків: Фактор, 2007. 336 с.
2. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація. Навч. Посіб. 3-є вид., К.: Знання, 2006. 242 с. (Вища освіта ХХІ століття).
3. Величко О.М., Куречук В.Ю. та ін. Основні стандартизації та сертифікації. Підручник для студентів вищ. навч. закл. / О.М. Величко, В.Ю. Кучерук, Т.Б. Гордієнко, В.М. Севастьянов: за заг. ред. О.М. Величко. Херсон: Олді-плюс, 2013. 364 с.
4. ДСТУ 3415-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Реєстр системи».

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ВІДБІР У МЕТРОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ

Мелконов Л.Д. – бакалавр, melkonov52@gmail.com

Мелконова І.В. – к.т.н., доц., melkonova@snu.edu.ua

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метрологічне забезпечення є одним із основних елементів забезпечення якості. Це однаково стосується наукових досліджень, розробки технологічних процесів, забезпечення безпеки відповідно до вимог технічних регламентів, процедур контролю та підтвердження відповідності.

Для метрологічної сумісності необхідно доведення інформації про розміри, прийняті за одиницю до кожного засобу вимірів. З цією метою створені системи відтворення одиниць і їх розмірів (ВЕПР). Графічним відображенням ВЕПР є так звані «перевірочні схеми» [1], які є матеріально-технічною основою забезпечення єдності вимірювань і метрологічної сумісності в країні. Системи ВЕПР можуть мати різний рівень централізації [1].

Оскільки суто централізованих чи суто децентралізованих ВЕПР не може, постає питання ступеня їх централізації. В реальних умовах будь-яка метрологічна служба (метрологічна лабораторія) отримує інформацію про розмір, прийнятий за одиницю від державної системи ВЕПР на необхідному для неї рівні точності. Далі передача одиниць здійснюється всередині організації з опорою на вихідні зразки, які відповідають певному розряду згідно з повірочними схемами.

Однією з основних технічних компонент у системі відтворення, зберігання та передачі розміру одиниці електричного опору є заходи електричного опору (МЕС). Кожна МЕМ зі складу вторинного зразка повинна розглядатися як одиночний зразок [1]. Для визнання та застосування МЕС у цій якості необхідна наявність певної апіорної інформації, що отримується в результаті циклу досліджень. Конкретний зміст досліджень визначається виходячи з необхідності вирішення двох основних завдань:

- вибору типу МЕС, які будуть використані як одиночні еталони;
- вибору конкретних екземплярів МЕС включення до складу вторинних стандартів.

Остаточні рішення, як щодо вибору типу МЕС, і у частині вибору конкретних МЕС, приймаються з урахуванням аналізу документально зафіксованих експериментальних даних. Після проведення аналізу документально фіксується рішення про придатність конкретної МЕМ чи придатність типу МЕМ, що й становить суть інформаційного відбору.

Для МЕС нових типів визначаються основні параметри (довготривала і короткочасна нестабільність, підганяння до номінального значення, температурний коефіцієнт опору (ТКС), навантажувальні характеристики, опір

висновків) і експлуатаційні характеристики (ступінь герметизації, вага, габарити, зручність розташування елементів комутації ланцюга, можливість використання в рідинному та повітряному середовищі, транспортабельність). За підсумками отриманих даних виробляється вибір перспективного (основного) типу МЭС до створення еталонів нового покоління. Для правильного вибору одночасно досліджується кілька типів МЭС.

Довготривалі дослідження типів МЕС, що становлять основу парку еталонних заходів, необхідні для набору статистичних даних про середній термін служби до настання метрологічної відмови, уточнення міжперевірочних інтервалів, для визначення ступеня впливу додаткових факторів, що впливають (наприклад, вологості, атмосферного тиску), для виявлення нових впливових факторів вплив яких не можна знехтувати при переході до метрологічних робіт на вищому рівні точності.

При інформаційному відборі здійснюється як контроль МХ МЭС, аналіз номенклатури МХ та його нормування, а й уточнюється склад СІ та технічних засобів, застосовуваних дослідження МЭС та інших компонентів вторинного зразка.

Л і т е р а т у р а

1. Момот О.І. Менеджмент якості та елементи системи якості: [навч. посібник] / О. І. Момот. Київ: Центр учбової літератури, 2007.

СИГНАЛИ ЯК НОСІЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАСОБАХ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Сінтюрьова М.Є. – магістр, sintyurova_me@gsuite.duit.edu.ua
Кульбовський І.І. – к.т.н., доц., kulbovskiy_ii@gsuite.duit.edu.ua
*Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Виявлення проблем в розрахунках сучасних засобів вимірювальної техніки за допомогою сигналів.

Мета роботи. Розгляд сучасних вимірювальних засобів та шляхів їх вдосконалення за допомогою осигналізування.

Сигнал - це фізичний процес, властивості якого визначаються взаємодією між матеріальними об'єктами. Як правило, сигнали змінюються в часі і просторі, тому важливими властивостями сигналів є параметри, що характеризують його зміну. Сам термін «сигнал» походить від латинського слова *signum* – знак [1].

Однією з особливостей сигналів є здатність переносити в просторі і часі

інформацію. Матерія безперервно рухається і різні форми руху матерії - механічна, електромагнітна, теплова, ядерна, хімічна, гравітаційна тощо, формують відповідні первинні повідомлення - сигнали. Ці сигнали відбивають властивості об'єктів і явищ оточуючого світу. Одні з них сприймаються людиною безпосередньо за допомогою органів почуттів, інші - із застосуванням спеціальних технічних засобів [2].

Існують такі види сигналів у засобах вимірювання, а саме- сигнали, що діють у засобах вимірювань (ЗВ), у тому числі і в інформаційно-вимірювальних системах (ІВС), поділяються на інформаційні сигнали і сигнали інформації.

Вимірювальний сигнал - це інформативний сигнал, один чи декілька параметрів якого залежать від вимірюваної чи відтворюваної фізичної величини.

Вхідний вимірювальний сигнал - це вимірювальний сигнал, що виникає при взаємодії об'єкта вимірювання та ЗВ. Інформативний параметр вхідного вимірювального сигналу залежить певним чином від вимірюваної величини:

$$\alpha = f(z), z \in Z, \alpha \in A \quad (1)$$

де Z - область визначення інформативного параметра; A - область значень інформативного параметра.

Ця функціональна залежність повинна бути стабільною та інваріантною (незалежною, нечутливою) до зовнішніх впливів, інших неінформативних параметрів [3].

Дослідний вимірювальний сигнал - вимірювальний сигнал, один чи декілька параметрів якого або їх залежність від часу стають інформативними в процесі його взаємодії з об'єктом вимірювання.

Проміжний вимірювальний сигнал - це вимірювальний сигнал, який виникає в процесі перетворень при взаємодії з'єднаних ЗВ, що виконують вимірювальні операції.

Сигнал вимірювальної інформації - це сигнал, який представляє вимірювальну інформацію на виході ЗВ. Цей сигнал створюється засобами вимірювання в процесі його взаємодії з вхідним вимірювальним сигналом. Залежно від призначення вони поділяються на візуальні і кодові.

Візуальний (чи операторний) сигнал - це сигнал, який призначається для сприйняття людиною та реалізується у вигляді змінного положення вказівника чи сліду на носії відносно шкали з оцифрованими позначками, або у вигляді цифр та знаків на цифровому відтворювальному пристрої.

Кодовий (чи машинний) сигнал вимірювальної інформації - це сигнал вимірювальної інформації, який призначається для сприйняття іншими технічними засобами.

Сигнали ЗВ є дуже різноманітними за формою і призначенням [4,5].

Зокрема за характером вони поділяються на детерміновані та випадкові. До не випадкових сигналів належать сигнали, в моделях яких відсутні випадкові величини або функції. Здебільшого такі сигнали називають також детермінованими.

Випадкові сигнали описуються стохастичними функціями, що свідчить про вплив випадкових факторів на хід фізичного явища.

Сигнали також можна класифікувати як неперервні та дискретні: неперервні за аргументом та значенням; неперервні за аргументом та дискретні за значенням; дискретні послідовності з неперервними значеннями, дискретні послідовності з дискретними значеннями.

У деяких випадках для неперервного за аргументом і значенням сигналу використовується термін аналоговий як синонім, який взято з термінології аналогових обчислювальних систем.

Терміном цифрові сигнали користуються для опису дискретних в часі та квантованих за рівнями сигналів.

Висновок. З розглядом сучасної вимірювальної техніки виявлено розбіжності в швидкості надання інформації сигналів, тому запропоновано способи передачі інформації між пристроєм та його осигналюванням для покращення роботи в загальній системі за допомогою заміни напівпровідників.

Л і т е р а т у р а

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1988. 448 с.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю / Є.Т. Володарський, В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко [та ін.]. Вінниця: Велес, 2001. 219 с.
3. Сигналы радиотехнические измерительные. Термины и определения: ГОСТ 16465-70. [Введен. с 01.07.71]. М.: Изд-во стандартов, 1987. 27 с.
4. Метрологія. Терміни та визначення : ДСТУ 2681-94. [Чинний від 26.07.1994]. К.: Держстандарт України, 1994. 68 с.
5. Орнатский П.Л. Теоретические основы информационно-измерительной техники. К.: Вища шк., 1976. 432 с.

Наукове видання

**IV ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ–КОНФЕРЕНЦІЯ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ, МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
ТА ВИКЛАДАЧІВ «ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**

Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції 2022

Відповідальний за випуск Губаревич О.В.
in_conference@ukr.net

Статті надруковано в авторській редакції.
Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації,
що наведена в роботах, і залишає за собою право не погоджуватися
з думками авторів щодо розглянутих питань

Видавництво

Київського інституту залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
Адреса: вул. Івана Огієнка, 19, м. Київ, Україна, 03049