Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

Матеріали першої міжнародної науково-технічної конференції

ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

23 - 24 вересня 2021 р., Харків-Миргород, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»
ТОВ «УКРАЇНСЬКА ЛОКОМОТИВОБУДІВНА КОМПАНІЯ»
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
TRANSPORT ACADEMY, RIGA
POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY
UNIVERSITY OF ŽILINA
SUKHOI STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF GOMEL
GONCHAROV KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE

МАТЕРІАЛИ

першої міжнародної

науково-технічної конференції

«ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

Харків - Миргород 2021

Науковий комітет:

Бень А. П., – д.т.н., професор, ХДМА;
Білоусов Є. В., – д.т.н., доцент ХДМА;
Бутько Т.В. – д.т.н., професор УкрДУЗТ;
Варбанець Р. А. – д.т.н., професор ОНМУ;
Вичужанін В. В., – д.т.н., професор ДУ «ОП»;
Воронін С.В. – д.т.н., професор УкрДУЗТ;
Ганжа А.М. – д.т.н., професор НТУ «ХПІ»;
Горбов В.М. – к.т.н., доцент НУК;
Грицук І. В – д.т.н., професор ХДМА;
Дудка Є.І. - АТ «УЗ»
Каграманян А.О. – к.т.н., доцент, УкрДУЗТ;
Капіца М.І. – д.т.н., професор, ДНУЗТ;
Кірілова О.В – д.т.н., професор ОНМУ;
Кобдікова Ш. М. – д.т.н., професор КазАДІ, (Казахстан);
Крот В.С. - ТОВ «Українська локомотивобудівна компанія»;
Любарський Б.Г. – д.т.н., професор НТУ «ХПІ»;
Максимчук В.Ф. – к.т.н., АТ «Укрзалізниця»;
Мямлін С.В., – д.т.н., професор, АТ «УЗ»;
Нагорний Є.В. – д.т.н., професор ХНАДУ;
Нікольський В.В. – д.т.н., професор НУ «ОМА»;
Онищенко О. А. - д.т.н., професор НУ «ОМА»;
Ткаченко В.П. – д.т.н., професор ДУІТ;
Федорович О.Є. – д.т.н., професор, НАУ «ХАІ»;
Чередніченко О.К. – д.т.н., доцент НУК;
Шраменко Н.Ю. – д.т.н., професор ХНТУС;
Bureika G. – Dr., prof., Vilnius Gediminas Technical University (Литва);
Gerlici J. – Dr., prof., University of Žilina (Словаччина);
Mezitis M. – Dr.sc.ing. Transport Academy (Латвія);
Thierry Horsin – Prof., Conservatoire national des arts et métiers, (Франція);
Tomaszewski F. – Prof., Dr. hab.inz, Poznan University of Technology, (Польща).

Організаційний комітет:

Голова – Панченко С.В., д.т.н., професор, ректор УкрДУЗТ, м. Харків;

Співголови:

Asta Radzevičienė, Prof, Dr. Vice-Rector for International Relations Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;

Руденко С.В., д.т.н., професор, ректор ОНМУ, м. Одеса

Чернявський В.В., д.п.н., професор, ректор ХДМА, м. Херсон

Путято А.В., д.т.н., професор, ректор ГГТУ ім. П.О. Сухого, м. Гомель;

Буреш Ф., член правління АТ «Укрзалізниця», м. Київ;

Заступники голови:

Ватуля Г.Л., д.т.н., професор, проректор з наукової роботи УкрДУЗТ, м. Харків.

Пузир В.Г., д.т.н., професор, завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу», УкрДУЗТ, м. Харків.

Прогресивні технології засобів транспорту. Матеріали першої міжнародної науково-технічної конференції, 23-24 вересня 2021 р. Харків-Миргород: УкрДУЗТ, 2021. 178 с.

Збірник містить матеріали доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за трьома напрямками: розвиток інтелектуальних технологій в транспортних системах; проектування, виробництво, сервіс та експлуатація засобів транспорту; енергоефективність та енергоменеджмент засобів транспорту та інфраструктури.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2021

ЗМІСТ

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ГОЛОВИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ, РЕКТОРА УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПАНЧЕНКА СЕРГІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА 11

Секція
РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

МІСЦЕ І РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ
С.В. Руденко, А.І. Головань 13

КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ СУДНОВОГО РОТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ
С.В. Руденко, А.І. Головань, І.П. Гончарук 15

ПІДХОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОЯВІВ ФАКТОРА ЛЮДИНИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ
В.В. Чернявський, А.П. Бень, П.С. Носов 17

AUTOMATIC CONTROL OF THE ON-BOARD SYSTEMS TECHNICAL CONDITION
V.V. Cherniavskyi, A.P. Ben, S.M. Zinchenko 19

ВИКОРИСТАННЯ КОНТАКТНОГО ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»
Т.В. Бутько, М. Мезітіс, С.В. Харланова 21

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В ЧАСТИНІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
Т.В. Бутько, Є.В. Ходаківська, О.М. Ходаківський, В.Ф. Чеклов 23

ІНТЕГРАЦІЯ КРАЇН І ПОРТІВ У ГЛОБАЛЬНІ МЕРЕЖІ ЛІНІЙНОГО СУДНОПЛАВСТВА: ОГЛЯД ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЮНКТАД І ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ
О.В. Кириллова, В.Ю. Кириллова 25

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ
Н.Ю. Шраменко, В.О. Шраменко 27

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВЗАЄМОДІЇ ПІДПРИЄМСТВ МАГІСТРАЛЬНОГО ТА ПРОМИСЛОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАСПОРТУ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗЕРВІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
Г.М. Сіконенко, Т. Хорсін, А.А. Висідалко 29

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ СТРУМУ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗМІННОГО СТРУМУ
С. Гулак, С. Сапронова, В. Ткаченко 148
МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ СУДНОВОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ
О.А. Дакі, О.І. Тимочко 150
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ТОПЛИВ ПРИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ
А.К. Чередниченко, О.Ю. Басов, Н.В. Коробейникова 152
ВИБІР КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕРМОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПАЛИВ ШЛЯХОМ УТИЛІЗАЦІЇ СКИДНОГО ТЕПЛА ДВИГУНІВ
А.К. Чередниченко, О.Ю. Басов, Н.В. Коробейникова 154
ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ БУДІВНИЦТВА АБО РЕКОНСТРУКЦІЇ
О.В. Василенко, Г.І. Пригорнєв, О.В. Кутянін 156
ПІДХОДИ ДО НОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТРАНСПОРТІ
М.А. Барибін, А.О. Каграманян, А.П. Фалендиш 157
ЕНЕРГОЄМНІСТЬ – ЯК ОСНОВНИЙ ПОКАЗНИК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ
Р.Є. Прокоп'єв, А.І. Підіпригора, Д.В. Чупахіна 159
ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ МАНЕВРОВИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ
Є.С.Рябов, Л.В.Оверьянова, С.О.Гулак, Л.Ю. Кондратьєва 161
ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
Р.С. Лавро, І.С. Ткаченко, Є.Є. Счастний 163
ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
А.В. Онищенко, Ю.А. Бабіченко, О.П. Бородін 164
ДЕЯКІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗГЛЯДУ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ВНУТРІШНЬОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ У КОНТЕКСТІ ЙОГО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
Т.В. Тарасенко, В.І. Заложж 166
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТРІЧКОВИХ ЗАВИХРЮВАЧІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ У КАНАЛАХ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ
О.О. Алексахін, О.В. Панчук, С.С. Робейко 168
ОЦІНКА ТЕПЛОВОГО СТАНУ МІКРОРАЙОННОЇ МЕРЕЖІ ОПАЛЕННЯ
О.О. Алексахін, І.С. Дубинська, І.С. Соляник, Ж.М. Домбровська 169

середні у межах гілки витрати теплоносія; $G_{від}$ – витрати теплоносія через всі відгалуження на гілці.

Запропоновані формули для обчислення втрат теплоти подавальними ($Q_1^{гл}$) і зворотними ($Q_2^{гл}$) трубопроводами головної гілки опалювальної мережі групи будівель мають вигляд

$$Q_1^{гл} = (0{,}428 + 0{,}493{Q_c}^{0{,}25} \cdot A)\,(\tau_1 - t_{от})L\,, \quad (2)$$

$$Q_2^{гл} = (0{,}465 + 0{,}66{Q_c}^{0{,}25} \cdot A)\,(\tau_2 - t_{от})L\,, \quad (3)$$

$$A = (1 - 0{,}466 \cdot \bar{G}_{min})\,(G_{ср}/G_{від})^{0{,}41}$$

де L – довжина гілки мережі; τ_1, τ_2 – температура теплоносія у подавальному і зворотному трубопроводах опалювальної мережі відповідно; $t_{от}$ – температура оточуючого середовища для прийнятого способу прокладки теплопроводів.

Результати обчислень втрат теплоти теплопроводами головних гілок за формулами (2), (3) для ряду житлових мікрорайонів м. Харкова зіставлені з результатами розрахунків за викладеною у [2] методикою. Майже для 80% розглянутих груп будівель середня похибка обчислень становить орієнтовно 4,7%, приблизно для 20% випадків відхилення дорівнює 7-12%, що можна вважати задовільним для попередніх оцінок теплового стану теплових мереж.

[1] Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09.255-97. – М.: 1998. – 56 с.
[2] Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. А.А. Николаева. – М.: Стройиздат, 1965. – 359 с

УДК 629.429.3:621.313

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ СТРУМУ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗМІННОГО СТРУМУ

TO DETERMINATION OF SPECTRAL COMPONENTS OF CURRENT DRIVE CURRENT OF AC ELECTRIC MOTOR COMPOSITION OF AC

к.т.н. С. Гулак, д.т.н. С. Сапронова, д.т.н. В. Ткаченко
Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)

PhD (Tech.) S. Goolak, D.Sc. (Tech.) S. Sapronova, D.Sc. (Tech.) V. Tkachenko
The State University of Infrastructure and Technologies

Більша частина електрорухомого складу змінного струму, що в даний час експлуатується в Україні, оснащена тяговими двигунами пульсуючого струму. Це електровози серій ВЛ-80^{Т}, ВЛ-80^{К}, ЧС4, ЧС8, ВЛ40, ВЛ60, 2ЕЛ5К, електропоїзди серій ЕР-9М, ЕР-9-Т, ЕПЛ-9 тощо. Тягові приводи таких

електровозів та електропоїздів мають порівняно невисокий коефіцієнт потужності. Це пов‘язано з наступними факторами:

- великий кут зсуву між напругою вторинної обмотки тягового трансформатора і тяговим струмом;
- наявністю в ланцюгах тягового приводу вищих гармонійних складових тягового струму [1].

Перелічені фактори призводять до збільшення частки реактивної енергії в спожитій електрорухомим складом повній енергії.

Причинами виникнення вищих гармонійних складових є нелінійність деяких елементів тягового приводу. Так, вентилі випрямних установок (діоди, тиристори) мають нелінійні вольт-амперні характеристики, згладжуючі реактори та тягові двигуни пульсуючого струму – нелінійні вебер-амперні характеристики.

В дослідженнях вітчизняних та закордонних вчених зазначено, що найбільш ефективним засобом компенсації реактивної потужності є застосування гібридних компенсаторів реактивної потужності (ГКРП), вбудованих в тяговий привод електрорухомого складу. ГКРП складаються з пасивних і активних фільтрів. Пасивні фільтри усувають фазовий зсув між напругою вторинної обмотки тягового трансформатора і тяговим струмом. Активні фільтри – компенсують вищі гармонійні складові в спектрі тягового струму [1].

Пасивний фільтр являє собою LC-фільтр. Активний фільтр складається з силової частини і системи керування. Силовою частиною активного фільтру є автономний інвертор струму. Принци роботи системи керування полягає в визначенні спектральних складових тягового струму, на основі яких формуються сигнали керування для вентилів автономного інвертора струму. За допомогою цих сигналів керування автономний інвертор струму генерує в силові ланцюги тягового приводу виші гармонійні складові однакової амплітуди, але протилежної фази по відношенню до визначених спектральних тягового струму [1].

Такий підхід до побудови системи керування ГКРП вимагаю точного визначення амплітуди і фази вищих спектральних складових тягового струму. За звичай амплітуди і фази спектральних складових тягового струму визначаються за допомогою швидкого перетворення Фур‘є. Не дивлячись на очевидну правильність такого підходу, при роботі електрорухомого складу в реальних умовах виникають певні труднощі [2]. Ці труднощі пов‘язані з тим фактом, що застосування перетворення Фур‘є коректним тільки в тому випадку, коли процес зміни тягового струму є детермінованим гаусовим процесом. Але процес зміни напруги в контактній мережі і, в свою чергу, процес зміни тягового струму є нетермінованим негаусовим процесом. Це викликано умовами проходження електрорухомим складом фідерної зони, наявністю, або відсутністю у фідерній зоні іншого рухомого складу, режимом роботи самого рухомого складу. Також на характер процесу зміни тягового струму впливають часті відриви і притискання струмоприймача. Іншими словами, застосування перетворення Фур‘є для визначення в реальних умовах експлуатації електрорухомого складу є некоректним.

Пропонується для визначення вищих гармонійних складових тягового струму застосувати методи кореляційного аналізу, зокрема рекурсивні методи найменших квадратів (РНК), серед яких слід відзначити метод Левінсона-Дарбіна [3]. Реалізація РНК називається фільтрами лінійного прогнозування, так як під час кожної ітерації визначається значення наступного відліку контрольованої величини. Перевагами методів РНК над методами найменших середніх квадратів є більша швидкодія та менша похибка, що накопичується під час обчислення. Серед методів РНК для обчислення великої кількості даних найбільш ефективним є метод Левінсона-Дарбіна.

Застосування методу Левінсона-Дарбіна дасть змогу з високою точністю обчислювати амплітуди і фази вищих гармонійних складових тягового струму і реальних умовах експлуатації електрорухомого складу і спростити схему синхронізації роботи ГКРП і системи тягового приводу.

[1] Гулак С.О. (2014). Обґрунтування застосування активних методів компенсації реактивної енергії на електровозах змінного струму серії ВЛ80к,т. *Наук.-практ. конф. «Розвиток науки і техніки на залізничному транспорті. ДЕТУТ*, 39.
[2] Xiao, D., Mo, F., Zhang, Y., Zhao, M., & Ma, L. (2018). An extended Levinson-Durbin algorithm and its application in mixed excitation linear prediction. *Heliyon*, *4*(11), e00948. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00948.
[3] Goolak, S., Tkachenko, V., Bureika, G., & Vaičiūnas, G. (2020). Method of spectral analysis of traction current of AC electric locomotives. *Transport*, *35*(6), 658-668. https://doi.org/10.3846/transport.2020.14242.

УДК 681.51: 004.89

МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ СУДНОВОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ

MODEL OF A SHIP POWER PLANT INTELLIGENT CONTROL

д.т.н. О.А. Дакі, д.т.н.О.І. Тимочко[2]
[1]Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, (м. Харків)

D.Sc. (Tech.) O. Daki[1], D.Sc. (Tech.) O. Tymochko[2]
[1]State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)
[2]Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force (Kharkiv)

Сучасні системи контролю, моніторингу й управління судновими енергетичними установками (СЕУ) вимагають впровадження інтелектуальних інформаційних систем для компенсації впливу людського фактору на процес експлуатації. Ядром інтелектуальної системи управління стає база знань, що містить сценарії, моделі та правила управління.

Основні елементи СЕУ (головні елементи енергетичної установки, допоміжні елементи енергетичної установки і елементи електроенергетичної установки) виконують одні й ті ж самі функції на суднах різних типів і призначень. Запропонована загальна технологічна структурна схема