

**ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ,
ФАХІВЦІВ, АСПІРАНТІВ**



**ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
В ПРОМИСЛОВОМУ РЕГІОНІ.
НАУКА І ПРАКТИКА**



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

МАРИУПОЛЬ, 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

РАДА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ДВНЗ «ПДТУ»

ВІДДІЛ АСПІРАНТУРИ І ДОКТОРАНТУРИ ДВНЗ «ПДТУ»

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО- ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, ФАХІВЦІВ, АСПІРАНТІВ

«Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика»

Тези доповідей

(11-12 травня 2017 р., м. Маріуполь)

Маріуполь,
ДВНЗ «ПДТУ»
2017

УДК 620.9:621.3(08)

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика»: Зб. тез доповідей. Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2017. – 160 с.

Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика» містять результати теоретичних та експериментальних досліджень, науково-дослідницькі розробки молодих учених, спеціалістів підприємств та організацій, аспірантів, студентів України в галузі енергетики та енергозбереження.

Роботи публікуються в авторській редакції.

Зміст

| | |
|---|------------|
| 1. Секція – Енергоресурсозбереження в електротехнічних комплексах, мережах та системах | 4 |
| 2. Секція – Енергозбереження в теплоенергетичних установках і системах | 26 |
| 3. Секція – Енергоресурсозбереження в металургійній промисловості | 44 |
| 4. Секція – Енергоефективні технології в зварюванні та машинобудуванні | 56 |
| 5. Секція – Енергоресурсозбереження на транспорті | 75 |
| 6. Секція – Інформаційні технології в енергоресурсозбереженні | 140 |

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Зміст

| | |
|---|-----------|
| ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ .. | 6 |
| Д.С. Горенко, аспірант, П.В. Соколовський, аспірант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 6 |
| РЕЗУЛЬТАТИ ЕНЕРГОАУДИТУ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЛІ ШКОЛИ | 8 |
| О.А. Кирильчук, старший викладач, В.Ю. Шапошник, молодший наук. співроб., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна | 8 |
| ПОЛЯРИЗОВАНИЙ МОНОСТАБІЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТ ДЛЯ ПРИВІДНИХ МОДУЛІВ ВАКУУМНИХ КОНТАКТОРІВ СЕРЕДНІХ НАПРУГ | 10 |
| Б.В. Клименко, професор, М.А. Лелюк, , завідувач навч. лабораторії лабораторії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» | 10 |
| КОНЦЕПЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА..... | 11 |
| О.Г. Комарь, студент, Н.Д. Красношапка, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 11 |
| КОНЦЕПЦІЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПО ДОСЛІДЖЕННЮ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА..... | 13 |
| О.Г. Комарь, студент, Н.Д. Красношапка, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 13 |
| ГАЗО-ПОВІТРЯНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ..... | 14 |
| В.Й. Лобов, доцент, К.В. Лобова, Криворізький національний університет | 14 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАПРУГОЮ АВТОНОМНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОННОГО РЕГУЛЯТОРА НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ АКТИВНО-ІНДУКТИВНОМУ ХАРАКТЕРІ НАВАНТАЖЕННЯ..... | 17 |

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ
КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

| | |
|--|-----------|
| Д.П. Ніколаєв, студент, Р.А. Крикун студент, М.В. Пушкар, ассистент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 17 |
| ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА РОБОТА ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВНОГО КОМПЛЕКСУ | 19 |
| А.В. Рухлов, доцент, ДВНЗ "Національний гірничий університет", Н.Ю. Рухлова..... | 19 |
| ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СТАТИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ В СЕТЯХ С НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ | 24 |
| С.В. Гулаков, проф., д.т.н., В.В. Бурлака, доц., к.т.н., С.К. Поднебенная, доц., к.т.н., О.С. Савенко, специалист, ГВУЗ «ПГТУ»..... | 24 |
| ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ РЕЗОНАНСНОМ КОНТУРЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЧАСТОТЫ ПИТАНИЯ | 25 |
| В.Ю. Ноженко, ассист., Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского..... | 25 |

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

*Д.С. Горенко, аспірант, П.В. Соколовський, аспірант,
Національний технічний університет України «Київський політехніч-
ний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Віртуальні електричні станції (VPP) включають в себе різнотипні джерела розосередженої генерації електричної енергії, оптимізація функціонування яких вимагає більш детальної оцінки електромагнітних процесів.

Електромагнітна сумісність (ЕМС) технічних засобів розглядає пристрої і процеси, що зазвичай, розглядаються з точки зору генерування електромагнітних завад, їх впливу на електрообладнання, ступінь автоматизації і корекції негативного впливу навколишнього середовища. ЕМС є глобальною проблемою, в рамках якої розглядається ряд окремих проблем.

Можна виділити два види впливів: небезпечні та шкідливі. Під небезпечними розуміють такі впливи, що можуть призвести до аварій та нанести шкоду життєдіяльності людини. При несиметричних коротких замиканнях (КЗ) у мережах з глухо-заземленою нейтраллю ($U_n = 110$ кВ) виникають великі струми в землі і сильні магнітні поля. Вони можуть викликати небезпечні магнітні впливи, створюють ЕРС взаємодукції та напруги відносно землі на повітряних і кабельних лініях зв'язку (ЛЗ), трубопроводах, транспортних спорудах. У мережах 35 кВ (ПЛ), з ізолюваною нейтраллю, при замиканні на землю однієї фази на інших двох фазах напруга підвищується до лінійної. Висока напруженість електричного поля поблизу ПЛ може зумовити небезпечні впливи на повітряні ЛЗ, що знаходяться в поблизу ПЛ. Під проводами ліній ВН, у поверхні землі, має місце підвищення напруженості електричного поля E . При $E > 20$ кВ/м дотик людини до великогабаритного транспортного агрегату на гумовому ходу може бути небезпечним. Через людину, що стоїть на землі, буде протікати значна частина ємнісного струму від проводів ПЛ до цієї машини. Небезпечні гальванічні впливи викликаються великими аварійними струмами КЗ через заземлюючі пристрої підстанцій і ліній ВН. Ці струми досягають десятків кілоампер, а потенціал заземлювача – тисяч вольт. Крім цього, може становити небезпеку ВН, яка протікає з підстанції по рейках, трубопроводах, оболонках кабелів та інших протяжним металевих конструкцій. Гальванічна складова напруги може сприяти підвищенню різниці напруг між проводом ЛЗ і заземленою опорою цієї лінії, розташованої поблизу від аварійної опори ПЛ.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Під шкідливим впливом слід розуміти завади, які виникають в мережах ВН в умовах тривалого (нормального) режиму їх роботи. Вони не створюють безпосередньої небезпеки для споруд техносфери, однак погіршують якість, надійність або створюють ускладнення для нормального функціонування зв'язку, телебачення, радіо і тп. Шкідливі впливи не несуть небезпеки для біосфери, але викликають неприємні відчуття, погіршують самопочуття, ускладнюють нормальний життєвий цикл або робочий режим людей. Робочі струми 50 Гц в проводах ПЛ утворюють магнітне поле, що створює завади в колах дистанційного живлення некерованих підсилювальних пунктів високочастотних каналів в кабелях зв'язку, інших пристроях зв'язку, що використовують землю як зворотній зв'язок.

Вищі гармоніки струмів та напруг вкрай небажані: вони несприятливі для роботи електричних мереж, створюють додаткові втрати в проводах і магнітопроводах, місцеві перегріви, резонансні підвищення напруги, завади в тональних (звукових) каналах ПЗ. Основна робота зв'язку здійснюється по високочастотним каналам. Однак канали зв'язку на звукових частотах виявляються основними у надзвичайних умовах. Вищі гармоніки в мережах ВН виникають головним чином внаслідок роботи напівпровідникових перетворювальних пристроїв, а також електроплавильних печей, електрозварювальних агрегатів і через насичення сталі трансформаторів. Завади, що створюють струми високої частоти ліній ВН на лінії зв'язку, виникають внаслідок роботи високочастотних каналів і корони на ПЛ. Імпульси струму коронного розряду на проводах і ізоляторах, накладаючись один на одного зі зсувом уздовж лінії і в часі, створюють втрати енергії, підвищують загальний рівень радіо-високочастотних завад у ПЛ і ЛЗ. Спектр частот випромінювання, що створюють радіо завади, охоплює діапазон від 10 кГц до 1 ГГц. Завади на частоті вище 30 МГц здійснюють вплив на телемеханічне обладнання і виникають тільки при коронному розряді ліній 750 кВ. Джерелами завад у цьому випадку, крім корони на проводах можуть бути часткові розряди в зазорах і тріщинах ізоляторів, корона на елементах арматури.

Дослідження дасть можливість аналізувати та оптимізувати режими роботи і процеси віртуальних електростанцій (VPP) з врахуванням реальних електромагнітних умов в локальних системах електропостачання.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕНЕРГОАУДИТУ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЛІ ШКОЛИ

*О.А. Кирильчук, старший викладач, В.Ю. Шапошник,
молодший наук. співроб., Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна*

У квітня минулого року спеціалістами Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна для вищих навчальних закладів-партнерів міжнародного проекту ЄС/ПРООН «Місцевий розвиток, орієнтований на громаду» був проведений семінар-тренінг на тему «Енергоаудит та енергоменеджмент в проектах сталого розвитку». Проект «Місцевий розвиток, орієнтований на громаду» є спільною ініціативою ЄС та ПРООН, та спрямований на створення сприятливого середовища для довготривалого сталого розвитку на місцевому рівні шляхом заохочення місцевого самоврядування та ініціатив, орієнтованих на громади по всій Україні.

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – обстеження об'єктів, що проводиться за ініціативою споживача з метою визначення можливості економії паливно-енергетичних ресурсів, здійснення заходів з економії на практиці шляхом упровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту. Енергетичний аудит дозволяє визначити наскільки ефективно використовуються паливно-енергетичні ресурси та розробити рекомендації для скорочення їх споживання.

Енергетичний менеджмент – це діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат.

Семінар-тренінг проводився в загальноосвітній школі І-ІІІ ступеня в селі Вербки Павлоградського району Дніпропетровської області. При обстеженні будівлі школи застосовувались прилади неруйнівного контролю: тепловізор Testo 875-1, пірометр інфрачервоний Testo 830 T-1, багатофункціональний вимірювальний прилад (канал вимірювання температури, вологості, точки роси) Testo 435-2.

Огляд проблемних приміщень школи (класів і спортивного залу) та заміряні показники мікроклімату встановили, що не забезпечуються нормативні параметри температурно-вологісного режиму і вентиляції, а це призвело до виникнення підвищеного рівня вологості. В наслідок чого приміщення вогкі, на внутрішніх поверхнях приміщень будівлі школи спостерігається утворення грибків і плісняви.

Безконтактне визначення розподілу температур по внутрішнім поверхням приміщень було проведено за допомогою тепловізора та

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

показало, що місце спирання горищного перекриття на зовнішні стіни є найбільш проблемним місцем («мостиком холоду»).

Вогкість в приміщеннях – наслідок порушеної вентиляції приміщень і наявності «мостиків холоду» в зовнішніх кутах будівлі і в місцях спирання горищного перекриття на зовнішні стіни.

Проведений огляд горищного даху будівлі дозволив виявити відсутність необхідної теплоізоляції у горищному перекритті школи (наявне тільки часткове нерівномірне засипання шлаком), що погіршує енергоефективність будівлі, так як тепло, отримане від системи опалення, проходить через частину неутепленого та частину нерівномірно утепленого перекриття в горище, а з горища через неутеплену скатну конструкцію даху – в навколишнє середовище.

За результатами обстеження надані рекомендації по підвищенню енергоефективності будівлі школи, а саме:

1. Провести утеплення зовнішніх стін, відкосів та горищного перекриття даху будівлі у відповідності до розрахунків, розроблених для даного об'єкту.

2. Після виконання утеплення будівлі провести контрольний енергоаудит будівлі школи з метою визначення якості проведених робіт.

3. Відновити систему вентиляції для забезпечення необхідного температурно-вологісного режиму приміщень будівлі школи.

4. Провести роботу з видалення неприпустимих утворень (грибок і пліснява) на внутрішніх поверхнях стін будівлі школи.

У рамках міжнародного проекту ЄС/ПРООН «Місцевий розвиток, орієнтований на громаду» планується провести семінар-тренінг на тему «Енергоаудит та енергоменеджмент в проектах сталого розвитку» у інших містах і селах учасників проекту.

ПОЛЯРИЗОВАНИЙ МОНОСТАБІЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТ ДЛЯ ПРИВІДНИХ МОДУЛІВ ВАКУУМНИХ КОНТАКТОРІВ СЕРЕДНІХ НАПРУГ

*Б.В. Клименко, професор, М.А. Лелюк, , завідувач навч. лабораторії
лабораторії, Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»*

Серед виробників вакуумних контакторів середніх напруг найбільш поширені вакуумні контактори з форсованими неполяризованими моностабільними та поляризованими бістабільними електромагнітами. Вони мають ряд недоліків, тому актуальною є задача розробки нових конструкцій електромагнітів. При цьому необхідно дотримуватися вимог виробників вакуумних переривників, а саме швидкості замикання та розмикання головних контактів, кількості й тривалості відскоків під час замикання, сили утримання контактів у замкненому положенні. Зокрема нами ведуться дослідження можливостей застосування моностабільних поляризованих електромагнітів на основі використання висококоерцевитивних постійних магнітів для створення бістабільних актуаторів. Один з таких електромагнітів зображено на рис. 1.



Рисунок 1 – Поляризований моностабільний електромагніт

Електромагніт встановлюється в корпусі привідного модуля вакуумного контактора та з'єднується за допомогою елементів механічної системи з комутаційним модулем, який складається з трьох вакуумних переривників. Електромагніт має два положення: ярмір 1 притягнутий до корпусу 2 – головні контакти замкнені та ярмір 1 знаходиться на заданій відстані від корпусу 2 (як показано на рис. 1) – головні контакти розімкнуті. Друге положення забезпечується поворотною пружиною.

Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні розрахунки відносно швидкості замикання та розмикання головних контактів контактора та сили утримання ярміра в притягнутому положенні. Використання поляризованого моностабільного електромагніту дає можливість суттєво зменшити габарити електромагніту, і як наслідок, габаритні розміри самого вакуумного контактора.

КОНЦЕПЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

*О.Г. Комарь, студент, Н.Д. Красношапка, доцент, Національний
технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

Асинхронні двигуни є найбільш поширеним видом електричних машин, які застосовуються в електроприводах. Проте, як відомо, їх суттєвим недоліком є відносно невеликий пусковий момент при значній кратності пускових струмів. Тому в асинхронних машин з фазним ротором можуть використовуватись схеми пуску із введенням додаткових опорів в коло ротора. Це дозволяє обмежити величини пускових струмів при одночасному збільшенні пускового моменту, але призводить до додаткових втрат на пускових резисторах. Для обмеження струмів в процесі пуску нерегульованих асинхронних електроприводів з машинами з короткозамкненим ротором застосовуються пристрої плавного (м'якого) пуску (або електронні пускачі). Недоліком таких систем є зниження пускового моменту, який, як відомо, пропорційний квадрату струму ротора [1]. Тому при значних моментах навантаження пуск буде затягуватись в часі, що збільшить час роботи із підвищеними струмами і призведе до зростання втрат енергії.

Лабораторний стенд передбачає дослідження та порівняння величини втрат енергії при обох розглянутих способах пуску.

Функціональна схема стенду представлена на рис. 1.

Навантаження на досліджуваній асинхронній машині (АД) створюється за допомогою двигуна постійного струму (М), який живиться від перетворювача напруги, який може формувати величину моменту, що не залежить від швидкості обертання. Сигнали від датчиків струмів в фазах статора і ротора асинхронного двигуна ДС1–ДС4 та датчика напруги ДН надходять до системи обробки даних і візуалізації, яка забезпечує їх оцифровування і передачу до комп'ютера з метою подальшої обробки.

При відсутності перетворювача напруги двигун постійного струму можна живити безпосередньо від мережі. При переведенні його в режим динамічного гальмування він буде створювати лінійно залежний від швидкості момент навантаження. Враховуючи зниження моменту асинхронного двигуна при обмеженні струмів, такі системи набули найбільшого поширення в електроприводах, в яких момент навантаження залежить від швидкості.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ
КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

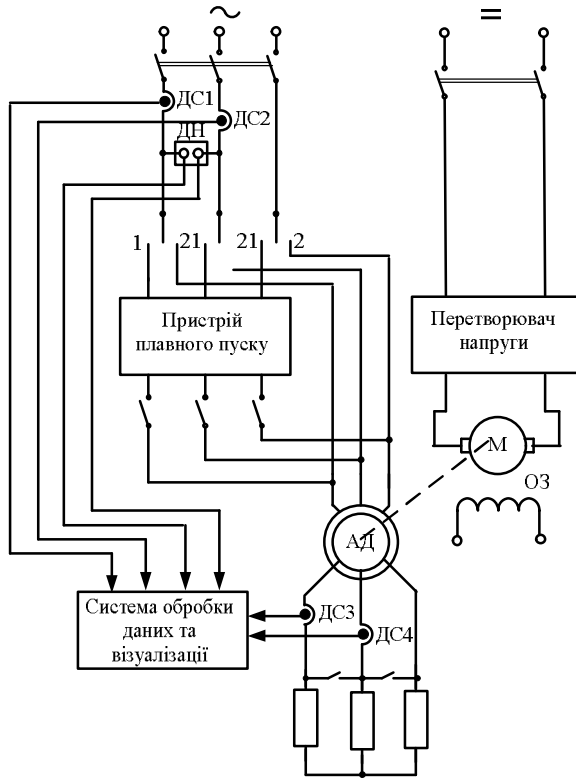


Рисунок 1 – Функціональна схема лабораторного стенду

Таким чином, запропонований лабораторний стенд дозволить дослідити та порівняти енергетичні показники різних способів пуску асинхронних двигунів.

Література

1. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Москаленко. - М. : Издательский центр «Академия», 2007. - 368 с.

КОНЦЕПЦІЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПО ДОСЛІДЖЕННЮ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

*О.Г. Комарь, студент, Н.Д. Красношапка, доцент, Національний
технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

Для дослідження енергетики пускових режимів асинхронних електроприводів була розроблена концепція лабораторного стенду, який реалізує реостатний пуск асинхронного двигуна з фазним ротором та пуск при закороченому роторі за допомогою пристрою плавного пуску.

Для зняття поточних значень електричних величин передбачається використовувати розроблений на кафедрі автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПП ім. Ігоря Сікорського пристрій візуалізації СТЕП [1], який в реальному часі здійснює оцифровування та запис до чотирьох електричних параметрів. В процесі роботи будуть записуватись поточні значення фазного струму, що споживається з мережі лабораторним стендом, та лінійної напруги. Подальша обробка отриманих даних здійснюватиметься на комп'ютері. В одній з програм (наприклад в MatLAB) здійснюється обчислення миттєвого значення потужності $p_i = \sqrt{3} u_{\text{лі}} i_{\phi i}$. Величина споживаної протягом пуску енергії визначиться чисельним інтегруванням миттєвої потужності

$$W = \sum_{i=1}^n p_i \Delta t_i .$$

Графічне відображення миттєвих значень струмів і напруг дозволить візуалізувати вплив напівпровідникових пристроїв м'якого пуску на якість електричної енергії.

Література

1. Колесніченко С.П. Теорія електропривода-2: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Уклад.: С.П. Колесніченко, С.С.Димко – К.:НТУУ “КПІ”, 2011. – 66с.

ГАЗО-ПОВІТРЯНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

В.Й. Лобов, доцент, К.В. Лобова, Криворізький національний університет

Сьогодні в Україні та промислово розвинених країнах використовуються вітроенергетичні установки (ВЕУ), що використовують силу вітру, потужність яких досягає помітних значень. Одночасно, в промисловості та сільському господарстві існують корисні потоки маси газів/повітря, відпрацьованих, вивільнених або видуваємих в атмосферу технологічними установками, які так як і сила вітру для ВЕУ, вони є не скінченними джерелами енергії. До таких технологічних установок відносять: вентилятори, насоси, повітрودувки, димососи, компресори та ці машини знаходять широке застосування. Зрозуміло, ніхто не допускає думки про спроможність такого цілкового використання, та все одно ця величина потоків вражає. Слід зазначити, що орієнтовні розрахункові та експериментальні дані, показують що прямі вимірюванні швидкості газів/повітря, відпрацьованих, вивільнених або видуваємих технологічними установками досягають значних величин, тому вони можуть бути використані для вироблення електричної енергії. Як показує аналіз відомих способів і пристроїв для керування електроспоживання з використанням ВЕУ, кількість публікацій збільшується. Більших із них направлени на зниження непродуктивних витрат електроенергії виробничими і побутовими споживачами. Це все вказує на те, що вирішення питання розробки газо-повітряних енергетичних установок (ГПЕУ) сьогодення є актуальною задачею і має наукове і практичне значення.

Вироблена ГПЕУ електрична енергія може використовуватися підприємством по-різному. В одному випадку ця енергія використовується безпосередньо для живлення технологічної установки з відключенням її від живлячої мережі на деякий час, або живити електричною енергією окремих користувачів, в іншому випадку вона віддається в мережу підприємства і використовується для власних його потреб. Розглянемо перший випадок. Запускається технологічна установка, наприклад, газовий котел, згорає пальне, нагрівається вода та з'являються залишки пального, що не згоріло, повітря, чадний газ, водень, сажа, тощо видаляються зовні з камери згорання установки і направляються у канал, де формується газовий/ повітряний потік. Видалення газу та повітря зовні виконується вентилятором, який включається за допомогою перетворювача частоти по сигналам з блоку управління технологічною установкою. Сформований потік газу та повітря попадає на лопатки, які обертаються і приводять у дію повітряний гвинт, пристрій якого встановлює найкращий кут атаки лопа-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

тей, на основі використання до напрямку потоку середовища, що набігає. Обертаючись повітряний гвинт одночасно обертає ротор генератора, який виробляє трьох фазну електричну електроенергію змінного струму. Ця електроенергія подається на комутатори генератора і датчик напруги, що з'єднаний з входом програмованого мікроконтролера. Тиск потоку газу та повітря визначається датчиком, вихідний сигнал якого подається на інший вхід мікроконтролера. На інший вхід мікроконтролера з блоку управління подаються сигнали від задатчиків, що визначають задані оператором пороги амплітуд та фаз перемикачів трьох фазних напруг від генератора. Для забезпечення автоматичного керування електроспоживанням мікроконтролером обробляється інформація, що поступає з блоку управління від задатчиків й порогових елементів про величини амплітуд та фаз живлячої напруги генератора і поріг, визначення величини тиску в каналі газовим/ повітряним потоком, та контролюються фаза електрорухомої сили на обмотках статора електродвигуна вентилятора і визначається стан технологічної установки. По алгоритму, що реалізується у мікроконтролері, виміряні дані датчика тиску зрівнюються з раніше заданими оператором параметрами порогу тиску в блоці управління. При досягненні потрібної величини тиску газового/ повітряного потоку та достатньої по амплітуді електричної напруги на виході генератора мікроконтролер за допомогою інверсних виходів через комутатори відключає технологічну установку від мережі живлення. Одночасно із прямих виходів мікроконтролер подає імпульсні сигнали на управляючі входи комутаторів генератора. Ці комутатори відкриваються і живлення трьох фазною напругою перетворювача електродвигуна вентилятора та блоку управління технологічної установки виконується вже від генератора. Через деякий час у каналі зменшується тиск газового/ повітряного потоку. У результаті швидкість обертання повітряного гвинта знижується та падають амплітуди трьох фазної вихідної напруги генератора, яка подається на третій, четвертий та п'ятий входи мікроконтролера. При зменшенні амплітуди вихідної напруги генератора мікроконтролер відключає цю напругу від перетворювача електродвигуна вентилятора та блоку управління технологічною установкою. Це виконується за допомогою закриття відповідних комутаторів при подачі на їх управляючі входи логічного нуля з прямих виходів мікроконтролера. Одночасно, на інверсних виходах мікроконтролера з'являються сигнали логічних одиниць, які подаються на управляючі входи комутаторів мережі живлення. Ці комутатори відкриваються і живляча напруга знову подається на перетворювач електродвигуна вентилятора та блок управління техно-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

логічною установкою, але від мережі живлення. Далі робота пристрою для автоматизованого керування електроспоживанням повторюється.

Виконані розрахунки технічних і конструкторських даних і враховуючи технологічні особливості технологічних установок і їх параметри: швидкість повітряного потоку, швидкісний напір (динамічний тиск), потужність на виході установки, потужність потоку та інші, запропоновано уніфікований ряд ГПЕУ.

Газоповітряні енергетичні установки мають наступні умовні позначення – ГПЕУ-1-Х-Х-Х-Х-ХХ. Умовна розшифровка типовиконання ГПЕУ наступна: 1- номер розробки, перша Х – номінальна потужність установки, кВт: 1 - 0,15; 2 - 0,25; 3 - 0,50; 4 - 1,0; 5 - 1,5; 6 - 2,0; 7 - 5,0; 8 – 10; 9 – 50, друга Х: 0 – переносна установка, 1 – стаціонарна, третя Х - наявність акумулятора: 0 – є; 1 – немає; четверта Х – ступінь захисту: 0 – ІР31, 1 – ІР54, 2 – ІР-65,, п'ята Х – кліматичне виконання та категорія розміщення.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАПРУГОЮ
АВТОНОМНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВІ
ЕЛЕКТРОННОГО РЕГУЛЯТОРА НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ
АКТИВНО-ІНДУКТИВНОМУ ХАРАКТЕРІ НАВАНТАЖЕННЯ**

*Д.П. Ніколаєв, студент, Р.А. Крикун студент, М.В. Пушкар, асистент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

Автономні асинхронні генератори (АГ) використовуються для живлення споживачів в тих місцевостях де доступ до електричної мережі є ускладненим або за певних причин неможливим. Серед останніх тенденцій в розробці систем керування напругою АГ найбільшого розвитку отримали системи на основі електронних регуляторів навантаження (ЕРН), статичних компенсаторів (STATCOM), та векторно-керовані системи на базі інверторів [1,2]. Водночас робота цих систем при активно-індуктивному характері навантаження потребує глибокого аналізу. Функціональна схема системи керування напругою АГ за допомогою ЕРН представлена на рис. 1.

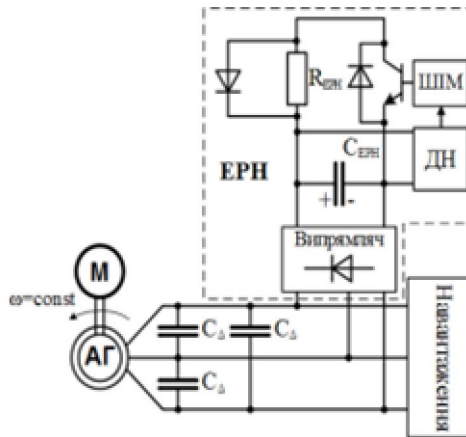


Рисунок 1 – Функціональна схема системи керування напругою АГ за допомогою ЕРН

АГ приводиться в обертання за допомогою привідного двигуна М, швидкість обертання якого підтримується постійною. Для самозбудження АГ використовується паралельна батарея конденсаторів С, включених в трикутник. Генератор підключено до активно-індуктивного навантаження, яке під час роботи може змінюватись в діапазоні від 0% до 100% від номінального значення. Завданням ЕРН є підтримка сталого навантаження АГ, що в свою чергу робить сталою і величину генерованої напруги АГ [1].

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Дослідження проводилися за допомогою моделі в Matlab Simulink [2] для АГ на базі трифазного асинхронного двигуна АИР112М4У3 потужністю 5,5 кВт, номінальною напругою 380 В, частотою 50 Гц, кількість пар полюсів – 2. В кожній фазі підключене навантаження із опору 30 Ом та послідовного дроселю індуктивністю $3,2 \cdot 10^{-4}$ Гн. Отримані графіки представлені на рис. 2.

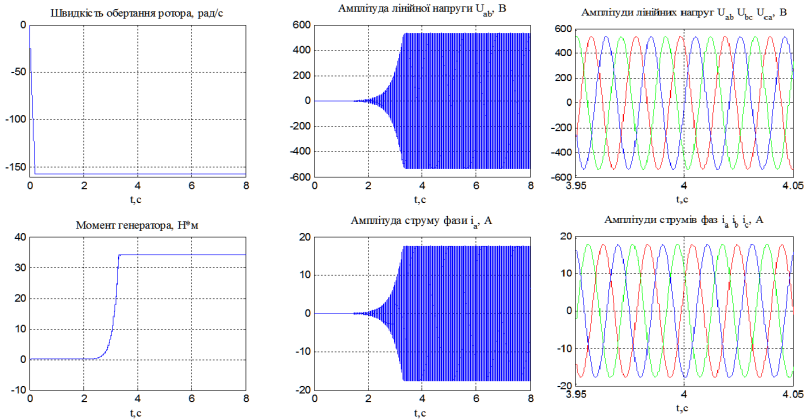


Рисунок 2 – Графіки

В результаті відмічено, що самозбудження двигуна відбувається на проміжку 0.2-3.3 с що швидше ніж при активному навантаженні [2], тобто процес спонтанного наростання напруги за рахунок індуктивності є форсованим. Напруга зменшилась до 534 В чого в принципі достатньо для невеликих споживачів реактивної енергії

Висновки. Моделювання системи АГ-ЕРН показала її надійність і задовільність поставлених до неї вимог. Проте одним з основних недоліків системи є обмеженість діапазону зміни корисного навантаження оскільки при малих навантаженнях значна частина енергії розсіюється на опорі електронного ключа. Одним з виходів з ситуації є підключення на його місце акумуляторної батареї або у випадку з міні-ГЕС насоса для акумуляції запасів води.

Література

1. Singh B., Murthy S.S., Gupta S. Analysis and implementation of an electronic load controller for a self-excited induction generator // IEE Proceedings Generation Transmission and Distribution. Vol.151, No.1.2004, pp. 51–60.

2. Печеник М.В., Бовкунович В.С., Пушкар М.В Регулювання напруги асинхронного генератора із самозбудженням за допомогою електронного регулятора навантаження // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КрНУ – Вип.3/2015 - с.82-87.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА РОБОТА ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВНОГО КОМПЛЕКСУ

*А.В. Рухлов, доцент, ДВНЗ "Національний гірничий університет",
Н.Ю. Рухлова*

Шахтний водовідливний комплекс (ШВК) за своєю суттю є класичним споживачем-регулятором (С-Р), проте ефективність його використання в цій якості не для всіх умов залишається достатньо високою. Економічний ефект від зміни режимів роботи водовідливу (відключення насосів в години пікових навантажень та інтенсивного відкачування води в години нічного провалу) повинен бути високим. Але проблема полягає в тому, що відомий спосіб використання головного водовідливу шахти як С-Р не враховує змінення коефіцієнтів корисної дії (ККД) насосів та діаметру трубопровідної мережі внаслідок їх тривалої експлуатації. Такі явища впливають на зростання питомих витрат електроенергії при вмиканні робочих та резервних насосів для відкачування води після проходження періоду пікових навантажень в енергосистемі. Внаслідок таких режимів збільшується загальна витрата електроенергії на виконання роботи з відкачування води.

Отже, для реалізації таких режимів роботи необхідно створити технологічні умови [1], при яких шахтна водовідливна установка працюватиме в зоні максимального ККД, а трубопровідна мережа має бути виконана так, щоб відкачування води виконувалося з мінімальною питомою витратою електроенергії.

Метою роботи є підвищення енергоефективності роботи ШВК в режимі споживача-регулятора.

В основу розробленого підходу до підвищення енергоефективності головного водовідливу, в якому забезпечується можливість керування режимами електроспоживання незалежно від зміни технічного стану та умов експлуатації обладнання, вибір одночасно працюючих насосів на відповідний період доби при застосуванні диференційованого тарифу з використанням робочих параметрів насосів і відповідної схеми трубопровідної мережі, та можливість корегування цих параметрів, моделювання режиму роботи водовідливу з мінімальною питомою витратою електроенергії та мінімальною величиною оплати за споживану електроенергію і, за рахунок цього, отримати найбільш енергоекономічний режим функціонування ШВК при зменшенні плати за споживану електричну енергію.

Керування режимами роботи ШВК шахти з урахуванням дійсних параметрів її обладнання забезпечує можливість отримання найбільш енергоекономічного режиму функціонування водовідливу. Розроблений підхід до режимів роботи насосів, заснований на імітаційному моделюванні, реалізується наступним чином.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Задаються вихідні дані і початкові умови: нормальний приплив води; кількість і ємність кожної гілки водозбірника; горизонт водовідливу; кількість робочих, резервних напірних трубопроводних ставів, їх діаметр, а також коефіцієнт фактичного діаметра трубопроводу; діаметр всмоктуючих трубопроводів; кількість робочих, резервних насосів водовідливу, коефіцієнт корисної дії їх двигунів і коефіцієнт фактичного ККД насосів.

Визначаються періоди максимальних, мінімальних і середніх електричних навантажень в енергосистемі, тарифні коефіцієнти для кожного періоду добових навантажень і тариф на електроенергію. Відповідно до вимог чинних нормативних актів при використанні диференційованого за періодами доби тарифу на електроенергію в періоди мінімальних (нічний провал), середніх (напівпік) і максимальних (пік) навантажень плата за спожиту електроенергію здійснюється із тарифним коефіцієнтом – 0,25, 1,02 і 1,8 відповідно.

Визначаються режими роботи ШВК в періоди мінімальних і середніх електричних навантажень в енергосистемі. Виконується формування та відтворення режимів роботи ШВК з урахуванням технологічних умов для конкретного об'єкта, а також з урахуванням насосів та трубопроводів, що працюють, кількість яких може змінюватися в кожному поточному режимі.

Розроблений спосіб дозволяє встановлювати будь-який інтервал зміни режиму роботи насосів ШВК протягом доби. Це дозволить з отриманої множини обрати режим роботи, при якому в період проходження максимальних навантажень в енергосистемі насоси будуть відключені, а добові грошові витрати на оплату споживаної електроенергії будуть мінімальними. Крім того, спосіб дозволяє обмежити загальну кількість вмикань насосів протягом доби, що дозволить подовжити термін експлуатації самих насосів та їх приводних двигунів.

Для кожного поточного режиму згідно з методикою розрахунку режимів паралельної роботи насосів водовідливу шахт визначаються робочі параметри насосних установок (продуктивність, напор, ККД, коефіцієнт використання), тобто при певній комбінації спільної роботи насосів і трубопроводних ставів [2].

Згідно з Правилами безпеки у вугільних шахтах, необхідна мінімальна кількість напірних трубопроводів дорівнює двом. У більшості випадків найбільш енергоекономічний режим роботи насосного агрегату відповідає його роботі на один трубопровід, два насоси працюють на два трубопроводи і т. д. Однак на багатоагрегатних ШВК подібні умови не реалізуються, що призводить до зниження продуктивності насосів при їх паралельній роботі на один трубопровід і, відповідно, до збільшення питомої витрати електроенергії w_0 .

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Введений коефіцієнт фактичного діаметра трубопроводу K_d характеризує його дійсний внутрішній діаметр, який змінюється в процесі експлуатації трубопровідної мережі та дозволяє визначити вплив мінеральних відкладень на стінках трубопроводу на величину питомої витрати електроенергії. Експериментально отриманими результатами доведено, що при збільшенні об'єму мінеральних відкладень на стінках трубопроводу також збільшується питома витрата електроенергії (рис. 1, а).

Основним показником якісної роботи насосної установки є його ККД, який залежить від рівня технічного стану обладнання, та від величини якого залежать значення робочих параметрів насоса. В процесі тривалої експлуатації насоса відбувається погіршення його технічного стану, а відповідно і зниження його ККД. Введений коефіцієнт K_η визначає зниження ККД насоса відносно робочого значення та дозволяє визначити вплив погіршення технічного стану насосів на величину питомої витрати електроенергії (рис. 1, б).

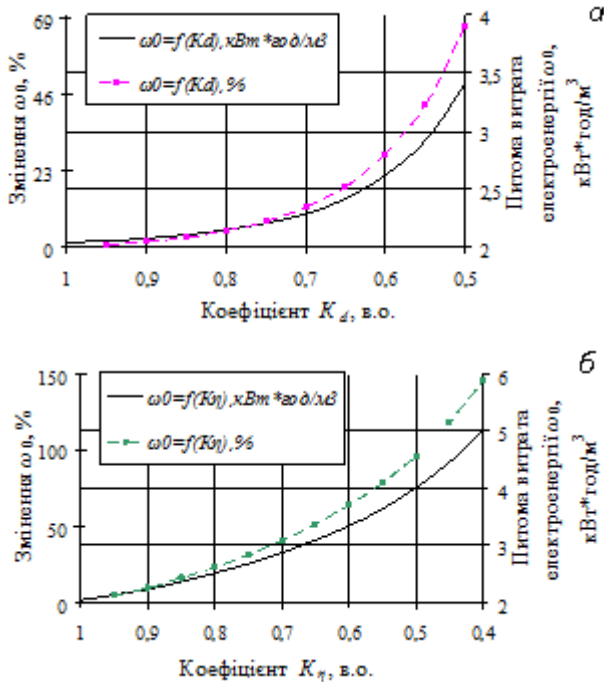


Рисунок 1 – Залежності питомої витрати електроенергії від зменшення внутрішнього діаметра трубопроводу (а) та ступеня погіршення технічного стану насосних установок (б)

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Далі виконується формування та відтворення режимів роботи ШВК з урахуванням технологічних умов для конкретного об'єкта. Наприклад, на рис. 2 наведена схема можливих режимів роботи ШВК, що наглядно демонструє принципи моделювання у вигляді множини режимів роботи головного водовідливу, де пропонується три варіанти роботи насосів: 0 – не працює жоден насос, 1 – працює один, 2 – працюють два насоси. У цьому випадку можлива зміна режиму роботи насосних агрегатів кожну годину. Жирними ламаними лініями як приклад виділений один з можливих режимів функціонування ШВК на добовому інтервалі.

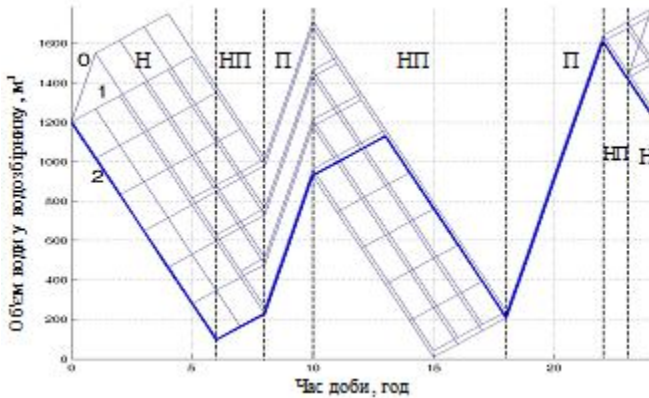


Рисунок 2 – Схема можливих режимів роботи ШВК з двома насосами:
0, 1 і 2 – кількість одночасно працюючих насосів; Н, НП і
П – відповідно нічна, напівпікова і пікова зона доби

Для кожного режиму визначається питома та загальна витрати електроенергії, оплата за споживану електроенергію, загальний об'єм відкачуваної води та ін. Серед отриманої кількості циклічних графіків обирається режим роботи водовідливу, який відповідає двом основним критеріям: мінімальна питома витрата електроенергії та мінімальна величина оплати за спожиту електроенергію. Інформація щодо режимів роботи насосів прямує до відповідального персоналу, який реалізує обраний режим роботи вручну або автоматично за наявності відповідної системи керування. Крім того, моніторинг зміни напору дозволить зробити коректні висновки щодо причин збільшення питомої витрати електроенергії. Зростання напору відносно попередніх значень свідчить про зміну характеристики трубопровідної мережі, що характерно при зміні внутрішнього діаметру трубопроводу. Незмінні значення або

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

зниження напору свідчить про погіршення робочих параметрів насосного агрегату, тобто зниження його ККД. Висновки та рішення щодо подальших дій приймає обслуговуючий технічний персонал.

Висновки. Запропонований спосіб моделювання режимів роботи ШВК дозволяє вибирати найбільш енергоекономічний режим роботи водовідливу на заданому інтервалі часу за критерієм мінімальної питомої витрати електроенергії та за умови мінімальної плати за споживану протягом доби електричну енергію. Це дозволить зменшити до 25% грошові затрати на оплату споживаної насосами електроенергії та до 10% знизити її витрату, а також контролювати і своєчасно виявляти погіршення технічного стану основного обладнання ШВК.

Література

1. Разумный Ю.Т. Повышение энергоэффективности главной водоотливной установки угольной шахты / Ю.Т. Разумный, Н.Ю. Рухлова, А.В. Рухлов // Науковий вісник НГУ: Наук.-техн. зб. – 2013, № 5. – С. 67-72.

2. Патент України на корисну модель № 86645, МПК F 15 В 1/00. Спосіб керування головною водовідливною установкою вугільної шахти / Разумний Ю.Т., Рухлов А.В., Рухлова Н.Ю.; заявник и патентовласник ДВНЗ "Національний гірничий університет". – № u 2013 07312 ; заявл. 10.06.13 ; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1.

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СТАТИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ В СЕТЯХ С НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ

*С.В. Гулаков, проф., д.т.н., В.В. Бурака, доц., к.т.н.,
С.К. Поднебенная, доц., к.т.н., О.С. Савенко, специалист, ГВУЗ
«ПГТУ»*

В современных электрических сетях представлено большое количество нелинейных и несимметричных нагрузок, потребляющих реактивную мощность. В связи с этим возникает задача компенсации неактивных составляющих мощности, которая решается установкой статических компенсаторов, активных фильтров.

Благодаря способности статических компенсаторов управлять током напрямую, они имеют много степеней свободы в приведении показателей качества электроэнергии к оптимальным значениям. При достаточной установленной мощности статических компенсаторов их применение дает возможность минимизировать уровень высших гармонических составляющих в сетевом токе, выполнить симметрирование токов сети и регулировать величину потребляемой/генерируемой нагрузкой реактивной составляющей тока.

Однако в случае ограниченной мощности компенсатора либо с целью улучшения технико-экономических параметров необходимо решать задачу выбора критерия оптимизации работы установки с учетом конфигурации сети и реальных требований электроприемников к показателям качества электроэнергии. Поэтому представляет интерес разработка устройства, которое производит выбор оптимального режима своей работы в каждом конкретном случае отдельно. Например, возможны следующие варианты работы компенсаторов: выполнение только лишь компенсации реактивной составляющей тока, при этом не компенсируются высшие гармоники и несимметрия токов либо коэффициенты несимметрии и несинусоидальности приводятся в соответствие с действующими стандартами; возможен режим работы, при котором необходимо привести уровень несимметрии и несинусоидальности токов к нулю, при этом не выполняя компенсацию реактивной мощности.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ РЕЗОНАНСНОМ КОНТУРЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЧАСТОТЫ ПИ- ТАНИЯ

*В.Ю. Ноженко, ассист., Кременчугский национальный университет
имени Михаила Остроградского*

Широкое применение в различных отраслях промышленности вибрационных машин (ВМ) зарезонансного типа привело к необходимости исследования и изучения процессов, возникающих во время пуска при прохождении резонансной зоны. С целью упрощения исследований пуска ВМ рассмотрена математическая модель электрического аналога ВМ – последовательного резонансного RLC -контура при изменении во времени частоты напряжения питания.

Исследование мощности до и после прохождения резонансной зоны при увеличении и уменьшении частоты показали, что в дорезонансный период, как и в зарезонансный, частота тока меньше частоты напряжения, что является причиной перехода активной мощности в сети питания через нуль, вследствие чего после накопления энергии в дорезонансный период наблюдается ее генерирование в источник питания.

Влияние темпа нарастания напряжения и частоты питания при прохождении резонансной зоны приводит к снижению максимального значения мощности при переходе через резонанс, причем максимум мощности происходит при частоте, выше резонансной.

Затухание переходного процесса при частоте, выше резонансной, происходит в соответствии с постоянной контура $\frac{R}{2L}$.

Установлено, что переход через точку резонанса представляет процесс, протекающий во времени, причем длительность этого процесса тем больше, чем меньше скорость изменения частоты.

При переходе через точку резонанса значения максимума мощности в генераторном режиме тем больше, чем больше скорость изменения частоты.

Таким образом, характер переходных процессов при прохождении резонансной зоны зависит от законов изменения во времени как амплитуды питающего напряжения, так и его частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атабеков Г.И. Основы теории цепей / Г.И. Атабеков. – М. : Энергия, 1969. – 424 с.
2. Ноженко В. Ю. Нестационарные процессы в последовательном резонансном контуре / В. Ю. Ноженко, Д. И. Родькин, В. В. Ченчевой // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Вип. 5 (100). – С. 9–18.

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

Зміст

| | |
|---|-----------|
| EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THERMAL AND MASS TRANSFER PROCESSES IN HEAT ACCUMULATORS IN PHASE TRANSFORMATIONS OF ACCUMULATED MATERIAL OF ORGANIC ORIGIN..... | 28 |
| V. Gorobets, Grand PhD, I. Antypov, PhD, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine..... | 28 |
| РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ..... | 29 |
| А.О. Іваненко, магістр, І.Г. Бугенко, доцент, О.В. Коломієць, асистент, ДВНЗ «УДХТУ»..... | 29 |
| СОНЯЧНИЙ АДСОРБЦІЙНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК | 31 |
| О.В. Коломієць, асистент, К.М. Сухий, декан факультету ТОР і БТ, ДВНЗ «УДХТУ»..... | 31 |
| ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОПАЛЕННЯ..... | 33 |
| О.В. Коломієць, асистент, К.М. Сухий, декан факультету ТОР і БТ, ДВНЗ «УДХТУ»..... | 33 |
| ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ | 35 |
| О.В. Кошельнік, доцент, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, О.В. Долобовська, аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» | 35 |
| АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ ПРИ МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ КОНДЕНСАТОРІВ ЗМІШУВАЛЬНОГО ТИПУ.... | 36 |
| О.В.Круглякова, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» | 36 |
| ВПЛИВ ЯВИЩА ТУРБУЛІЗАЦІЇ МОТОРНОГО МАСЛА НА РЕСУРС РОБОТИ ДВЗ..... | 37 |
| Д.А. Курликов, магістрант, В.І. Кубіч, доцент, Запорізький національний технічний університет..... | 37 |
| ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ОРГАНІЧНОГО ЦИКЛУ РЕНКІНА НА ОБ'ЄКТАХ СКІДНОЇ ТЕПЛОТИ | 39 |
| О.В. Сенецький, страший наук. співроб., В.П. Сарапін, головн. констр. відділу, Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України | 39 |

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

| | |
|---|-----------|
| ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА СЕЗОННОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТИ..... | 41 |
| С.Є. Тарасенко, доцент, Є.О. Антипов, старший викладач, Я.С. Воронцов, магістрант, Національний університет біоресурсів і природокористування України | 41 |
| ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗМІЩЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ТЕПЛООБМІННОЇ ПОВЕРХНІ В АКУМУЛЯТОРІ ТЕПЛОТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ НА ОСНОВІ ПАРАФІНУ | 42 |
| С.Є. Тарасенко, доцент, Є.О. Антипов, старший викладач, М.О Масюк, магістрант, Національний університет біоресурсів і природокористування України | 42 |

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THERMAL AND MASS
TRANSFER PROCESSES IN HEAT ACCUMULATORS IN PHASE
TRANSFORMATIONS OF ACCUMULATED MATERIAL OF
ORGANIC ORIGIN**

*V. Gorobets, Grand PhD, I. Antypov, PhD, National University of Life and
Environmental Sciences of Ukraine*

Accumulation of thermal energy is produced with the aim of storing at certain times, when there is an overabundance of this energy and its further use in other periods of time when there is a deficit thermal energy. Such sources of thermal energy may include, for example, solar collectors, heat pumps (low-grade heat energy) and other sources. Thermal energy storage may be carried out under heating of any material (water, solid materials and other) or by using the phase or chemical transformation of the material (the melting and crystallization processes accompanied with absorption and release of heat energy). Thermal batteries with phase or chemical transformations are allowed to concentrate a large amount of energy in a relatively small volume of accumulating material. As accumulating materials with phase transformations can be used, for example, salts of Na or K, as well as natural materials (paraffin, Glauber's salt and other materials) having a low temperature of melting and crystallization.

In this paper an experimental study of heat and mass transfer in the heat accumulator during phase transformations of the storage material. The experimental setup consists of a chamber filled with paraffin, in which there are bundles of pipes with circulation of heated coolant (hot water) in the «charge» the battery and cold coolant (cold water) for «relaxation» of the heat accumulator. The processes of melting and crystallization of paraffin during heating and cooling of pipe bundles are investigated. In experimental studies the changes of the temperature distribution in heat storage material and tube bundles have investigated. Besides there are investigated the dynamics and profile borders of melting and solidification during of «charging» and «discharging» the battery and were found other characteristics of accumulator.

As the results of research the basic laws of melting and crystallization processes in heat batteries during phase transformations of heat accumulating material were determined. The optimal geometry of the pipe bundles for which the processes of «charging» and «discharging» of battery will occur for the minimum period of time was found.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ

*А.О. Іваненко, магістр, І.Г. Бутенко, доцент, О.В. Коломієць, асистент,
ДВНЗ «УДХТУ»*

Зазвичай в опалювальний період використовується декілька типорозмірів водогрійних котлів. Їх кількість формується в процесі розвитку опалювальної мережі на протязі декількох років. Тому конструкції використовуваних водогрійних котлів, а відповідно і їх ККД, можуть суттєво змінюватися.

Враховуючи, що навантаження споживачів протягом опалювального сезону змінюється від мінімального (в жовтні), до максимального (грудень, січень), доцільно на початку сезону використовувати сучасні жаротрубні парогенератори, які мають більший ККД і менші витрати тепла, а також менше тепловиробництва. Ці парогенератори мають суттєву перевагу перед іншими - їх можливо швидко включити в роботу і вивести на номінальний режим. Але вони мають і суттєвий недолік – вони більш чутливі до якості живильної води, що і визначає час експлуатації. Зі зменшенням температури навколишнього середовища і необхідністю росту тепловиробництва в котельнях включають в роботу інші типи водогрійних котлів (наприклад – потужність водогрійного котла типу ПТВМ-50, ПТВМ-100 і інші), які мають значно менший ККД із-за підвищення витрат з відхідними газами (q_2) і підвищенням витрат (q_5) і тоді настає питання про раціональний експлуатаційний режим спільної роботи окремих котлів [1].

Навантаження споживачів може задовольнятися в котельні роботою одного або декількох котлів, але основною вимогою експлуатаційного режиму являється, щоб при будь-якому навантаженні на котельню ККД працюючого котла або всіх котлів був близьким до максимально можливого при заданій якості палива [2].

Метою даної роботи є обґрунтувати раціональне використання опалювальних водогрійних котлів ПТВМ-50 та VSP-1000.

Для реалізації поставленої мети, за методикою наведеною в [3], виконані орієнтовні розрахунки водогрійних котлоагрегатів типу ПТВМ-50 та VSP-1000, результати яких, у вигляді залежності ККД водогрійних котлів від тепловиробництва, представлені на рис.1. Аналізуючи наведену залежність, можна сказати, що обидва котли при роботі з максимальним ККД, мають 35-45 Гкал/год, при цьому їх витрати палива будуть мінімальними.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

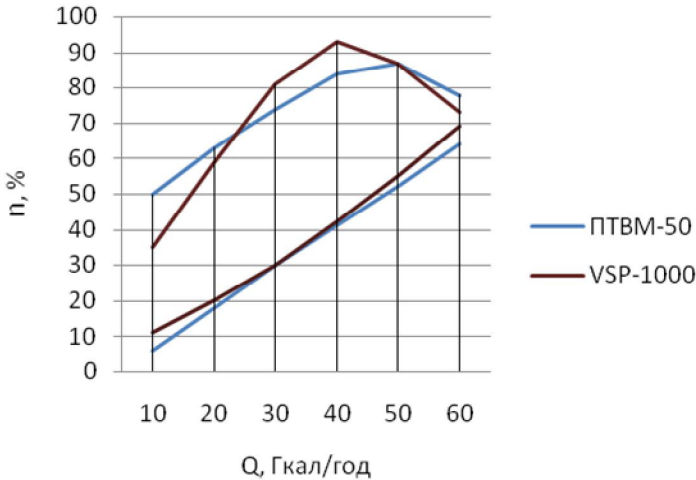


Рисунок 1 – Залежність ККД водогрійних котлів від тепловиробництва

Важливо враховувати, що жаротрубний котел VSP-1000, має більший ККД, тому його на практиці використовують як постійний нагрівач, а ПТВМ-50, тільки при необхідності (при зниженні температури до -12°C , та при сильному вітрі).

Література

1. Управление энергетическим производством: учебное пособие / Л.А. Коршунова, Н.Г. Кузьмина.- Томск: Издательство политехнического университета, 2007.-175с.
2. Богуславский Л.Д., Стражников А.М. Эксплуатация инженерного оборудования зданий в условиях экономии энергетических ресурсов.- М.: Стройиздат, 1984.-191с.
3. Тепловой расчет промышленных парогенераторов / Под ред. В.И. Частухина. – Киев: Вища шк., 1980. – 184 с.

СОНЯЧНИЙ АДСОРБЦІЙНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК

*О.В. Коломісць, асистент, К.М. Сухий, декан факультету ТОР і БТ, ДВНЗ
«УДХТУ»*

Сучасні холодильники і кондиціонери в спекотний період споживають велику кількість електроенергії, для отримання якої витрачаються невідновні природні ресурси. Зростання споживання електроенергії в літній період призводить до перевантаження в системах електропостачання і навіть серйозних аварій. Одним із способів знизити споживання електроенергії і одночасно утилізувати низькопотенційну теплову енергію є сонячні адсорбційні холодильники. Ефективність роботи сонячного холодильника суттєво залежить від сумарного середньодобового значення сонячного випромінювання, яке за даними [1] визначається кутом розташуванням сонячного колектора горизонту у південній орієнтації. Кут в 30^0 не буде оптимальним для всього періоду експлуатації.

Метою роботи є модернізація існуючої конструкції сонячного холодильника [2] шляхом оснащення його світлочутливим елементом та електроприводом, що дозволить змінювати кут нахилу адсорберу до горизонту в залежності від інтенсивності сонячного випромінювання.

Адсорбційний холодильник, згідно з термодинамічним циклом представленим на рис.1, працює в два етапи перший етап – отримання холоду (лінія 3-4-1 – адсорбція та випаровування води); Другий етап – регенерація адсорбенту (лінія 1-2-3 – десорбція та конденсація води), та при цьому в залежності від положення сонця на небосхилі яке уловлюється світлочутливим елементом 13, що подає сигнал на електропривод 14, змінюється кут нахилу адсорбера до горизонту. Таке вдосконалення конструкції дозволяє підтримувати сталі значення холодильного коефіцієнту протягом всього періоду експлуатації.

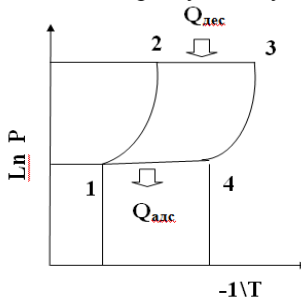


Рисунок 1 – Робочий цикл адсорбційного холодильника

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

Конструктивне виконання оптимізованого сонячного холодильника наведено на рис. 2.

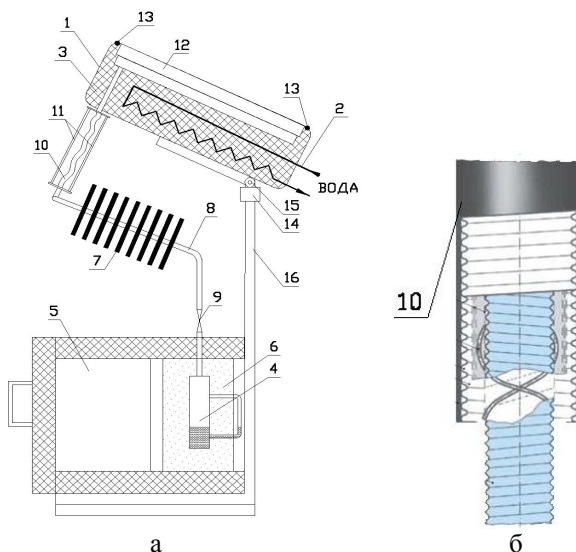


Рисунок 2 – Вдосконалена конструкція сонячного холодильника (а) і детальне зображення гнучкого трубопроводу з вакуумною ізоляцією (б)

1 – адсорбер; 2 – змійовик (гідроаккумулятор); 3 – сорбційний матеріал; 4 – випарник; 5 – конденсатор; 6 – холодильна камера; 7 – водяний акумулятор холоду; 8 – труба; 9 – кран; 10 – гнучкий трубопровід з вакуумною ізоляцією; 11 – металеві пластини з отворами та нанесеним градуванням; 12 – прозорий стільниковий полікарбонатний пластик; 13 – світлочутливі елементи; 14 – електроривід; 15 – підшипник; 16 – опора

Література

1. Козлов Я.М. Оптимізація розташування сонячних колекторів в геліосистемах / Я.М. Козлов, М.П. Сухий, К.М. Сухий // Східно/Європейський журнал передових технологій. – 2010. – №2/10 (44). – С. 58 – 64.
2. Пат. 86227 Україна, МПК F 25 В 17/00. Адсорбційний холодильник / Сухий К.М., Сухий М.П., Коломієць О.В. [та ін.]; заявник і патентовласник Державний вищий навчальний заклад “Український державний хіміко/технологічний університет”. – № u 2013 05136; заявл. 22.04.2013 опубл. 25.12.2013, Бюл. № 24.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

**ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ
АДСОРБЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛА В СИСТЕМІ
ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОПАЛЕННЯ**

*О.В. Коломієць, асистент, К.М. Сухий, декан факультету ТОР і БТ, ДВНЗ
«УДХТУ»*

Розвиток енергетики має вирішальний вплив на стан економіки в державі та рівень життя населення. Економія первинних енергоресурсів та розширення можливості використання нетрадиційних джерел енергії є об'єктивно обумовленою необхідністю. Про це свідчать постійне погіршення стану навколишнього середовища, скорочення світових запасів нафти та газу, зростання собівартості їх добування та ін.

Мета роботи – з'ясувати доцільність використання адсорбційних перетворювачів теплоти (АПТ)[1,2] для опалення приміщення площею 100 м² з тепловим навантаженням на опалення 339,5 МДж/доба.

Для досягнення поставленої мети було здійснено порівняння енергоспоживання електричного, газового та твердопаливного котлів з енергоспоживанням АПТ. Результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Економія енергоресурсів за рахунок використання адсорбційних перетворювачів тепла для опалення будинку площею 100 м²

| Джерело опалення | Котел твердопаливний PROTECH TT | Газовий котел ПРОСКУРІВ АОГВ-16 В | Електр. котел Дніпро міні 12 кВт 380 В | АПТ _(min) | АПТ _(max) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Капітальні затрати, тис. грн | 7 | 7 | 5 | 6 | 6 |
| Енергоспоживання, кг у.п. на добу | 22 | 26 | 17,69 | 0,29 | 7,5 |
| Економія, кг у.п. на добу(min) | 21,71 | 25,71 | 17,4 | | |
| Економія, кг у.п. на добу (max) | 14,5 | 18,5 | 10,19 | | |

Індексом min позначено споживання енергії АПТ при сонячній погоді, а max – при пасмірній. Економічний ефект досягається за рахунок того, що в процесі розрядки апарат споживає енергію лише на пе-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

рекаку води в системі, а в процесі зарядки, за умови гарної погоди, так і продовжується, а якщо погода підводить, то відбувається догрів води, яка йде на опалення традиційними методами. За рахунок того, що вода догрівається, а не нагрівається від початкової температури також маємо економію енергії.

Отже, як видно з табл.1, використання АПТ в системі децентралізованого опалення приміщень різного призначення площею 100 м² дає можливість економити до 17 кг. у. п. на добу при цьому температура в приміщенні підтримується на рівні 19 – 22 °С. За необхідності цю цифру завжди можна віднести до ціни на вихідні енергоресурси.

Встановлення в систему вентиляції адсорбційного регенератора тепла та вологи [3], енергоспоживання якого не перевищує 1 кВт на добу, дозволяє отримувати приток свіжого повітря в приміщення, при цьому підтримується відносна вологість в кімнаті на рівні 50 – 60 %, а температура – 19 – 22 °С.

Література

1. Коломієць О.В. Економія енергоресурсів за рахунок використання сорбційних теплоаккумуляторів-обігрівачів [Текст] / О.В. Коломієць, О.А. Беяновська, К.М. Сухий, М.П. Сухий, Я.М. Козлов // Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 27–29 листопада 2014 року. – Суми: Сумський державний університет, 2014. – с. 139 – 140.

2. Патент 91481 Україна, МПК F 25 В 30/00, F 25 В 17/00 Адсорбційний тепловий насос / Сухий К.М., Сухий М.П., Коломієць О.В. [та ін.]; заявник і патентовласник Державний вищий навчальний заклад “Український державний хіміко-технологічний університет”.– № u 2013 15448; заявл. 30.12.2013; опубл. 10.07.2014, Бюл. №13.

3. Коломієць О.В. Експлуатаційні характеристики адсорбційного регенератора низько-потенційного тепла та вологи на основі композиційних сорбентів «силікагель-натрій сульфат» та «силікагель-натрій ацетат» синтезованих золь-гель методом [Текст] / О.В. Коломієць, К.М. Сухий, О.А. Беяновська, В.І. Томило, О.М. Прокопенко, М.П. Сухий // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій.– 2016. – Т. 80, В.1.– с. 108 – 113.

ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ

*О.В. Кошельнік, доцент, Харківський національний університет імені
В.Н. Каразіна, О.В. Долобовська, аспірант, Національний технічний
університет «Харківський політехнічний інститут»*

В теперішній час пар систем випарного охолодження скловарних печей безперервної дії частково використовується на опалення, деаерацію живильної води та у деяких інших випадках. Однак через низькі його параметри (тиск 0,1-0,5 МПа), високу вологість (6-12 %) виникає проблема його повного і раціонального використання.

Одним із способів використання теплоти водяної пари є підігрів компонентів горіння, що надходять в палиникові пристрої печі. Кількість тепла, яку можливо передати компонентам горіння, обмежено температурою пари СВО та залежить від тиску в системі.

При наявності теплових споживачів, що не забезпечують повного використання пари випарного охолодження на протязі всього року або при повній їх відсутності, слід розглянути можливість вироблення електричної енергії. Можливі наступні варіанти: 1) використання пари в спеціально спроектованих для даних цілей турбінах конденсаційного типу; 2) використання парових турбін, які випускаються серійно та експлуатуються.

Кожен варіант має свої переваги та недоліки і повинен докладно розглядатися окремо. Отримання більш якісної пари вимагає установки спеціальних сепараційних пристроїв, осушувачів пари, теплових трансформаторів або автономних пароперегрівників. Застосування пароструминного компресора або механічного компресора показало неефективність даної схеми. Встановлення окремого пароперегрівника також не є доцільним, враховуючи досить значні масогабаритні показники даного типу обладнання.

Тому в даному випадку може виявитися досить вигідним застосування низькокиплячих теплоносіїв як робочого тіла в енергетичних установках при температурі водяної пари на рівні 115-150 °С. Такі установки працюють за двоконтурною схемою. Тепло конденсації пари передається кип'ятильнику, а тепло охолодження конденсату – підігрівнику парогенератора на низькокиплячому робочому тілі. Потім охолоджений конденсат водяної пари направляється в деаераційну установку, а після цього насосом до охолоджуваних елементів скловарної печі. У другому контурі низькокиплячий теплоносій нагрівається і розширюється в турбогенераторі. М'ята водяна пара конденсується, а потім конденсат живильним насосом подається в парогенератор. Розрахунки даної схеми показали, що із-за низьких параметрів гріючого теплоносія у силовому контурі можна застосовувати лише цикл Ренкіна з насиченою або злегка перегрітою парою.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

Таким чином, при аналізі ефективності експлуатації теплоутилізаційних комплексів з використанням низькопотенційної водяної пари СВО скловарних печей необхідно додатково проводити комплексне оцінювання роботи кожного елемента схеми. Вибір найбільш оптимального рішення можливо тільки при аналізі складної сукупності пов'язаних між собою технологічних та економічних факторів.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ ПРИ МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ КОНДЕНСАТОРІВ ЗМІШУВАЛЬНОГО ТИПУ

*О.В.Круглякова, доцент, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Теплопередача при безпосередньому контакті газової і рідкої фаз досить широко застосовується в процесах і апаратах теплоенергетичного призначення. Зокрема, поширення набули змішувальні конденсатори парових турбін електростанцій, застосування яких, у міру росту вартості електроенергії, забезпечує можливість підвищення продуктивності установки при скороченні капітальних витрат. Разом з тим, відсутні надійні інженерні методи проектування таких апаратів, а в існуючих методах використовуються емпіричні співвідношення, що не сприяє розумінню фізичних явищ, які мають місце при прямій взаємодії фаз.

Розроблена модель процесів тепломасообміну в конденсаторі змішувального типу базується на описі процесу взаємодії одиночних крапель і плівок рідини з потоком пари з урахуванням схеми взаємодії цих середовищ і геометричної форми каналів, в яких відбувається взаємодія. Модель також включає однопараметричну функцію розподілу крапель за розмірами, рівняння руху крапель, сплошності, конвективного теплообміну між парою, краплями і плівкою конденсату, збереження енергії в елементарному паровому шарі конденсатора.

У процесі математичного моделювання визначалася висота конденсатора, при якій ступінь сухості пари стає рівною нулю. Ця величина є, в загальному випадку, функцією таких змінних, як початкові параметри пари перед конденсатором, початкова температура охолоджувальної води, витрата пари, кут розкриття факела форсунки, параметр функції розподілу діаметрів крапель за розмірами, перепад тиску на форсунці, геометрична характеристика форсунки, кратність конденсації, тиск в конденсаторі.

Встановлено, що найбільш сильний вплив на висоту робочої зони надають перепад тиску охолоджувальної води перед форсунками, дисперсний склад рідини та її початкова температура, в той час як вплив кратності конденсації й кута розкриття факела форсунки виявляється істотно меншим. Інші параметри, хоч і впливають на кінцевий результат, але можуть розглядатися як постійні при заданому конструктивному вирішенні конденсатора.

ВПЛИВ ЯВИЩА ТУРБУЛІЗАЦІЇ МОТОРНОГО МАСЛА НА РЕСУРС РОБОТИ ДВЗ

Д.А. Курликов, магістрант, В.І. Кубіч, доцент, Запорізький національний технічний університет

Ліміт роботи двигуна безпосередньо залежить від роботи системи змащування. Це обумовлено тим, що система підводить мастильний матеріал безпосередньо до поверхонь елементів трибоз'єднань, що фактично лімітують ресурс роботи двигуна в цілому. На рис.1 зображено характерні відмінності ламінарного стану потоку моторного масла від турбулентного.

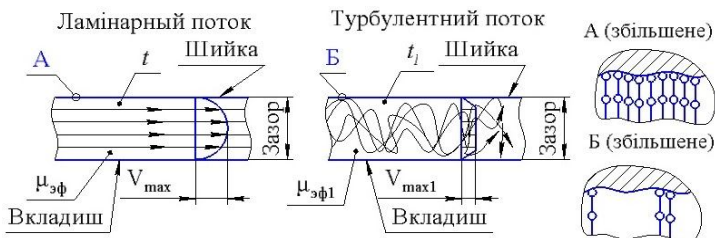


Рисунок 1 – Характеристика ламінарного і турбулентного станів потоку:

А – процес утворення масляного шару при ламінарному стані потоку;

Б – процес утворення масляного шару при турбулентному стані потоку

Виходячи з того, що при турбулентному стані процес утворення масляних шарів досить нестабільний, тому доцільним буде провести перевірку основних трибо з'єднань на наявність виникнення у них явища турбулізації моторного масла.

Проведена перевірка на наявність виникнення турбулізації моторного масла у трибо з'єднаннях колінчастого вала, розподільного вала і підшипниках ковзання турбокомпресору двигуна ЯМЗ-238Н, при цьому, даний показник оцінювався по критерію Рейнольдса, за виразом (1).

$$Re = \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot \rho \cdot S}{2 \cdot \mu_{ef}} \leq 41,3 \cdot \sqrt{\frac{d}{s}}, \quad (1)$$

де Re – критерій Рейнольдса; d – діаметр шийки (вала), м; n – частота обертання, наприклад, колінчастого, розподільного вала двигуна, вала турбокомпресора, s^{-1} ; ρ – густина моторного мастила, kg/m^3 ; μ_{ef} – динамічна в'язкість моторного масла, $Pa \cdot s$; s – величина зазору, м; $41,3 \cdot \sqrt{\frac{d}{s}}$ – показник переходу з ламінарного стану у турбулентний.

Проведені теоретичні дослідження за критерієм Рейнольдса показали наступне. У трибо з'єднаннях колінчастого і розподільного валів, показ-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

ник який характеризує перехід з ламінарного стану у турбулентний становить меншим за допустимий, за винятком короточасних режимів, наближених до аварійних. При цьому явище турбулізації можливе на мікрорівні між елементами топографії поверхонь в умовах змішаного мащення. Проте у агрегатах надуву, розрахунковий показник в залежності від зміни геометрії підшипника може бути більшим за допустимий. Так, на підставі методики використання багатофакторного простору та кількості факторів, які враховуються, визначена наступна система рівнянь (2):

$$\begin{aligned} 4,33 &= a_0 + a_1 \cdot 3333,33 + a_2 \cdot 0,989 + a_3 \cdot (3333,33 \cdot 0,989); \\ 0,02 &= a_0 + a_1 \cdot 16,67 + a_2 \cdot 0,989 + a_3 \cdot (16,67 \cdot 0,989); \\ 12,56 &= a_0 + a_1 \cdot 16,67 + a_2 \cdot 0,0015 + a_3 \cdot (16,67 \cdot 0,0015); \\ 2512 &= a_0 + a_1 \cdot 3333,33 + a_2 \cdot 0,0015 + a_3 \cdot (3333,33 \cdot 0,0015). \end{aligned} \quad (2)$$

Ця система об'єднує можливі варіанти зміни геометричних параметрів підшипника ковзання, та в'язкісного стану моторного масла.

На підставі рішення системи алгебраїчних рівнянь методом Крамера та відповідних значень геометричних розмірів підшипника ковзання валу турбокомпресору, отримано рівняння (3).

$$Re = 0,755 \cdot n + 3,5 \cdot 10^{-3} \mu - 0,762 \cdot n \cdot \mu - 2,5 \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

Також визначено конфігурацію поверхні двофакторного впливу на значення критерію Рейнольдса (рис.2).

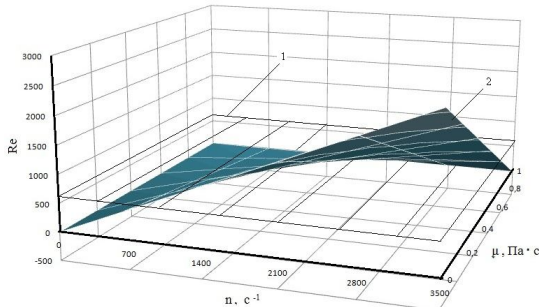


Рисунок 2 – Закономірність зміни критерію Рейнольдса у підшипнику ковзання турбокомпресору для зазору $s = 70$ мкм при діаметрі валу $d = 12$ мм:

1 - площа верхньої межі; 2 - площа можливих змін

Отже, отримані результати дають можливість зробити висновок, що явище турбулізації теоретично можливо і безпосередньо пов'язано з поганим утворення структури масляних шарів, яке призводить до швидкого зношування деталей і як наслідок зменшення ресурсу роботи двигуна.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ОРГАНІЧНОГО ЦИКЛУ РЕНКІНА НА ОБ'ЄКТАХ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ

*О.В. Сенецький, страший наук. співроб., В.П. Саранін,
головн. констр. відділу, Інститут проблем машинобудування
ім. А.М. Підгорного НАН України*

Тенденції ринкових відносин диктують необхідність більш дбайливого користуватися енергетичною сировиною. На сучасному етапі розвитку промислового виробництва саме за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій можна підвищити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, що є одним з основних умов зменшення паливної складової в собівартості продукції, та відповідно підвищення рентабельності підприємств.

Майже усі підприємства металургійної, хімічної та інших галузей народного господарства мають у своєму розпорядженні скидну теплоту технологічних процесів і охолоджувачі для підтримки стабільної й неперервної роботи виробничих циклів.

Останні 10 років велика увага у Світі приділяється розробці та створенню енергоефективних енергетичних установок малої потужності на основі замкнених паротурбінних циклів на низькокиплячих робочих тілах (НРТ). У цих установках реалізується, так званий, органічний цикл Ренкіна (ORC, ОРЦ) та утилізуються вторинні енергетичні ресурси (ВЕР), що мають температуру 80 – 350 °С (відхідні гази, охолоджуюча вода та інші ВЕР технологічних процесів).

Енергетичні установки на основі ОРЦ мають наступні переваги:

- низькі експлуатаційні витрати на технічне обслуговування;
- просте управління, не потрібно постійної присутності ліцензованого оператора;
- висока ефективність турбіни (до 85 %), навіть при частковому навантаженні (до 10 – 20 %);
- низькі механічні напруги в елементах турбін;
- відсутня ерозія лопаток;
- не потрібно системи водопідготовки;
- проста процедура пуску-зупинки;
- великий ресурс обладнання (> 20 років).

З огляду на переваги, використання замкнених паротурбінних циклів на низькокиплячих робочих тілах при впровадженні на об'єктах скидної теплоти є вельми перспективним.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України має значний досвід з вибору робочих тіл для паротурбінних

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

циклів, побудови теплових схем та розрахунку її складових елементів (турбіни й теплообмінне устаткування різних типів).

Авторами виконано аналіз та обґрунтування рішення задачі енергозбереження на основі реалізації замкнених паротурбінних циклів на низькокиплячих робочих тілах для промислових об'єктів при використанні ВЕР. Здійснено дослідження з вибору низькокиплячих робочих тіл, що застосовуються в ORC контурах. Проведено розрахунки з оцінки можливої одержуваної електричної потужності при реалізації НРТ турбін на відхідних газах водогрійного котельного агрегату потужністю 100 Гкал/год. Отримано, що при максимальному використанні теплоти димових газів електрична потужність установки на НРТ може сягати ~2900 кВт. З метою визначена найбільш ефективної утилізації відхідних газів виконано пошук раціональної теплової схеми з урахуванням особливостей існуючого технологічного циклу. На основі наявних режимних карт котельного агрегату виконано розрахункові дослідження з визначення можливої електричної потужності в залежності від режиму експлуатації.

Розрахункові дослідження показали, що використання теплоти димових газів, без додаткового спалювання палива, обмежує максимальні температури НРТ та не дозволяє досягти максимальної потужності енергетичної установки ORC контуру через малий тепловий перепад, що приходить на турбіну. Більшу кількість теплоти можливо зняти тільки за рахунок збільшення витрати низькокиплячого робочого тіла, що не завжди є виправданим. Збільшення витрати робочого тіла тягне за собою збільшення масогабаритних характеристик теплообмінного, допоміжного та турбінного обладнання. На сучасному етапі розвитку замкнених паротурбінних циклів на низькокиплячому робочому тілі, доцільним є вибір варіанту, який дозволить покривати власні потреби теплогенеруючої установки у електричній енергії на рівні 5 – 10 % без додаткового спалювання палива.

При визначенні доцільності впровадження ORC циклу необхідно враховувати, що у кожному окремому випадку треба проводити оцінку кількості та параметрів скидної теплоти, а також повне техніко-економічне обґрунтування.

Необхідно відзначити, що в Україні енергетичне устаткування такого типу не виробляється, але Україна має всі можливості для виробництва відповідного устаткування, в перспективі за ціною нижче зарубіжного.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО
ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ ПОНОВЛЮВАНИХ
ДЖЕРЕЛ ТА СЕЗОННОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТИ**

*С.Є. Тарасенко, доцент, Є.О. Антипов, старший викладач,
Я.С. Воронцов, магістрант, Національний університет біоресурсів і
природокористування України*

В останні роки при проектуванні сучасних енергозберігаючих будинків котеджного типу досить широко використовують енергію поновлювальних джерел – променисту енергію сонця, теплоту ґрунту, повітря чи водоїм та енергію інших низькопотенціальних джерел. Для трансформації цієї енергії в теплоту теплоносія в системах опалення та гарячого водопостачання переважно використовуються сонячні колектори та теплові насоси. Крім того, застосовуються системи акумулювання теплової енергії, які дозволяють компенсувати добові нерівномірності процесів її генерації та споживання.

В роботі запропоновано та розраховано енергоефективну систему теплопостачання індивідуальних житлових будинків котеджного типу, в склад якої входить тепловий насос, сонячні колектори, вентиляційна система з регенеративним теплообмінником для утилізації теплоти нагрітого повітря, що видаляється назовні та сезонного акумулятора теплоти. Це дає можливість мінімізувати використання в системі опалення та гарячого водопостачання будинку пікового котла, який передбачений для підігріву води до необхідної температури у випадках, коли теплової енергії поновлюваних джерел не вистачає в холодний (піковий) період часу.

Проведено тепловий і гідравлічний розрахунок системи тепло- та водопостачання індивідуальних житлових будинків котеджного типу. При побудові будинку використані сучасні теплоізолюючі матеріали, багатокамерні вікна і двері, що забезпечують мінімальні теплові втрати в зовнішнє середовище. Система енергопостачання та створення необхідного мікроклімату в будівлі передбачає також вентиляційне обладнання, до складу якого входить регенератор теплоти відпрацьованого повітря. Проведено розрахунок вентиляційної системи та визначено розміри і теплову потужність вказаного регенератора. При тепловому та гідравлічному розрахунку регенеративного теплообмінника використано теплообмінні поверхні з інтенсифікаторами теплообміну, застосування яких дозволяє в 2-2,5 рази зменшити його габаритні розміри та на 40-50 % зменшити масу теплообмінника в порівнянні з гладкотрубним аналогом.

З метою акумуляції теплової енергії в літній період часу і послідуючого її використання в опалювальний (зимовий) період було розроблено тепловий акумулятор з теплоакумуючим матеріалом (ТАМом) на базі натріє-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

вих солей, що мають низьку температуру плавлення. Акумуляування теплоти в акумуляторі відбувається за рахунок переходу ТАМу з твердого стану у рідку фазу. Розраховано об'єм ТАМу, який необхідний для покриття навантаження систем опалення і гарячого водопостачання в холодний період та розроблено його конструкцію.

Таким чином, запропоновано сучасну енергоефективну систему теплопостачання індивідуальних житлових будинків котеджного типу з використанням енергії поновлюваних джерел та сезонного акумулятора теплоти, яка дає можливість з мінімальним рівнем використання енергії зовнішніх джерел (природного газу, твердого палива, електричної енергії тощо) в зимовий період забезпечити функціонування та необхідний мікроклімат в будинку.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗМІЩЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ТЕПЛООБМІННОЇ ПОВЕРХНІ В АКУМУЛЯТОРІ ТЕПЛОТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ НА ОСНОВІ ПАРАФІНУ

*С.Є. Тарасенко, доцент, Є.О. Антипов, старший викладач,
М.О Масюк, магістрант, Національний університет біоресурсів і при-
родокористування України*

На сучасному етапі розвитку науки і техніки існує можливість реалізації практично будь-якого відомого принципу акумуляції тепла, що призвело до різних технічних рішень. Доцільність використання кожного принципу визначається наявністю позитивного ефекту, в першу чергу, економічного, досягнення якого можливо при мінімальній вартості акумулятора.

Ефективність акумуляторів теплоти, у тому числі і найбільш перспективних з точки зору густини акумуляованої енергії – фазоперехідних теплоакумуляторів, в значній мірі залежить від ступеня використання потенціалу накопичення та віддачі енергії за повний цикл роботи відповідного пристрою в кількостях, необхідних споживачу. Це ставить перед дослідниками завдання вибору виду та конструкції теплообмінної поверхні для забезпечення як оптимальних геометричних параметрів таких апаратів, куди входять об'єм, маса теплоакумуляуючого матеріалу і т.п., так і їх робочих характеристик.

У результаті експериментального дослідження оптимальних параметрів розміщення теплообмінної поверхні в корпусі акумулятора теплоти фазового переходу на основі парафіну встановлено, що в нижній частині робочого об'єму, розташованого під тепловим джерелом, виникають «застійні зони», температура яких на 12 % нижче, ніж в області інтенсивного плавлення матеріалу. Велика кількість виділеного тепла при цьому витра-

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

часться на перегрів розплавленого обсягу у верхній частині акумулятора теплоти. Тривалість такого «перегріву» становить не менше 25 % від загального часу роботи акумулятора теплоти в режимі «заряд».

Разом з тим підтверджено, що для зменшення об'єму «застійних зон», розміщення першого ряду джерел теплоти, від дна і стінок корпусу акумулятора, необхідно виконувати на відстані, яка не перевищує значення граничного (кінцевого) радіуса R радіального поширення теплоти в масиві акумулюючого матеріалу, який, наприклад, для парафіну, при діаметрі нагрівальної труби $d_3 = 21,25$ мм, становить $R = 30$ мм. Встановлено, що перевищення останнього на 20 % зменшує коефіцієнт корисного використання маси акумулюючого матеріалу на 7 %.

У підсумку, отримано параболічну залежність між граничним радіусом R радіального поширення теплоти в масиві акумулюючого матеріалу та геометричними параметрами теплообмінної поверхні – зовнішнім діаметром d_3 нагрівальної труби $1,45d_{mp.3} \geq R \geq 1,25d_{mp.3}$, що уможливило проведення «зарядки» і «розрядки» апарата з максимальною ефективністю.

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Зміст

| | |
|--|-----------|
| ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ДВУМЯ ЛЕНТОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ..... | 45 |
| Е.В. Лаврова, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»..... | 45 |
| ДВОСТУПЕНЕВИЙ ПРИНЦИП ПОБУДОВИ АДАПТИВНОЇ САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗРІДЖЕННЯМ ПІСКІВ МЕХАНІЧНОГО ОДНОСПІРАЛЬНОГО КЛАСИФІКАТОРА..... | 46 |
| А.М. Мацуї, доцент, В.О. Кондратець, професор, Кіровоградський національний технічний університет | 46 |
| ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВОГО ГОСПОДАРСТВА..... | 48 |
| М.О. Романенко, інженер відділу екологічного нормування, Інститут проблем природокористування та екології НАН України..... | 48 |
| ЦИКЛ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ В ВИРОБНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПОЗИТНИХ ФУТЕРУВАЛЬНИХ ВКЛАДОК ДЛЯ КОКІЛІВ ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТТЯ | 50 |
| О.І. Случак, аспірант, О.І. Случак, фахівець НДЧ, студентка, В.І. Андреев, доцент, глава НДЧ, ЧНУ ім. Петра Могили..... | 50 |
| АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАСТИЛ В ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ХОЛОДНІЙ ПРОКАТЦІ | 54 |
| М. О. Святой, аспірант, ДВНЗ "ПДТУ" | 54 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЬОВИХ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА ПІДШИПНИКИ РОБОЧИХ ВАЛКІВ СТАНІВ ХОЛОДНОЇ ЛИСТОВОЇ ПРОКАТКИ..... | 55 |
| А. Г. Присяжний, доцент, М. О. Святой, аспірант , ДВНЗ "ПДТУ"..... | 55 |

ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ДВУМЯ ЛЕНТОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

*Е.В. Лаврова, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический
университет»*

Дуговая наплавка ленточными электродами различной ширины позволяет варьировать массовую скорость, коэффициент наплавки, форму и размеры валиков. В случае использования двух и более электродов условия плавления электродного металла и его переноса в сварочную ванну отличаются от способа наплавки одним электродом.

Дополнительные возможности управления составом ванны при наплавке двумя и более ленточными электродами могут быть получены при использовании управляемого механического переноса. Однако, до настоящего времени, данный вопрос не исследовался.

Механический принудительного перенос электродного металла позволяет не только управлять качеством и геометрическими параметрами сварных швов, но и существенно снижать энергозатраты на тепловложение в сварочную ванну. Исследование возможностей такого способа для наплавки ленточным электродом показало перспективность этого метода при электродуговой наплавке.

Разработано устройство для наплавки двумя ленточными электродами, позволяющее увеличить диапазон регулирования параметров импульсного механического переноса и предотвратить деформирование ленточных электродов. Предлагаемое устройство позволяет обеспечить попеременное возвратно-поступательное движение торцов ленточных электродов с оптимальными частотой и амплитудой. Поскольку возвратно-поступательное движение торцов накладывается на равномерное движение подачи электродов в ванну, это позволяет сохранить технологические параметры процесса наплавки и размеры наплавленного валика при возможности уменьшения расхода электродного металла на потери и перегрев, а также, соответственно, расходуемой энергии на плавление.

Предложенное устройство является ресурсосберегающим. При использовании наложенных колебаний повышается производительность наплавки за счет снижения температуры капель, попадающих в сварочную ванну с торцов и перераспределения температур в объеме сварочной ванны, что приводит к повышению эффективности расплавления ленточных электродов.

Представлены экспериментальные данные, характеризующие влияние тока, напряжения, колебаний торца ленточного электрода на величину коэффициента расплавления при автоматической наплавке с принудительным переносом электродного металла. При изменении напряжения дуги от 24 В до 30 В, коэффициент расплавления ленточного электрода возрастает в диапа-

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

зоне с 18,0 до 23,0 г/А·ч, при этом в случае использования принудительных колебаний с частотой 60 Гц он на 15–20% выше, чем при наплавке без применения принудительных колебаний с теми же параметрами режима.

Это объясняется тем, что в процессе плавления ленточного электрода за счет наложения принудительных механических колебания происходит равномерное оплавление торца ленточного электрода за счет обеспечения равномерного распределения тепловой энергии по ширине ленточного электрода и контролируемый сброс капель жидкого металла.

Таким образом, при использовании предлагаемого устройства повышается эффективность расплавления электродного металла, обеспечивается равномерность наплавки по всей ширине ленточного электрода, повышается качество наплавленных деталей, снижается вероятность появления дефектов.

ДВОСТУПЕНЕВИЙ ПРИНЦИП ПОБУДОВИ АДАПТИВНОЇ САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗРІДЖЕННЯМ ПІСКІВ МЕХАНІЧНОГО ОДНОСПІРАЛЬНОГО КЛАСИФІКАТОРА

*А.М. Мацуй, доцент, В.О. Кондратець, професор, Кіровоградський-
національний технічний університет*

Україна входить в першу десятку виробників продукції чорної металургії, однак конкурентоспроможність її продукції на світовому ринку зменшується в наслідок більш високої собівартості вітчизняного залізрудного концентрату, частка якого складає більше половини сировинної основи. Отримання магнетитового концентрату передбачає збагачення бідних залізних руд, де на їх подрібнення приходить до 50% всіх енергетичних витрат і значна кількість молотильних тіл і футеровки. Тому зменшення енергоємності процесів подрібнення і підвищення технологічної ефективності подрібнення необхідно розглядати як найбільш важливу складову на шляху інтенсифікації процесів рудопідготовки [1]. Ефективність подрібнення, крім того, визначається як вибором оптимальної системи параметрів механічного режиму, так і набором технологічних параметрів, серед яких найбільш важливим є співвідношення твердого до рідкого у млині. Певне розрідження пульпи у кульових млинах дозволяє мінімізувати вказані витрати й зменшити собівартість металургійної сировини. Однак необхідне розрідження пульпи не підтримується, що приводить до значних перевитрат.

Однією з причин ситуації, що склалася, є прийнятий підхід розрідження пісків односпірального класифікатора, коли в пісковий жолоб подається незмінна витрата води. Оскільки піски в пісковий жолоб розвантажуються наближено відповідно гармонічній залежності, в такому режимі в ньому пульпа періодично буде або дуже розрідженою,

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

або сильно згущеною. Зважаючи на велику піскову продуктивність, в кульовому млині піски в основному визначають густину пульпи. Тому розрідження пісків на вході визначає стан матеріалу і в самому млині, де створюються зони або розрідженої, або згущеної пульпи. За таких умов кулі працюють не ефективно, що приводить до значного перевитрачання електроенергії, молольного середовища та футеровки.

Ліквідувати вказаний недолік можливо зміною порядку подачі води в пісковий жолоб односпірального класифікатора. Необхідно замість подачі незмінної витрати води в пісковий жолоб односпірального класифікатора подавати змінну витрату, але так, щоб розрідження пісків було незмінним. Цю задачу ніхто не ставив і не вирішував.

Метою даної роботи є розробка принципів створення адаптивної системи автоматичного керування розрідженням пісків механічного односпірального класифікатора.

Встановлено, що поставленої мети можливо досягти, реалізуючи двоступеневий принцип побудови адаптивної системи керування, використовуючи самоналагоджувальні системи, які розташовані послідовно ланцюгом. Перша самоналагоджувальна система реалізує принцип інваріантного керування. Об'єктом керування тут є приймальний пристрій завиткового живильника, де з заданою похибкою підтримується розрідження пісків шляхом включення або виключення додаткових засобів незмінної подачі води в пісковий жолоб. Для здійснення принципу інваріантного керування розрідженням пульпи отримані аналітичні залежності та визначені налагоджувальні параметри.

Друга самоналагоджувальна система реалізує принцип слідування. Для цього знайдено алгоритм, який дозволяє визначати недостаючу витрату води в кульовий млин. Цю витрату і відслідковує система. Пульпа дорозріджується в процесі руху з завиткового живильника до завантаження кульового млина.

Даний принцип відрізняється високими якісними показниками, оскільки виключає шкідливий вплив значного транспортного і емкісного запізнювання піскового жолоба і завиткового живильника.

Розроблена функціональна схема адаптивної самоналагоджувальної системи керування розрідженням пісків механічного односпірального класифікатора, яка реалізує двоступеневий принцип.

Теоретичним обґрунтуванням показано, що запропоновані принципи та адаптивна система автоматичного керування розрідженням пісків механічного односпірального класифікатора на їх основі реально здійсненні і можуть гарантовано забезпечити якість керування, яку вимагає технологічний процес.

Література

1. Маляров П.В. Основы интенсификации процессов рудоподготовки / П.В. Маляров. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2004. – 320 с.

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ
ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВОГО ГОС-
ПОДАРСТВА**

*М.О. Романенко, інженер відділу екологічного нормування,
Інститут проблем природокористування та екології НАН України*

Питанням визначення екологічності різних технологічних процесів та систем за останні роки приділяється значна увага. Актуальними ці питання є також для сучасних інженерних систем життєзабезпечення об'єктів промислового господарства.

Життєзабезпечення об'єктів промислового господарства - багатогалузевий господарський комплекс, до складу якого входять теплопостачання, водопостачання та водовідведення, газопостачання, електропостачання тощо.

Організація життєзабезпечення об'єктів промислового господарства на принципах екологічності створить умови для сталого розвитку промислових агромерацій.

Підвищення екологічності систем життєзабезпечення об'єктів промислового господарства та оцінка їх впливу на навколишнє природне середовище повинна здійснюватись на основі комплексної оцінки, яка проводиться на підставі визначення відповідних показників (критеріїв). При аналізі існуючих показників оцінки екологічності, в першу чергу, розглядаються ті з них, які характеризують вплив на природне середовище і встановлюють співвідношення "вплив - можливі наслідки". Аналізуючи переваги, недоліки та можливості використання різних підходів до оцінки систем життєзабезпечення об'єктів промислового господарства встановлено, що характеризувати екологічність різних технологій можна через наступні показники:

- навантаження на природне середовище, але при цьому повинні бути використані інтегральні, а краще комплексні показники, які поки недостатньо розроблені;

- зміни стану навколишнього середовища під впливом різних технологій. Це більш досконала оцінка, однак методи прогнозування через не розробленість і недостатні відомості про стан природних і порушених екосистем, виявляються неефективними (необхідні трудомісткі розрахунки змін в компонентах навколишнього середовища і прогнози їх наслідків, велика ступінь невизначеності);

- техноємності навколишнього середовища та природоємності технологічних процесів і виробництв;

- збитків природному середовищу і ризику (є методики визначення збитків від забруднення водних об'єктів, атмосфери, земель, ін-

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

тенсивно розробляються методи оцінки екологічного ризику).

Об'єктивною і повною є оцінка "природоємності" технологій, однак механізм такої оцінки поки не опрацьовано в повній мірі. Але зараз вже можна запропонувати деякі підходи до вирішення цього питання.

У сучасних літературних джерелах серйозна увага приділяється впровадженню екологічного інструменту - MIPS-аналізу. Термін MIPS представляє собою аббревіатуру від англійського словосполучення "Material input per unit service or utility", що в перекладі означає "матеріальний вхід на одиницю послуги або корисного продукту".

За допомогою MIPS-аналізу оцінюються всі джерела споживання ресурсів на кожній стадії життєвого циклу продукції або послуги, що дозволяє оцінити потенційний вплив всього життєвого циклу на різних рівнях, а так само допомагає виявляти позитивні, в тому числі можливості ресурсозберігаючої діяльності (менеджмент споживання і послуг, витратну та ресурсну продуктивність).

MIPS-аналіз служить для оцінки впливу на навколишнє середовище сировини, матеріалів і енергії, необхідних для виробництва продукції або послуги, так як він показує сумарну кількість матеріальних ресурсів, що використовуються для отримання цього продукту або послуги, починаючи безпосередньо з моменту їх вилучення з природного середовища.

Застосування даної концепції сприяє прийняттю екологічно збалансованих рішень на рівні окремих виробництв та галузей економіки. Уже зараз MIPS-аналіз набуває широкого застосування в багатьох галузях виробництва як самостійний інструмент екологічної оцінки. Цікавим є об'єднання даної концепції з методиками оцінки екологічного збитку, а також з методиками оцінки якості виробленої продукції або послуги. Виведення універсальної методики, що містить в собі основи MIPS-аналізу, дозволить проводити оцінку впливу виробництва на навколишнє середовище в усіх його аспектах в сукупності та більш повно і точно визначити рівень, якість і екологічність виробленої продукції або послуги.

**ЦИКЛ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ
В ВИРОБНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПОЗИТНИХ
ФУТЕРУВАЛЬНИХ ВКЛАДОК ДЛЯ КОКІЛІВ ВІДЦЕНТРОВОГО
ЛИТТЯ**

*О.І. Случак, аспірант, О.І. Случак, фахівець НДЧ, студентка, В.І. Андреев,
доцент, глава НДЧ, ЧНУ ім. Петра Могили*

В межах університетської теми «Розробка композиційного пористого матеріалу з об'ємнозмінними теплофізичними властивостями» (наук. керівник - Клименко Л.П.) у 2017 році в ЧНУ ім. Петра Могили продовжується розробка і підготовка до впровадження матеріалів, що для експлуатації в умовах швидкоплинних процесів лиття в металевий кокіл відцентрового лиття короткої товстостінної циліндричної деталі (поршневі кільця, гільзи для ДВЗ та ін).

Метою даної розробки є удосконалення конструкції кокілю відцентрового лиття (КВЦ) через продовження терміну його експлуатації за рахунок використання дешевих керамічних вкладок виготовлених з втор сировини в зонах контакту кокілю з розплавом.

Об'єктом є конструкція елементів кокілю відцентрового лиття.

Предметом стали матеріали для футерування кришок кокілів відцентрового лиття.

В ході дослідження було розроблено вдосконалені конструкції передньої та торцевої кришок КВЦ, що крім продовження терміну експлуатації самого кокілю дало додатковий результат у вигляді зниження поверхневого відбілу чавуну в зонах контакту розплаву з кришкою, що є суттєвим фактором в аспекті економії ресурсів.

Було визначено, що оптимальний режим економії ресурсів реалізується в ході наближення режиму охолодження заготовки до аналогічного при литті в піщано-глинисті форми.

В зв'язку з цим було поставлено ряд завдань:

- розробити дешеві матеріали для футерування кришок КВЦ в зоні контакту з розплавом;
- обґрунтувати оптимальну конструкцію для використання даних матеріалів;
- створити замкнутий цикл повторного використання відходів лиття в КВЦ для виробництва футерувальних вкладок.

Основою розробленого ряду матеріалів став створений в ході попередніх досліджень спосіб виготовлення роз'ємного кокіля, із пористого композиційного матеріалу на основі губчатого титану [Деклараційний патент на корисну модель № 70232, кл. B22D 23/00]. Даний тип металокараміки мав певні проблеми типу просипання наповнювача в ході вироб-

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

ництва, що ускладнювало рівномірність його розподілу. Для вирішення даної проблеми було вирішено застосовувати вологе замішування і матрицею для нового металокерамічного композиту стало рідке скло, а пізніше вдосконалений склад з алкільованим рідким склоом. Дана розробка була направлена до патентування у вигляді Способу виготовлення композитних матеріалів на основі порошку губчастого титану в силікатній матриці (Заявка U201608293). Основним недоліком даного методу, виявленим пізніше став високий рівень шлакоутворення в зоні контакту розплаву з матеріалом, що ускладнювало його застосування в якості футерування для кришки для кокілів відцентрового лиття (номер заявки №U 201608294), розробленої в межах даного дослідження. Дану проблему і було вирішено за рахунок алкільування матриці.

Наступним кроком стали експерименти з застосування в матриці багатокomпонентного складу наповнювачів. Виготовлення композитних матеріалів відбувається способом рівномірного розподілу наповнювачів SiO₂ (пил оксиду кремнію), Al₂O₃ (корунд), базальтова смола, по об'єму кожної з заготовок на кожний з шарів композиту за рахунок силікатної матриці рідкого скла, підданої етилюванню 1:10 етилового спирту, пресуванням з навантаженням 8 тонн та спіканням готового матеріалу у вакуумі при температурі 1100 °C.

Суть удосконалення полягає в тому, що розроблений композитний багат шаровий матеріал на основі губчастого титану з етильованою силікатною матрицею, формується пошарово з окремими замішуванням суміші силікатної матриці та наповнювача для кожного з шарів і подальшим спресуванням готових елементів в готову конструкцію.

Силікатна матриця з рідкого скла дозволяє вирішити проблему обсищення, забезпечивши рівномірний розподіл наповнювачів. Завдяки етилюванню матриці її жаростійкість зростає на 10-15% при цьому різко падає рівень шлакоутворення в зонах контакту з розплавом. Її застосування дозволяє вирішити проблему капілярного ефекту за рахунок закриття пористості по всьому об'єму заготовки і формування ефекту закритої пористості, що в ніякій мірі не вплине на можливість регулювання швидкості застигання заготовки.

Використання матеріалів на основі титанової губки стало ефективним кроком в напрямку досконалення конструкції кришок КВЦ, але при створенні конструкції, що містила б елементи лише на основі ікладеної концепції контролю охолодження заготовки за рахунок пористості матеріалів, варто враховувати руйнування таких пористих матеріалів за рахунок капілярного ефекту. Для вирішення даної проблеми розроблено ряд методів закриття пористості по об'єму футерування, що є альтернативою використанню фарби. Проте для експлуатації безпосередньо в зоні

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

контакту з розплавом перспективніше застосовувати додаткові елементи у вигляді не пористої кераміки на основі вторинної сировини та вказаної раніше силікатно-спиртової матриці

Формування жаростійкої кераміки для змінних вкладок з використанням вторинної сировини відбувалося шляхом застосування відходів шліфування металів корундом, що на 80-90% становить шліфувальний крупнозернистий Al_2O_3 корунд. Використання в даній суміші добавки у вигляді рідкого скла оптимізувало процес формування жаростійкої кераміки за рахунок утворення аморфної сполуки $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ що при подальшому нагріванні до $800^\circ C$ утворювало міцні кристалосилікати і в суміші з базальтовою смолою за наявності органічного пластифікатора в вигляді торфу перетворювалась на каменеподібний черепок підвищеної міцності та жаростійкості з водопоглиненням менше 5%.

Розроблений метод дозволяє вирішити проблему прискореного зношення поверхні кокілів відцентрового лиття в зонах контакту з розплавом металу.

Впровадження даного матеріалу дозволить:

суттєво знизити утворення відходів через зношування кокілів за рахунок продовження терміну їх експлуатації;

– здешевити технологію виробництва пористих термостійких ізоляторів за рахунок використання матеріалів, що застосовувались при виробництві одноразових піщано-глинистих форм за рахунок багатократного використання керамічних композитів на основі цих матеріалів;

– знизити забрудненість повітря в виробничих цехах за рахунок технології вологого замішування в рідкому склі;

– знайти додатковий метод для утилізації відходів шліфовки металів корундовим абразивом.

При цьому суттєвою перевагою є те, що керамічні черепки після металізації при експлуатації в кокілі і руйнування внаслідок зношування, можуть бути використані як будматеріал

Таким чином результатом об'єднання даних технологій стала розробка циклу з повторного використання матеріалів футерування та відходів чавуну при виробництві нових матеріалів для футерувальних вкладок.

Технологічна схема виробництва гільзи методом кокільного лиття з використанням даної концепції матиме такий вигляд, наведений на рис. 1.

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

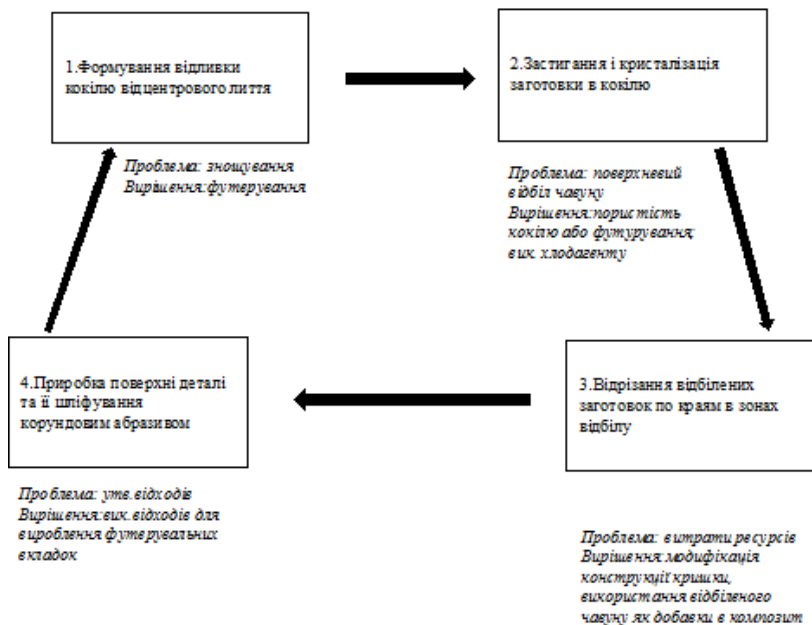


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва гільзи методом кокільного лиття

**АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ДІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАСТИЛ В ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ
ХОЛОДНІЙ ПРОКАТЦІ**

М. О. Святой, аспірант, ДВНЗ "ПДТУ"

На сьогоднішній день технічне оснащення основного обладнання, а також діапазон сортаментного ряду вітчизняних цехів – виробників холоднокатаної тонколистої сталі, який би відповідав сучасним міжнародним стандартам, є досить обмеженими. В умовах нестабільної економічної ситуації проведення масштабних реконструкцій українського листопрокатного комплексу малоімовірно. Для випуску тонких листів і штаб з високим рівнем показників якості і широким діапазоном сортаментного ряду необхідно максимально використовувати можливості існуючих станів, зокрема, звернути увагу на практичне застосування ефективних технологічних мастил при прокатці.

Відомо, що застосування змащувальних засобів при холодній прокатці сприяє зниженню сил тертя в зоні контакту металу, що деформується, з валками, а також їх охолодженню. Вид технологічного мастила або змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) в кожному конкретному випадку прокатки визначає енергосилові умови деформації металу в чотирьохвалкових клітях, формування поверхні готової прокатної продукції, а також охолодження і знос валків. Як наслідок, підбір ЗОР із необхідною мастильною здатністю сприятиме освоєнню технології виробництва особливо тонких штаб (товщиною менше за 0,4 мм), які виходять за рамки проектних можливостей діючих БСХП України, що є актуальним на сьогоднішній день.

В умовах посилення вимог до показників якості холоднокатаної листової продукції також підвищуються вимоги і до технологічних мастил, завдання яких полягає у забезпеченні реалізації процесу прокатки на БСХП з мінімальними енерговитратами при максимальному ступені деформації металу у валках. Враховуючи, що холодна прокатка тонких штаб здійснюється при достатньо високих навантаженнях, що супроводжуються підвищенням температури в осередку деформації, сучасні змащувальні засоби повинні утворювати на поверхні прокатаної сталі міцний граничний шар, який не піддається руйнуванню навіть в особливо важких умовах їх експлуатації.

Відомі дослідження, зокрема дослідження О. П. Максименка, що спрямовані на збільшення початкової в'язкості, а також товщини шару технологічного мастила в осередку деформації, які дозволяють знизити сили тертя, знос валків і штаби, а також енерговитрати при холодній тонколистовій прокатці. Для використання отриманих результатів у

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

промислових умовах необхідно детально вивчити характер розподілу технологічного мастила між валком і деформованою штабою, який на сьогодні досліджений недостатньо.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЬОВИХ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА ПІДШИПНИКИ РОБОЧИХ ВАЛКІВ СТАНІВ ХОЛОДНОЇ ЛИСТОВОЇ ПРОКАТКИ

А. Г. Присяжний, доцент, М. О. Святий, аспірант, ДВНЗ "ПДТУ"

Розширення сортаменту станів холодної листової прокатки зумовило зміну режимів роботи їх обладнання. Зокрема, істотно зросли осьові сили, які діють на підшипники робочих валків даних станів. Це робить актуальним вирішення задачі, пов'язаної з дослідженням впливу на зазначені сили різних технологічних чинників.

Для автоматизованого розрахунку осьових сил F_{oc} в залежності від різних технологічних чинників розробили комп'ютерну програму. У результаті чисельної реалізації цієї програми отримали розрахункові розподіли значень величини F_{oc} , що відповідають умовам холодної прокатки в другій клітці безперервного чотирикільцевого стану 1700 ПрАТ "ММК ім. Ілліча" (м. Маріуполь).

Аналіз розрахункових розподілів, які були отримані, показав, що значення осьових сил зростають із зменшенням різниці ΔT сил заднього і переднього натягів штаби та із збільшенням сумарної сили $Q_{\Sigma пр}$ противигину робочих валків, показників ступеня обтискання ϵ і сил зовнішнього контактного тертя f_c^* , а також кута α' взаємного перекосу валків і коефіцієнта μ тертя в міжвалковому контакті. Аналіз отриманих даних також показав, що інтенсивність зростання сил F_{oc} у зв'язку із збільшенням коефіцієнта μ істотно залежить від кута α' взаємного перекосу робочого і опорного валків при прокатці. При цьому більшим значенням α' відповідає й більший ступінь впливу на осьові сили F_{oc} умов тертя між робочим та опорним валками. Тобто вказані умови при значних кутах перекосу α' є визначальними.

Крім того, аналіз отриманих даних дозволив уперше встановити, що при $\alpha' \geq A$ (A – параметр, який визначається значенням коефіцієнта тертя в контакті між робочим і опорним валками, а також значеннями їх радіусів і нормальних напружень, які діють у міжвалковому контакті) відношення F_{oc}/P_{Σ} (P_{Σ} – сила стиснення робочого та опорного валків) стабілізується на рівні, що відповідає коефіцієнту μ . Причому із збільшенням значень μ стабілізація цього відношення настає при більших кутах перекосу валків α' . В області, в якій $\alpha' < A$, осьова сила істотно зростає при збільшенні значень кута α' .

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

Зміст

| | |
|---|-----------|
| ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАГОТОВКИ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ..... | 58 |
| Р.Г. Аргат, старший преподаватель, Р.Г. Пузырь, доцент, | 58 |
| Кременчугский национальный университет имени М. Остроградского | 58 |
| ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАВАНТАЖЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У СМІТТЄВОЗ..... | 59 |
| О.В. Березюк, доцент, Вінницький національний технічний університет..... | 59 |
| СВАРОЧНЫЙ ИНВЕРТОР С ВХОДНЫМ VALLEY-FILL ВЫПРЯМИТЕЛЕМ..... | 61 |
| В.В. Бурлака, докторант, доцент, С.В. Гулаков, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 61 |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ..... | 62 |
| Ю.Ю. Віщок, доцент, Видавничо-поліграфічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 62 |
| С ТОКОЗАЩИТОЙ АЛЮМИНИЕВЫХ КОРПУСОВ | 64 |
| Г.А. Левенец, студент, В.А. Федорович В. А., проф. НТУ ЕЮ.Г. Гуцаленко, старший научн. сотрудн., К. Севидова, старший научн. сотрудн., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» | 64 |
| ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ЛЕНТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ | 65 |
| А.И. Мироненко, аспирантка ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 65 |
| ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ МАШИН КОНТАКТНОЙ СВАРКИ | 66 |
| С.К. Поднебенная, докторант, доцент, В.В. Бурлака, докторант, доцент, С.В. Гулаков, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 66 |
| ИНСТРУМЕНТЫ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ..... | 67 |
| С ТОКОЗАЩИТОЙ СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ | 67 |
| Т.В. Семенихина, студентка, В.А. Федорович, профессор, Е.К. Севидова, старший научн. сотрудн., Ю.Г. Гуцаленко, старший научн. сотрудн., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» | 67 |

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ
ТА МАШИНОБУДУВАННІ

| | |
|---|-----------|
| ТОКОПОДВОД К ИНСТРУМЕНТАМ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ ТОКОЗАЩИТОЙ КОРПУСОВ..... | 68 |
| А.Е. Хлесткин, студент, В.А. Федорович, профессор, Ю.Г. Гуцаленко, старший научн. сотрудн., А.В. Руднев, научн. сотрудн., В.В. Ивкин, научн. сотрудн., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» | |
| СІНОПСИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗВОРОТНОГО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКТИВНИХ СКЛАДОВИХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ..... | 69 |
| О.В. Фомін, д.т.н., доц., професор каф. «Вагони та вагонне господарство», Державний економіко-технологічний університет транспорту (Київ) А.А Стецько, старший викладач каф. «Вагони та вагонне господарство», Державний економіко-технологічний університет транспорту (Київ) | |
| СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ФОРМОВКИ МЕТАЛІВ | 70 |
| В. А. Стрельнікова, аспірант кафедри фізики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет..... | |
| ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТИКОВАНОГО ВИКОНАННЯ БАЛКИ В ХРЕБТОВОМУ ВУЗЛІ ОКАТИШЕВОЗІВ..... | 72 |
| О.В. Фомін, професор, д.т.н., доцент , Н.С. Брайковська, професор, к.т.н., Г.О. Ковальчук, студентка групи 1-В, магістр, Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ; В.В. Фомін, аспірант Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, м Северодонецьк, Україна | |
| ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ТОЛЩИНУ И КАЧЕСТВО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ..... | 74 |
| Ю.Г. Чабак, к.т.н., ст. преподаватель, ГВУЗ «ПГТУ»..... | |

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАГОТОВКИ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ

*Р.Г. Аргат, старший преподаватель, Р.Г. Пузырь, доцент,
Кременчугский национальный университет имени М. Остроградского*

Потеря устойчивости формообразования при вытяжке характеризуется возникновением больших местных деформаций, которые обычно приводят или к разрушению металла, или к образованию недопустимо больших искажений формы изделия. Повышение устойчивости формообразующих операций листовой штамповки обеспечивает снижение брака и значительную экономию металла, способствует увеличению надежности работы автоматических и поточных линий штамповки, улучшает качество.

Для предотвращения выпучивания при вытяжке используют прижимы, перетяжные ребра и пороги, а также применяют и другие меры конструктивного и технологического характера. Поэтому актуальной задачей является отыскание условий и приемов по расширению возможностей бесприжимной вытяжки.

Толщина пластины, которой соответствует начало образования складки, была определена ранее

$$h^2 = 0,61 \frac{r_n^2}{E_c} \sigma_{cp} \ln \frac{r_n}{r}, \quad (1)$$

где $E_c = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}$; h – толщина заготовки; r_n – наружный радиус фланца;

r – радиус отверстия матрицы.

Подставляя значения E_c в формулу (1) и принимая, что $\sigma_i = \sigma_{cp}$, а

$\varepsilon_i = \frac{1}{2} \varepsilon_\theta$, получим

$$h^2 = 0,31 r_n^2 \left(1 - \frac{r}{r_n} \right) \ln \frac{r_n}{r}. \quad (2)$$

То есть, толщина заготовки при вытяжке цилиндрических деталей зависит от степени деформации заготовки и от разности начального радиуса от корня квадратного произведения начального радиуса на радиус стаканчика, что несколько отличается от полученных ранее условий других авторов и расширяет пределы вытяжки без прижима фланца.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАВАНТАЖЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У СМІТТЄВОЗ

О.В. Березюк, доцент, Вінницький національний технічний університет

Збирання твердих побутових відходів (ТПВ) є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 4,1 тис. спеціальними автомобілями (сміттєвозами) [1], а тому пов'язане із значними фінансовими витратами. Перед перевезенням ТПВ сміттєвозами до місця їх утилізації виконується технологічна операція завантаження відходів [2]. За приблизними розрахунками, лише на операцію завантаження ТПВ щорічно комунальними підприємствами України витрачається майже 2,7 тис. тонн пального. Тому підвищення енергоефективності сміттєвозів, як складової комплексу машин для збирання та первинної переробки ТПВ, є актуальною проблемою машинобудування.

Завантаження ТПВ у бункер сміттєвоза складається з двох послідовних технологічних операцій: повороту важеля маніпулятора та перевертання захвату контейнера. Із зальної тривалості технологічної операції завантаження ТПВ у сміттєвоз основну частину (75%) займає поворот важеля маніпулятора.

В результаті дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттєвоз [1] отримано спрощену математичну модель [3], яка дозволила отримати наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута повороту важеля маніпулятора від часу, що можуть бути використаними під час проведення проектних розрахунків нових конструкцій сміттєвозів, в яких завантаження ТПВ здійснюється за схемою коромислово-кулісного механізму. Виявлено наближену залежність тривалості повороту важеля маніпулятора від основних параметрів гідроприводу, на основі якої визначено оптимальне значення подачі гідронасоса 53,9 л/хв, для якої тривалість повороту важеля буде мінімальною 3,82 с, що може бути використане для інтенсифікації процесу завантаження ТПВ з метою зменшення витрат пального на 127 л/рік в розрахунку на один сміттєвоз [4].

Після дослідження математичної моделі гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження ТПВ у сміттєвоз [5] одержано спрощену математичну модель, яка дозволила отримати наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута перевертання контейнера від часу, що можуть бути використаними під час проведення проектних розрахунків нових конструкцій сміттєвозів. Виявлено наближену за-

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

лежність тривалості перевертання контейнера від основних параметрів гідроприводу, на основі якої визначено оптимальні значення відстані між центрами обертання захвату та штока 38 мм та кута між осями важеля та плеча гідроциліндра 11° , для яких тривалість перевертання контейнера буде мінімальною 1,468 с, що може бути використане для інтенсифікації процесу завантаження ТПВ з метою зменшення витрат пального на 51 л/рік в розрахунку на один сміттєвоз.

Отже, параметрична оптимізація основних конструктивних елементів приводів завантаження твердих побутових відходів у бункер сміттєвоза дозволяє підвищити енергоефективність процесу за рахунок зменшення витрат пального на 178 л/рік в розрахунку на один сміттєвоз, а в масштабах усього комунального господарства України річна економія пального складатиме 730 тонн.

Література

1. Березюк О. В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 4. – С. 81-86.
2. Савуляк В. І. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів : монографія / В. І. Савуляк, О. В. Березюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 217 с.
3. Березюк О. В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 3. – С. 93-98.
4. Березюк О. В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози [С. 75-83] / О. В. Березюк // Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах : від теорії до практики : колективна монографія у 2 т. Т. 2. / за заг. ред. Л. М. Савчук. – Павлоград : АРТ Синтез-Т, 2014. – 429 с.
5. Березюк О. В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О. В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.

СВАРОЧНЫЙ ИНВЕРТОР С ВХОДНЫМ VALLEY-FILL ВЫПРЯМИТЕЛЕМ

*В.В. Бурлака, докторант, доцент, С.В. Гулаков, профессор,
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*

Инверторные источники питания для сварки по сравнению с традиционными низкочастотными обладают рядом преимуществ: малая масса, небольшие габариты, высокое быстродействие, гибкость настройки выходных параметров и универсальность.

Несмотря на очевидные преимущества типовых инверторных источников, разработчиками уделяется недостаточное внимание проблемам повышения их коэффициента мощности (КМ). Большинство выпускаемых в настоящее время инверторных сварочных источников не имеют корректоров КМ и не удовлетворяют требованиям стандартов электромагнитной совместимости технических средств во всем возможном диапазоне режимов работы.

Низкий КМ распространенных сварочных инверторов объясняется наличием на входе выпрямителя с емкостным сглаживанием.

Авторами разработан инверторный сварочный источник с повышенным КМ, в котором применен выпрямитель по схеме Valley-Fill. Особенностью работы такого выпрямителя является то, что его выходное напряжение изменяется от 0,5 до 1 амплитуды напряжения сети, частота пульсаций равна удвоенной частоте сети.

Для приближения формы потребляемого из сети тока к форме сетевого напряжения система управления инвертором источника синтезирована таким образом, что его потребляемый ток пропорционален напряжению на выходе выпрямителя. Кроме того, в инверторе предусмотрен режим повышенного выходного напряжения для поддержания «дежурной» дуги во время перехода напряжения сети через ноль.

Такое построение схемы дает возможность резко уменьшить запас энергии в накопительных конденсаторах, снизив тем самым габариты и себестоимость источника, а также избежать применения специальных схем ограничения зарядного тока (при значительной запасенной в конденсаторах энергии вместо термистора обычно применяют мощный резистор и силовое реле с нормально разомкнутым контактом, включенным параллельно этому резистору).

Испытания экспериментального инверторного источника, выполненного по описанной схеме, показали, что его КМ изменяется от 0,94 (при потребляемой мощности 0,7 кВт) до 0,97 (1,8 кВт), а THD потребляемого тока – от 32 % (0,7 кВт) до 22 % (1,8 кВт).

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ

*Ю.Ю. Відрок, доцент, Видавничо-поліграфічний інститут Національного
технічного університету України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

Стрімкий розвиток технологічних процесів поліграфічного виробництва сприяє удосконаленню класичних технологічних процесів, різноманітних методів і засобів друку, породжує нові технології.

Метою даного дослідження є встановлення впливу технологічних режимів виготовлення на структуру і властивості деталей тертя поліграфічного обладнання, що містять тверду змащувальну речовину CaF_2 у своєму складі (ДН5КФ9).

Присутність твердих змащувальних речовин в матеріалах необхідна для забезпечення стабільної роботи деталей при аварійному припиненні подачі рідкого мастила у вузли тертя поліграфічного обладнання, що працює за важких умов роботи.

В результаті виготовлення композиційних високошвидкісних матеріалів на основі міді ДН5КФ9 за розробленими технологічними режимами утворилася складна гетерогенна структура композитів.

Дослідження металографічної структури матеріалів складу ДН5КФ9 показало, що структура матеріалів в обох випадках – це α -твердий розчин на основі міді з домішками твердого мастила - CaF_2 .

Дослідження структури композиційного матеріалу ДН5КФ9 показало (рис.), що в структурі деталей тертя спостерігається наявність двох складників – металевої матриці з включеннями рівномірно розташованої фази твердого мастила - фториду кальцію.

У свою чергу металева матриця матеріалу являє собою легований нікелем α -твердий розчин на основі міді з рівномірно розподіленими в ньому виділеннями двох твердих розчинів γ_1 та γ_2 з ГЦК граткою, які сформувалися в процесі виготовлення матеріалу, що відповідає діаграмі стану системи Cu-Ni [1]. Матеріал ДН5КФ9 (рис.) містить тверде мастило у вигляді самостійної фази, яка у поєднанні з легованим α – твердим розчином на основі міді, формує гетерогенну структуру, яка є найкращою [1, 2] для забезпечення високих антифрикційних властивостей.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

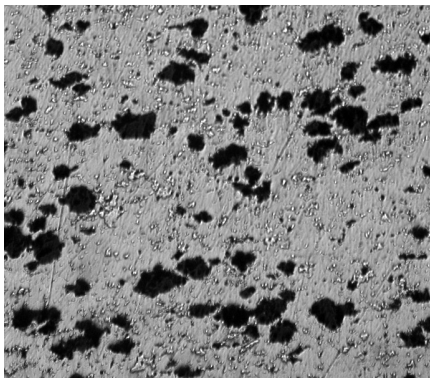


Рисунок 1 – Мікроструктура деталей тертя з матеріалу ДН5КФ9, x100

Слід зазначити, що структура досліджуваного матеріалу - $\text{Cu}+5\%\text{Ni}+9\%\text{CaF}_2$ (рис.) є дрібнозернистою, що сприяє підвищенню фізико-механічних властивостей.

Одержана структура і її фазовий склад [2], забезпечені застосуванням розробленої технології, надали новим деталям високих трибо-технічних властивостей.

Таким чином, розроблені та відпрацьовані технологічні режими виготовлення нових матеріалів на основі міді з домішками твердої змащувальної речовини, що включають в себе підготовку вихідної сировини з оптимізацією складів матеріалів, як головних елементів конструкції деталей тертя, змішування, пресування, спікання та закінчуючи оптимізацією режимів формування конструкції готової деталі, обумовлюють одержання структури, здатної забезпечити високий рівень функціональних властивостей вузлів тертя поліграфічного обладнання. Наступні дослідження будуть спрямовані на визначення функціональних властивостей та їх вплив на експлуатаційні характеристики вузла тертя в цілому.

Література

1. Роїк Т.А., Киричок П.О., Гавриш А.П. Композиційні підшипникові матеріали для підвищених умов експлуатації: Монографія. - К.: НТУУ „КПІ”, 2007.- 404 с.

2. Патент України № 40139 МПК(2009), С22С9/02, С22С9/00, С22С1/00, С22С1/04, С22С1/05 Антифрикційний композиційний матеріал/ Т.А. Роїк, А.П. Гавриш, О.А. Гавриш, В.В. Холявко, Ю.Ю.Віцюк, О.О. Мельник, опубл. 25.03.2009, Бюл. № 6.

ИНСТРУМЕНТЫ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ С ТОКОЗАЩИТОЙ АЛЮМИНИЕВЫХ КОРПУСОВ

*Г.А. Левенец, студент, В.А. Федорович В. А., проф. НТУ ЕЮ.Г. Гуцаленко,
старший научн. сотрудн., К. Севидова, старший научн. сотрудн.,
Национальный технический университет «Харьковский политехнический
институт»*

Приспособляемость конструкции шлифовальных кругов с алюминиевыми корпусами к использованию в технологиях алмазно-искрового шлифования без электроизоляционного модернизационного вмешательства в шпиндельный узел станка предлагается обеспечивать избирательным поверхностным электролитическим оксидированием материала корпуса в ускоренном микродуговом режиме.

Оксидные покрытия на алюминиевых сплавах формировали в алюминатном электролите при напряжении 250-300 В. Толщина покрытий по поверхности составляла 100...120 мкм.

После анодирования образцы подвергали кипячению в дистиллированной воде в течение 30 минут с целью уменьшения открытой пористости за счет гидратации оксидной пленки.

По результатам тераомметрических измерений установлено, что удельное электрическое сопротивление сформированного покрытия на алюминиевом сплаве АК6 составило примерно $1,2 \cdot 10^{12}$ Ом·м, а пробивное напряжение – свыше 1000 В (в режиме испытаний с нагружением испытываемого электроизоляционного слоя приложением напряжения до 1 кВ пробой не наблюдался).

В технологическом маршруте изготовления алмазных кругов операция оксидирования должна выполняться до напрессовки на корпус алмазосодержащего слоя, чтобы обезопасить его от электрофизикохимических повреждений. Для бездефектной локальной электроизоляционной модернизации традиционных алмазных кругов в условиях потребителя предложена специальная оснастка круга перед погружением в емкость оксидирования, исключающая алмазно-металлическую композицию рабочей части шлифовального круга из электрической цепи формирования покрытия.

Наиболее радикальный эффект преодоления понижающей диэлектрическую прочность покрытия технологически неизбежной в процессе его формирования пористости обеспечивается последующим насыщением низковязкостной композицией на основе винилхлорида, что позволяет в несколько раз повысить характеристики диэлектрической защиты и их устойчивость во влажной среде.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ЛЕНТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

*А.И. Мироненко, аспирантка ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»*

В результате исследований выявлены особенности перемещения дуги по торцу ленточного электрода. В отличие от известных данных, дуга не перемещается плавно по торцу, постепенно оплавливая его кромку. Ее перемещение определяется периодическими короткими замыканиями отдельных точек торца электрода в стороне от места горения дуги. Последняя угасает и возбуждается новая дуга в месте короткого замыкания.

Стабильность и надежность повторных возбуждений дуги, определяющих качество наплавленного слоя, зависит, кроме прочих условий, от свойств источника питания.

Автором предложена принципиально новая конструкция источника питания для дуговой наплавки ленточным электродом.

Источник питания включает два выпрямителя: силовой и дополнительный. При этом силовой выпрямитель подключен непосредственно к дуге, а дополнительный служит для зарядки батареи конденсаторов, каждый из которых через управляемый ключ так же может подключаться к дуге.

Управление работой ключей осуществляется специальным устройством, которое в моменты коротких замыканий включает ключ в цепи конденсатора, напряжение на котором в данный момент максимально по отношению к напряжения остальных конденсаторов.

Разряд конденсатора через область короткого замыкания приводит к разрушению металлической перемычки и восстановлению дугового процесса. Применение данного источника питания позволяет повысить качество дуговой наплавки ленточным электродом.

**ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ МАШИН КОНТАКТНОЙ СВАРКИ**

*С.К. Поднебенная, докторант, доцент, В.В. Бурлака, докторант, доцент,
С.В. Гулаков, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»*

Контактная точечная сварка на сегодняшний день широко распространена на предприятиях машиностроительной отрасли промышленности. Активно-индуктивный характер сварочной цепи обуславливает высокий уровень потребления реактивной мощности, что объясняет низкий коэффициент мощности (КМ), который является интегральным показателем энергоэффективности таких источников питания (ИП). Кроме того, наличие тиристорных коммутаторов, обеспечивающих регулирование сварочного тока, приводит к насыщению спектра потребляемого от сети тока высшими гармониками, что также снижает КМ. Увеличение КМ в условиях современного промышленного производства является актуальной задачей, а повышение энергоэффективности источников питания – одним из приоритетных научных направлений.

Одним из перспективных направлений повышения КМ сварочных ИП является разработка источников на базе транзисторных полностью управляемых преобразователей. Одним из примеров такого преобразователя может служить низкочастотный прерыватель переменного тока (AC chopper). Возможность регулирования как по переднему фронту (leading-edge modulation), управляя углом открытия α , так и по заднему фронту (trailing-edge modulation), управляя углом закрытия β , позволит регулировать потребление реактивной мощности таким ИП.

В результате проведенных исследований на математической модели установлено, что коэффициент мощности транзисторного ИП значительно выше, чем у тиристорного аналога (даже с учетом высших гармоник тока). При этом работа транзисторного ИП в комплексе с тиристорным дает возможность добиться повышения суммарного коэффициента мощности при обеспечении соблюдения норм эмиссии гармонических составляющих тока, установленных стандартом ДСТУ ІЕС 61000-3-12:2004 (ГОСТ 30804.3.12-2013) для технических средств, не относящихся к симметричным трехфазным, с потребляемым током от 16 до 75 А. Дальнейшим направлением исследований является разработка методов управления транзисторным ИП, обеспечивающих компенсацию высших гармоник тока при работе в комплексе с тиристорными ИП, что позволит увеличить не только $\cos \varphi$ комплекса источников, но и его КМ.

ИНСТРУМЕНТЫ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ С ТОКОЗАЩИТОЙ СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ

*Т.В. Семенихина, студентка, В.А. Федорович, профессор, Е.К. Севидова,
старший научн. сотрудн., Ю.Г. Гуцаленко, старший научн. сотрудн.,
Национальный технический университет «Харьковский политехнический
институт»*

Приспосабливаемость конструкции шлифовальных кругов со стальными корпусами к использованию в технологиях алмазно-искрового шлифования без электроизоляционного модернизационного вмешательства в шпиндельный узел станка предлагается обеспечивать в результате нанесения на посадочные поверхности инструментов специально разработанных износостойких диэлектрических покрытий на основе семейства эпоксидно-диановых смол.

Повышенная износостойкость покрытий обеспечивается введением диэлектрических порошков триоксида алюминия Al_2O_3 или диоксида кремния SiO_2 с возможным варьированием массовой доли как диэлектрических порошков, так и эпоксидных групп.

Композицию получают путем смешивания эпоксидно-диановой смолы и бутилглицидилового эфира с последовательным введением в смесь оксидного диэлектрического наполнителя, полиметилсилоксана и полиметилфенилоксана. Отвердитель – моно-N-(цианэтил)-диэтилен триамин – вводят непосредственно перед использованием. Покрытие наносят с помощью щетки в 2-3 приема. Минимальное время отвердевания одного слоя покрытия – 7 часов. Время выдержки после нанесения последнего слоя – 24 часа. После затвердевания предварительно расточенное посадочное отверстие шлифовального круга с нанесенным покрытием обрабатывают механическим способом до заданных размеров с требуемой точностью.

По результатам сравнительных испытаний износостойкость композитного покрытия, например, с 20 % содержанием массовой доли эпоксидных групп и 30 мас. % Al_2O_3 – на 60-70% выше, чем у такого же, но без наполнителя. При этом наблюдается полуторакратное превышение твердости ($H_v = 204$ МПа, по Виккерсу) и прочности на сжатие ($\sigma_{сж} = 135$ МПа). Удельное электрическое сопротивление покрытия $\rho = 1014$ Ом·м. Таким образом, обеспечиваемый разработанными покрытиями высокий уровень противозлектрической защиты позволяет эффективно расширять технологические возможности шлифовальных станков успешной реализацией на них алмазно-искрового шлифования и других электрофизикохимических технологий.

ТОКОПОДВОД К ИНСТРУМЕНТАМ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ ТОКОЗАЩИТОЙ КОРПУСОВ

А.Е. Хлесткин, студент, В.А. Федорович, профессор, Ю.Г. Гуцаленко, старший научн. сотрудн., А.В. Руднев, научн. сотрудн., В.В. Ивкин, научн. сотрудн., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Конструктивно задача принуждения зоны шлифования к участию в электроразрядной цепи алмазно-искрового шлифования при соответственно организованном токоподводе непосредственно к инструменту как участнику электрического контакта может решаться одним лишь рациональным использованием электроизоляционных материалов как локальных поверхностных покрытий установочных поверхностей шлифовальных кругов. Такой подход к универсализации технических систем шлифования с алмазно-абразивными инструментами на металлических связках для возможности их использования в процессах электрофизикохимической обработки, как конструктивно максимально облегченный, несомненно заслуживает повышенного внимания практических специалистов, особенно по мере появления новых изоляционных материалов повышенной прочности и износостойкости.

Подход реализуется электроизоляционной поверхностной инженерией установочно-контактных поверхностей корпуса инструмента, т. е. в общем случае полного решения – цилиндрической посадочного отверстия и примыкающих к ней торцевых, с перекрытием зон контакта по ним в радиальных направлениях. Например, при позиционировании инструмента на заточных станках, ограниченных радиальными габаритами шлифовальной оправки (по опорному буртику) и сопрягаемого с ней с рабочей стороны инструмента крепежного резьбового фланца.

Токоподвод с включением инструмента в электрическую цепь осуществляется посредством обычного для традиционных систем алмазно-искрового шлифования инструментом с периферийной рабочей поверхностью щеточного контакта через свободную от электроизоляционного покрытия часть поверхности его металлического корпуса с внешней корпусу станка стороны или, в пространственно-ограниченных компоновочных схемах обработки торцем круга, через алмазно-металлическую композицию его рабочей части вне зоны обработки, по аналогии с реализацией электрического контакта автономной электроэрозионной правки.

**СИНОПСИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗВОРОТ-
НОГО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКТИВНИХ
СКЛАДОВИХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СКЛАДАЛЬНО-
ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ**

*О.В. Фомін, д.т.н., доц., професор каф. «Вагони та вагонне господарство»,
Державний економіко-технологічний університет транспорту (Київ)
А.А. Стецько, старший викладач каф. «Вагони та вагонне господарство»,
Державний економіко-технологічний університет транспорту (Київ)*

Одним із основних науково-технічних завдань, результати вирішення якого безпосередньо впливають на ефективність роботи вантажного вагонного парку, є розроблення нових чи модернізація вже існуючих моделей вантажних вагонів з метою зниження їх матеріалоемності. При цьому перспективним методом зниження матеріалоемності (з відповідним підвищенням вантажопідйомності) вантажних вагонів є відшукування та реалізація конструктивних надлишкових запасів міцності, за рахунок надання їх складовим елементам оптимальних конструктивних форм та їх виконання із матеріалів з направленними властивостями при виконанні умов міцності та експлуатаційної надійності. Результати створення мультифункціональних конструкцій на основі реалізації такого методу доцільно оцінювати за допомогою коефіцієнту використання матеріалу. До того ж результати аналізу впливу експлуатаційних факторів на конструкції несучих систем вантажних вагонів засвідчили, що одним з основних видів пошкоджень їх елементів є тріщини.

Під попереднім напруженням конструкцій розуміють різноманітні прийоми спрямованого штучного регулювання напружень (керування напружено-деформованим станом) в конструкціях для підвищення їх ефективності роботи з сприйняття навантажень на етапах життєвого циклу. При цьому втручання в природну роботу об'єкта для спрямованої зміни його потенційної енергії деформації може відбуватися на різних етапах життєвого циклу: в процесі виготовлення, при встановленні, при експлуатації або ремонті. Наприклад для вантажних вагонів: в модулях, складових, вузлах або базових елементах.

Критеріями ефективності застосування попереднього напруження в металоконструкціях можуть бути як економічні вимоги щодо зниження матеріалоемності і вартості об'єктів, так і конструктивно-технологічні (підвищення жорсткості, збереження форми елементів несучих конструкцій після впливу технологічно обумовлених факторів, наприклад зварювання в залізничному машинобудуванні (рис. 1), поліпшення динамічних характеристик і т.д.).

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

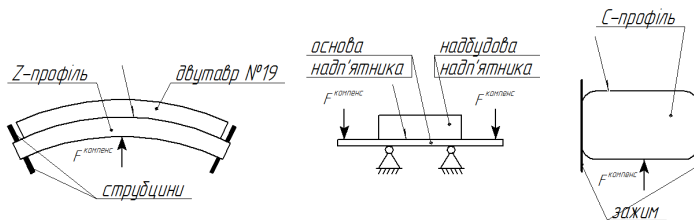


Рис. 1. Створення деформованого стану (вертикальний вигин) при про-
веденні складально-зварювальних робіт

Використання попереднього напруження дозволяє знизити витрати сталі на 15-18 % (при пружній роботі) і на 19-23 % (при пружно-пластичній роботі), а також скоротити вартість на 8-14 % при забезпеченні аналогічної або навіть покращенні несучої здатності.

Приклади застосування попередньо напружених конструкцій в загальному машинобудуванні свідчать про їх економічну ефективність та відчутно позитивний вплив на конструктивно-технологічні якості відповідних об'єктів. До таких позитивних результатів можна віднести: збільшення терміну життєвого циклу досліджуваних засобів, зменшення їх матеріалоемності та підвищення вантажопідйомності, покращення ремонтпридатності, підвищення тріщиностійкості, зменшення/повне виключення різнознакових напружень. Однак такий підхід не знайшов достойного впровадження у конструкціях залізничного машинобудування, зокрема вагонобудуванні. Проте попереднє напруження може бути ефективно використано як при проектуванні нових, так і при різноплановому удосконаленні існуючих конструкцій вагонів.

На сьогоднішній день колективом авторів проводяться науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи у досліджуваному напрямку. Так, вже розроблено ряд математичних та комп'ютерних моделей та технічних рішень з ефективного впровадження попередньо напружених конструкцій до складу екіпажних та несучих модулів рухомого складу, подано та отримано ряд патентів на винаходи.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ФОРМОВКИ МЕТАЛІВ

В. А. Стрельнікова, аспірант кафедри фізики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Основні проблеми сучасності, які мають антропогенне походження – екологічне забруднення навколишнього середовища, проблеми

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

ресурсозбереження та енергетики. Застосування на практиці енергії імпульсних магнітних полів створить перспективи для розробок нових прогресивних технологій для обробки будь-яких матеріалів. У них комплексно поєднуються всі вимоги сучасності: екологічна чистота, висока продуктивність, економічне використання матеріалів і ресурсів [1]. Електромагнітна формовка металів заснована на використанні індукційного нагріву. Індукційний нагрів металів заснований на фізичному явищі електромагнітної індукції, яке в 1831 р відкрив М. Фарадей, це і поклало основу для створення техніки індукційного нагріву. За допомогою електромагнітної формовки здійснюється пряме перетворення електричної енергії в механічну. Необхідно відзначити, що електромагнітна енергія, що виділяється в заготовці, витрачається не тільки на механічну обробку, тобто на деформацію заготовки, на її нагрів, а й частково розсіюється [2]. Сутність електромагнітної формовки полягає в тому, що запас електричної енергії в конденсаторній батареї розряджається на робочий інструмент-індуктор, який являє собою котушку-соленіод. Навколо витків індуктора виникає змінне магнітне поле високої напруженості. При цьому, в розміщеної в безпосередній близькості від витків індуктора металевій заготовці за законом електромагнітної індукції наводяться струми Фуко, які мають протилежний току в індукторі напрямок. Основними елементами для електромагнітної формовки металів є магнітно-імпульсна установка – джерело потужності і робочий інструмент – індуктор, а так само матриця або екран в разі потреби [3]. У промисловості широко використовуються різні методи обробки металів, як правило, принцип їх дії полягає в застосуванні тиску, температури або ріжучих інструментів до заготівлі. Виконуються всі процеси за допомогою спеціальних верстатів і установок, які, як правило, приводить в дію певне джерело енергії [4]. Головними перевагами електромагнітної формовки є: відсутність рухомих частин, що забезпечує відсутність тертя між деталями механізму під час роботи, простота управління і регулювання потужності, компактність, простота обслуговування, висока продуктивність; можливість механізації і автоматизації операцій обробки і велика технологічна гнучкість (можливість використання в різних виробничих операціях). Виходячи зі статистики автопромисловості, близько 80% всіх пошкоджень кузовних елементів припадають на дрібні вм'ятини, які піддаються рихтуванню. Використання магнітно-імпульсної установки для цілей рихтування вм'ятин в важкодоступних місцях знижує трудомісткість технологічного процесу, зменшує металоємність обладнання, підвищує продуктивність праці. Тому, в даний час, електромагнітна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

формовка металів досить перспективний напрямок для наукових розробок з подальшим впровадженням в промисловість.

Література

1. Ю. В. Батыгин, Г. С. Сериков, Е. А. Чаплыгин. Реализация и перспективы магнитно-импульсных методов в развитии передовых технологий современности // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – 2006. – №18
2. [Электронный ресурс] МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2017 18-я международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности». Режим доступа: <http://www.metobr-expo.ru/ru/articles/magnitno-impulsnaya-obrabotka-metallov>
3. Ю. В. Батыгин, А. В. Гнатов, Щ. В. Гнатова, А. А. Степанов, Е. А. Чаплыгин. Особенности магнитно-импульсной обработки металлов в технологиях современности // Електротехніка і електромеханіка. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – №1
4. Бадьянов, Б.Н. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов. [Текст] / Б.Н. Бадьянов. - Ульяновск: изд-во Ульяновский ГТУ, 2000 г. - 405с.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТИКОВАНОГО ВИКОНАННЯ БАЛКИ В ХРЕБТОВОМУ ВУЗЛІ ОКАТИШЕВОЗІВ

О.В. Фомін, професор, д.т.н., доцент, Н.С. Брайковська, професор, к.т.н., Г.О. Ковальчук, студентка групи І-В, магістр, Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ; В.В. Фомін, аспірант Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, м. Сєвєродонецьк, Україна

Залізниці грають ключову роль в забезпеченні вантажообігу, як в межах окремої держави, так і на міжнародній арені. Тому, ефективність вантажоперевезень залізничним транспортом безпосередньо впливає на загальнодержавні економічні показники. При цьому, ефективність функціонування залізничного транспорту та пропорційно залежить від техніко-економічних показників рухомого складу, серед яких вантажні вагони займають найбільшу частину. У зв'язку з цим удосконалення конструкцій вантажних вагонів є важливою і актуальною науково-прикладною проблемою.

У роботі представлені особливості та результати проведених на теоретичному рівні досліджень, вдосконалені, з метою скорочення витрат, типової конструкції вагонів-хоперів для перевезення гарячих

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

окатишів та агломерату. При виконанні таких робіт аналізувалися міцність модернізації конструкцій та її ресурс. Для цього авторами розроблена комп'ютерна просторова модель в програмному комплексі Solid Works, перевірена її адекватність і виконано відповідні імітаційні моделювання. В якості методичної підстави визначення показників втомної міцності нової конструкції, використано відповідну загальноприйняту методику. Отримані результати підтвердили доцільність впровадження запропонованого стикованого виконання балок в хребтовому вузлі окатишевозів.

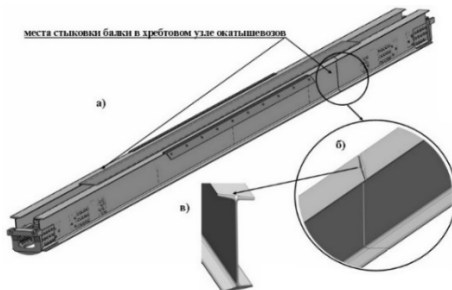
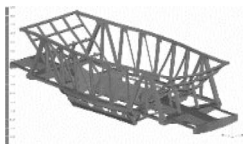


Рис.1 Стиковий варіант виконання балок в хребтовому вузлі вагонів-окатишевозів:

а) ізометрична проекція розрахункової комп'ютерної просторової моделі удосконалення балок в хребтовому вузлі окатишевозів;

б) зістиковані для зварного з'єднання балки хребтового вузла вдосконаленої конструкції вагонів-окатишевозів;

в) торець двотавру підготовленого (з розібраними крайками) для виконання стикового з'єднання.



(I розрахунковий режим – удар).



(III розрахунковий режим – ривок)

Рис. 3 Напружено-деформовані стани вагона при I і III розрахункових режимах

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗВАРЮВАННІ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

1. Fomin, O.V. Modern requirements to carrying systems of railway general-purpose gondola cars/ O.V. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014, No. 5 – P.31-43.
2. Fomin, O.V. Increase of the freight wagons ideality degree and prognostication of their evolution stages / O.V. Fomin // Scientific Bulletin of National Mining University . 2015, Issue 2, p.68-76. doi: [10.3846/16484142.2015.1020565](https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1020565)
3. Вагон-хопер чотирирівний для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749. Технічні умови. ТУ У 35.2.–01124454-035:2005. м. Київ.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ТОЛЩИНУ И КАЧЕСТВО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Ю.Г. Чабак, к.т.н., ст. преподаватель, ГВУЗ «ПГТУ»

Для модифицирования поверхности деталей с нанесения защитных покрытий достаточно часто используют импульсно-плазменную обработку (ИПО) с применением электротермического аксиального плазменного ускорителя. Плазма генерируется между катодом и анодом в диэлектрическом пространстве. При возникновении импульсного разряда электрод и стенки разрядной камеры испаряются и оплавляются, поступая в виде атомов, ионов, микрокапель в плазменный поток, выносимый из камеры ускорителя. Сформированный в генераторе плазменный поток переносится на подложку и образует на поверхности образцов защитные покрытия.

Были исследованы различные параметры ИПО, влияющие на толщину и качество покрытия. К таким параметрам относятся: материал катода, напряжение разряда, расстояние до поверхности образца и количество произведенных импульсов.

Показано, что при повышении количество импульсов и увеличения напряжения разряда толщина нанесенного покрытия увеличивается. Однако при слишком высоком напряжении возникает опасность сильного оплавления поверхности и выноса жидкого материала с поверхности. Определили, что для нанесения покрытий необходимо использовать катоды из более легкоплавких материалов, например, легированных чугунов, у которых температура плавления ниже, чем у стали, при этом покрытие будет формироваться быстрее. Установлено, что оптимальным расстоянием до поверхности образца является около 30 мм. Оно обеспечивает формирование достаточно толстых покрытий, хорошо сцепленных с основой.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТРАНСПОРТІ

Зміст

| | |
|---|-----------|
| ANALYSIS AND DETERMINATION OF PROSPECTS FOR INTRODUCING ELASTIC-DAMPING CONSTRUCTIVE RELATIONS MODULES OF FREIGHT CARS..... | 79 |
| A.V. Fomin, Dr Tech. Sciences, Professor, A. V. Hostra, Graduate student, State Economy and Technology University of Transport..... | 79 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ МОНТАЖНИХ РОБІТ | 81 |
| B.C. Андрианов, аспірант, С.О. Ключев, доцент, Східноукраїнський національний університет імені В. Даля..... | 81 |
| АВТОТРАНСПОРТ ЧИ «ЗЕЛЕНИЙ» ТРАНСПОРТ? ЯК ВБЕРЕГТИ ПОВІТРЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ? | 83 |
| Н.В. Антонюк, Н.С. Лацик студенти 1-го курсу ступеня вищої освіти «магістр», Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу..... | 83 |
| ОСОБЛИВОСТІ ПРОТІКАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ НАГРІВАННІ ФЕРОМАГНЕТИКА ПЛОСКИМ КРУГОВИМ БАГАТОВИТКОВИМ СОЛЕНОЇДОМ..... | 85 |
| М.В. Барбашова, доцент, О.С. Сабокар, асистент, С.О. Галицька, студентка, А.Л. Пхиденко, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет..... | 85 |
| УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДСП | 87 |
| О.О. Бардась, Дніпропетровський національний університет залізничного імені академіка В. Лазаряна | 87 |
| УЗГОДЖЕНІСТЬ В РОБОТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ..... | 89 |
| Н.Г. Бережна, аспірант, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка | 89 |
| ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПОСТАВОК НЕФТЕПРОДУКТОВ НА УКРАИНСКИЙ РЫНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА | 91 |
| Е.Л. Бондаревская, инженер по подготовке производства, цех эксплуатации УЖДТ ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» | 91 |
| МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОЮ ТЕХНІКОЮ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА В МОРСКОМУ ПОРТУ | 94 |
| Ю.В. Булгакова, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 94 |

| | |
|---|------------|
| МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ВХОДЯЩИХ ГРУЗОПОТОКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ..... | 96 |
| Ю.В. Булгакова, доцент, О.В. Будченко, магистр, ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»..... | 96 |
| УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ПОВІЗКОВОГО ГАЛЬМУВАННЯ..... | 98 |
| М.Я. Валігура, старший викладач, Державний економіко-технологічний університет транспорту..... | 98 |
| ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПЕРЕВОЗКИ АГЛОМЕРАТА..... | 99 |
| В.С. Воропай, старший преподаватель, ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»..... | 99 |
| ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ..... | 100 |
| В.Ю. Горячкин, доцент; А.А. Андреев, доцент; В.С. Корниенко, преподаватель, Херсонский филиал Национального университета кораблестроения..... | 100 |
| ПЕРЕВАГИ СПАЛЮВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ..... | 102 |
| В.Ю.Горячкін, доцент, А.В.Горячкін, О.В.Колбасенко, інженер, Херсонська філія Національного університету кораблебудування..... | 102 |
| ДОЦІЛЬНІСТЬ І ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СКРУБЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... | 104 |
| А.В. Горячкін, О.В. Колбасенко, інженер, Херсонська філія Національного університету кораблебудування..... | 104 |
| ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА..... | 106 |
| Т.А. Гуцал, аспирант, ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»..... | 106 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫГРУЗКЕ СМЕРЗШЕГОСЯ СЫРЬЯ..... | 107 |
| В.Г. Дженчако, начальник смены ЦЭ УЖДТ, «ПАО ММК им. Ильича»..... | 107 |
| АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ З ГІДРОПЕРЕДАЧЕЮ ПОТУЖНОСТІ..... | 109 |
| О.Д. Жалкін, аспірант, Український державний університет залізничного транспорту..... | 109 |

| | |
|--|------------|
| ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ ПОДАЧИ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ ДЛЯ ОТГРУЗКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ | 111 |
| Е.В. Кирицева, ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 111 |
| ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДжЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЛОКОМОТИВАХ..... | 113 |
| С.О. Кінтер, старший викладач, Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна | 113 |
| ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ НАПРЯМКУ | 114 |
| О.О Мазуренко, доцент, А.В Кудряшов, доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна | 114 |
| РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МУНІЦИПАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА | 116 |
| І.М. Майорова, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» | 116 |
| РЕГУЛЮВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ 4QS-ПЕРЕТВОРЮВАЧА З ГІСТЕРЕЗИСНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ..... | 118 |
| В.П. Нерубацький, старший викладач, Український державний університет залізничного транспорту..... | 118 |
| КОНЦЕПЦІЯ КЕРУВАННЯ ДВОМА ТЯГОВИМИ АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ОДНОГО ІНВЕРТОРА..... | 121 |
| Д.П. Ніколаєв, студент, Р.А. Крикун, студент, В.С. Бовкунович, старший викладач, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 121 |
| ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ОН-ЛАЙН СЕРВІСУ | 123 |
| «МУРАВЬИНАЯ ЛОГИСТИКА»..... | 123 |
| О.Д. Почужевський, доцент, ДВНЗ «КНУ», О.П. Матвійчук, директор з розвитку он-лайн сервісу «Муравьиная логистика» | 123 |
| ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ЇХ ВУЗЛІВ..... | 125 |
| В.Г. Пузир, професор, Ю.М. Дацун, доцент, О.М. Обозний, асистент, Український державний університет залізничного транспорту..... | 125 |
| ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖЛИВОЇ ПЕРЕДАЧІ У ВІЗКАХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ..... | 127 |

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТРАНСПОРТІ

| | |
|--|------------|
| В. Г. Равлюк, доцент, Український державний університет залізничного транспорту | 127 |
| УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦЬ | 129 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, Д.В. В'ялий, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 129 |
| ОРГАНІЗАЦІЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ ... | 130 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, Є.З. Гафинець, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 130 |
| ПЕРЕВЕЗЕННЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ | 131 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, М.В. Додільний, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 131 |
| УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З МІСЦЬ НАВАНТАЖЕННЯ..... | 132 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, О.В. Друг, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 132 |
| УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ ПРОЦЕСОМ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ..... | 133 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, П.О. Звощик, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 133 |
| ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ..... | 134 |
| Л.І. Рибальченко, старший викладач, Ю.В. Уріна, магістр, Український державний університет залізничного транспорту | 134 |
| ПРОБЛЕМА ПАРКОВИХ МІСЦЬ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ (УЧАСТОК УЛ. ГЕОРГИЕВСКАЯ, УЛ. УНИВЕРСИТЕТСКАЯ)..... | 135 |
| В.А.Сенатосенко, старший преподаватель, ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»..... | 135 |
| ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙНИХ ВОГНЕТРИВКИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК..... | 136 |
| Д.М. Степанчиков, доцент., О.С. Скрипченко, студент, Херсонський національний технічний університет | 136 |
| ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА..... | 138 |
| Е.А. Украинский, ассистент, ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 138 |
| РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ | 139 |
| Н.Ю. Шраменко, професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка | 139 |

ANALYSIS AND DETERMINATION OF PROSPECTS FOR INTRODUCING ELASTIC-DAMPING CONSTRUCTIVE RELATIONS MODULES OF FREIGHT CARS

A. V. Fomin, Dr Tech. Sciences, Professor, A. V. Hostra, Graduate student, State Economy and Technology University of Transport

An important and promising area of improving the functioning of the railways is to increase the rail-running vehicle's speed. It is possible to achieve significant progress through the creation of high-speed rolling stock, including wagons that are able to move at speeds up to 200 kph on a straight and on curved sections of the track.

Currently, over 90% of the existing trunk railways are used both for passenger and freight transportation making increasing speeds of both empty and loaded freight cars be an important and urgent scientific and applied problem. One of the promising directions in resolving this problem is the development and introduction of new and upgraded freight wagons with enhanced dynamic qualities. Those qualities addressed are related to the reduction of: the amplitude of all kinds of vibrations, inertial forces and moments, negative impact on the railway track, performance of movement by improving their structural designs.

Improvement of elastic-damping connections freight cars is able to contribute significantly to the improvement of the dynamic qualities. A promising approach in achieving the above goal is to introduce fundamentally new connections to existing elements. For this purpose, it is feasible to classify such connections with regard to the principle of hierarchy:

- 1) Inter-modular connections;
- 2) Inter-assembly unit connections;
- 3) Inter-block connections;
- 4) Inter-element connections.

The application of the above connections among the components of the elastic-damping connections will improve car movement and operating performance in terms of stability, reliability, durability, increased resource.

Currently, to reduce the dynamic impact of the cars on the railroad and railroad on the cars, the structure of undercarriages has been equipped with the elastic spring suspension. Its design is determined by the type of car, elasticity and damping parameters.

The results of a preliminary analysis [1-4] of the available opportunities to improve the dynamic qualities of freight cars through the improvement of the structural connections of the main elements have proved a significant potential in quality improvement. To further develop the chosen direction of improving freight cars, it is required to conduct complex dy-

dynamic studies aimed at assessing the development of appropriate theoretical basics, methodological foundations and practical solutions.

To summaries, it can be claimed that the topic of “Analysis and specifying the prospects for elastic-damping connections of structural units of freight cars” is relevant and feasible and the result of the solution of this problem will have a significant importance for the transport of science, and the obtained applied results will lay the basis for improving the domestic rolling stock.

The above examined improvements of dynamic qualities are appropriate to be applied to other types of rolling stock, as well as to means of transport engineering.

References

1. Fomin, O. (2015) Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model. Metallurgical and Mining Industry. No 1, p.p. 45-48
2. Fomin, O.V. Konceptcija ideal'nih kuzoviv napivvagoniv [The concept of ideal bodies gondola] [Text] / O.V. Fomin // Journal of East Ukrainian National University named after Vladimir Dal, a scientific journal. - Lugansk: EUNU. Dal, 2013. - № 4 (193). - S. 267-271.
3. Fomin O.V. Teoretychni osnovy programnoho kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantznykh vagoniv [Theoretical Foundations software package definition and use of mathematical models of components of freight wagons]. Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrograds'koho [Bulletin of the Kremenchug National University Mykhailo Ostrohradskyi]. Kremenchug, 2013, no. 6, pp. 87–91.
4. Fomin, O.V. (2015), "Vprovadzhennya kruglih trub v nesuchI sistemi napivvagoniv z zabezpechennjam ratsionalnih pokaznikov mitsnosti", "Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva", № 4/1(24), pp. 83–89.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ МОНТАЖНИХ РОБІТ

*В.С. Андрианов, аспірант, С.О. Ключев, доцент, Східноукраїнський
національний університет імені В. Даля*

Ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці при виконанні монтажних робіт оцінюється, в першу чергу, за показниками соціальної ефективності, які передбачають створення умов праці, що відповідають санітарним нормам і вимогам правил безпеки. Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань.

Зміна стану умов і охорони праці характеризується підвищенням рівня безпеки праці, поліпшенням санітарно-гігієнічних, естетичних, психофізіологічних показників. Ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці при виконанні монтажних робіт оцінюється, в першу чергу, за зменшенням кількості: виробничих травм; працюючих на небезпечних роботах; працюючих в умовах недотримання санітарно-гігієнічних норм; плинності кадрів через погані умови праці і т.п. [1].

Одже, необхідність розгляду даної проблеми ставить наступні завдання для дослідження:

- аналіз існуючих методів оцінки соціальної ефективності та результативності від запровадження заходів з охорони праці;
- розгляд критеріїв соціальної ефективності;
- дослідження методів стимулювання поліпшення стану охорони праці та впровадження заходів з охорони праці;
- розробка методичних рекомендацій для підвищення соціальної ефективності від дотримання заходів з охорони праці.

Ефективність праці охоронних заходів проявляється через позитивні, або негативні результати. До позитивних соціальних результатів можна віднести: ступінь сприятливого впливу процесу праці на здоров'я людини та розвиток її особистості; стан здоров'я, ставлення до праці; соціальну активність; максимальне задоволення однією з найвагоміших потреб людини – потреби в сприятливих умовах праці і безпосередньо пов'язаної з цим потреби в змістовній, творчій, високопродуктивній праці; зміцнення здоров'я.

Негативний соціальний результат включає зниження у зацікавленості в праці, трудової дисципліни, зростання плинності кадрів внаслідок несприятливих умов праці.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТРАНСПОРТІ

Для підвищення ефективності впровадження заходів з охорони праці при виконанні монтажних робіт можна запропонувати наступні рекомендації:

- використання податкових пільг на засоби, спрямовані на поліпшення умов праці;
- диференціювання страхових внесків залежно від частоти і важкості травматизму і професійних захворювань;
- вживання санкцій за бездіяльність власників щодо покращення умов праці;
- можливість для компаній одержувати бонуси (у вигляді скорочення повномасштабних внесків) через вжиття заходів різного характеру щодо поліпшення виробничого середовища;
- видача ярликів (за типом знаків якості продукції) для робочих місць, на яких досягнуто високий рівень умов праці, що може бути корисним у створенні надійного іміджу компанії на ринку.

Оскільки поліпшення виробничого середовища понад установлені законами норми має високу вартість, то для досягнення високих критеріїв та ефективності працезохоронних заходів існує потреба в економічному стимулюванні роботодавців. Тому економічне стимулювання повинно стати доповненням до норм законодавства про охорону праці, або використовуватися як самостійний елемент на підприємствах, де стан охорони праці не відповідає вимогам законодавства.

До заходів щодо поліпшення умов і охорони праці відносяться всі види діяльності, направлені на попередження, нейтралізацію або зменшення негативної дії на працівників шкідливих і небезпечних виробничих чинників [2].

Висновки. У результаті виконаного дослідження встановлено, що впровадження заходів з охорони праці має велике економічне та соціальне значення не тільки для роботодавця, а і для трудового колективу підприємства.

Література

1. Зеркалов Д.В., Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник / Д.В. Зеркалов // К.: «Основа». 2011. – 551 с.
2. Дементій Л.В. Охорона праці в галузі / Л.В. Дементій, Г.Л. Юсіна, Г.І. Чижиков // Краматорськ: ДДМА. 2006. – 296 с.

АВТОТРАНСПОРТ ЧИ «ЗЕЛЕНИЙ» ТРАНСПОРТ? ЯК ВБЕРЕГТИ ПОВІТРЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ?

*Н.В. Антонюк, Н.С. Лацик студенти 1-го курсу ступеня вищої освіти
«магістр», Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

На сьогоднішній день важко уявити сучасне життя без автомобіля. Фахівці відзначають, що саме з автомобільним транспортом пов'язана найбільша частка екологічного збитку планети. Автотранспорт забруднює навколишнє середовище викидами низки токсичних сполук та канцерогенних речовин від двигунів, сприяє глобальному потеплінню, є одним із основних споживачів енергії та негативно впливає на здоров'я людей.

Вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння (насамперед карбюраторних) містять величезну кількість токсичних та шкідливих речовин – важких металів, оксидів азоту, вуглецю і свинцю, озон.

Наслідком впливу оксиду вуглецю на організм людини є, сповільнення рефлексів, послаблення розумових здібностей, підвищена сонливість, втрата свідомості й інколи навіть і смерть. Сvineць впливає на нервову, кровоносну та сечостатеву системи; знижує розумові здібності у дітей, відкладається в кістках та інших тканинах. Оксиди азоту подразнюють легені, викликають пневмонію і бронхіт, підвищується ризик захворіти вірусними захворюваннями. Озон травмує слизову оболонку органів дихання, порушує роботу легенів, викликає кашель; загострює хронічні хвороби серця; знижує опір до простудних захворювань, а також викликає бронхіт, астму. Токсичні викиди (важкі метали) порушують функції статевої системи і викликають рак.

Зовсім недавно, в 90-і роки XX століття, вчені розпочали вивчати принцип дії забруднюючих речовин на організм людини. Необхідно провести велику кількість досліджень — епідеміологічних, клінічних, аби зрозуміти небезпеку тої чи іншої речовини для людського організму.

Під керівництвом доктора наук Лорі Уільямса, вчені з Вашингтонського університету визначили, як вихлопні гази впливають на імунітет жінок. Участь в дослідженні погодилося брати 112 жінок, які пережили менопаузу, не палили і проживають недалеко від великих автомагістралей в місті Сієтлі (штат Вашингтон, США). Результатом дослідження було, що у жінок, чий будинок знаходиться на відстані до 150 метрів від автомобільних доріг, на 21% понижена функція Т-кілерів (клітини, що покращують захисні функції організму). Отже, забруднення повітря знизило у них функціональність імунної системи.

Швейцарські науковці з університету Умео вивчали зв'язок між викидами вихлопних газів і деменцією (синдром порушення когнітивних функцій) на протязі 15 років. У 300 людей з майже 2000 учасників

спостерігався ризик розвитку таких хвороб, як хвороба Альцгеймера та судинна деменція.

Більшість людей знають шкоду автотранспорту, але відмовитися від нього не можуть. Зручніше і більш комфортно управляти власним автомобілем по дорозі в офіс або на ринок кожного дня, але будучи відповідальним громадянином слід надавати перевагу більш «зеленому» виду транспорту.

На даному етапі розвитку технологій є такі легкодоступні види «зеленого» транспорту, як велосипед і електромобіль, які можуть замінити автомобіль на паливі в Україні.

Велосипед є одним із найдоступніших і найпопулярнішим видом екологічного транспорту. Поїздка на велосипеді суттєво зменшує внесок у забруднення повітря парниковими газами, витрати на пальне, а також знижує ризик захворювань та стимулює покращення загального стану здоров'я у людей. Ще не можна сказати, що всі міста в Україні "цілком і повністю є дружніми до велосипедистів", але за кілька років вони безумовно з'являться.

Також всім відомі електромобілі, які здійснюють рух за допомогою електрики. Вони не викидають небезпечних газів, але для масового виробництва електромобілів в нашій країні необхідне оснащення автомобільних доріг спеціальною технологією для підзарядки акумуляторів.

Не кожен українець має у своєму гаражі автомобіль чи електромобіль, а їзда на велосипеді не завжди є зручною, тому він обирає громадський транспорт. Автобус чи тролейбус витрачає у багато разів менше палива для перевезення, наприклад 40 пасажирів, ніж 40 легкових автомобілів для кожного з них.

Але якщо є можливість вибору, що краще – їхати машиною чи йти пішки, - віддайте перевагу пішій ході. Відстані до 4 км не потребують пересувного транспорту, і зекономить час у години пік в місті.

Висновки: подані вище нами інформаційні дослідження не закликають Вас жити без автомобіля, ми тільки хочемо, щоб ми змогли знайти якомога більше можливостей для того, щоб зменшити негативний вплив автомобіля на атмосферне повітря.

Література

1. Шеремета В. Екологічний дороговказ. – Київ – Івано-Франківськ – Дрогобич, 2014. – 183 с.
2. Вчені з'ясували, як вихлопні гази впливають на імунітет жінок [Електронний ресурс]: <http://www.osvita.org.ua/news/42880.html>
3. Екологічні наслідки забруднення атмосфери [Електронний ресурс]: <http://um.co.ua/4/4-11/4-116237.html>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОТІКАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ НАГРІВАННІ ФЕРОМАГНЕТИКА ПЛОСКИМ КРУГОВИМ БАГАТОВИТКОВИМ СОЛЕНОЇДОМ

М.В. Барбашова, доцент, О.С. Сабокар, асистент, С.О. Галицька, студентка, А.Л. Пхиденко, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Індукційний нагрів (ІН) - метод безконтактного нагрівання електропровідних матеріалів струмами високої частоти. Одним з основних елементів в системі ІН є індуктор, який забезпечує наведення індукованого струму в об'єкті обробки. Даний ефект знайшов широке застосування в промисловості для виконання цілого ряду виробничих операцій, наприклад, по загартуванню поверхонь металевих виробів, безконтактного розігріву рідин, левітаційного плавлення металів і ін. [1]. Однак ще багато аспектів проблематики ІН залишаються не розкритими, наприклад, особливості протікання електромагнітних процесів при нагріванні феромагнетиків, або попередні оцінки теплових процесів при ІН.

У доповіді представлені результати дослідження особливостей протікання електромагнітних процесів в системі індукційного нагріву, представленій плоским круговим багатовитковим соленоїдом, який розміщено над площиною тонкостінного листового немагнітного металу, а також висновок розрахункових співвідношень для оцінки теплових процесів при нагріванні феромагнетиків плоским круговим багатовитковим соленоїдом.

При вирішенні поставленого завдання використовувалися аналітичні залежності для індукованих струмів в тонкостінних листових феромагнетиках, отриманими авторами робіт [2, 3]. Розрахункова модель, та ж, що і з немагнітним металом, в циліндричній системі координат з направляючими ортами – \vec{e}_r , \vec{e}_ϕ , \vec{e}_z представлена на рис.1.

Прийняті допущення: листова заготовка є досить тонкостінною, а її радіальна протяжність досить велика, тобто ($d/R_{1,2} \ll 1$), де d – питома електропровідність і товщина заготовки, $R_{1,2}$ – внутрішній і зовнішній радіуси індуктора; виток індуктора досить тонкий і "прозорий" для діючих полів ($\Delta \rightarrow 0$), тому його метал не має ніякого впливу на електромагнітні процеси, які відбуваються; в індукторі тече струм $I(t)$, часові параметри якого такі, що в розрахунках цілком прийнятно відома умова квазістаціонарності електромагнітних процесів, які відбуваються, тому ($\omega l/c \ll 1$) (тут ω – циклічна частота процесу, c – швидкість світла в вакуумі, l – характерний найбільший геометричний розмір системи); система має аксіальну симетрію, тому ($\partial/\partial\phi = 0$) (ϕ – полярний кут); магнітна проникність металу листової заготовки постійна і дорівнює μ_1 ,

$\mu_1 = \mu_0 \mu_r$, μ_0 та μ_r – магнітна проникність вакууму і відносна магнітна проникність металу, відповідно.

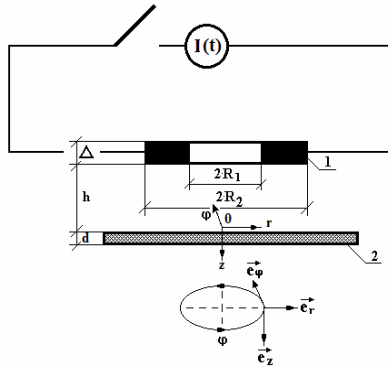


Рисунок 1 – Розрахункова модель системи «індуктор - заготовка», $I(t)$ - джерело змінного струму; 1 – багатовітковий соленоїд; 2 – плоский листовий ферромагнетик

Вирішуючи це завдання, були отримані величина струму, індукованого в металі листової заготовки в колі радіуса – R і максимум коефіцієнта трансформації, який має місце при $R \rightarrow \infty$, що враховує розтікання вихрових струмів по всій площі листового металу. Також отримано співвідношення для розрахунку температури індукційного нагріву кругової області листового ферромагнетика, яке інтегральним чином враховує вплив особливостей скін-ефекту на температурні показники індукційного нагріву, тобто, не тільки провідних, але і магнітних властивостей металу заготовки.

Отримані співвідношення дозволяють виконати всі необхідні чисельні оцінки характеристик процесів в досліджуваній системі «індуктор - листовая заготовка» з урахуванням особливостей, обумовлених процесами проникнення поля при індукційному нагріванні тонкостінних ферромагнетиків.

Литература

1. Handbook of Induction Heating Valery Rudnev, Don Loveless, Raymond L. Cook, Micah Black. 2002. 796 p. ISBN 978-0-824-70848-1.
2. Батыгин Ю.В. Вихревые токи в тонких металлических листах при магнитно-импульсной обработке металлов / Ю.В. Батыгин, А.Ю. Бондаренко, В.И. Лавинский, // Электричество. – 2009. – № 9. – С. 61–65.
3. Сысун В.И. Индукционный нагрев в режиме насыщения / В.И. Сысун, В.А. Подопригора // Фундаментальные исследования. – 2004. – №3, – С.132–134.

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДСП

О.О. Бардась, Дніпропетровський національний університет залізничного імені академіка В. Лазаряна

Одним із основних оперативних працівників, які забезпечують якість виконання поїзної роботи на залізничній станції, являється черговий по станції – ДСП. Від ефективності його роботи значною мірою залежить виконання оперативних планів роботи, а також якість використання рухомого складу та станційної інфраструктури.

Свою діяльність ДСП виконує в умовах, що характеризуються великою кількістю подій, які доводиться аналізувати, високим динамізмом розвитку та певною невизначеністю поточної ситуації, а також значними психологічними навантаженнями. Тому завдання створення систем підтримки прийняття рішень ДСП при виконанні поїзної та маневрової роботи являється актуальним.

Правила та алгоритми прийняття рішень, якими користуються професійні ДСП в своїй роботі можна віднести до категорії знань, які важко піддаються формалізації та структуруванню. Тут велике значення має практичний досвід роботи та інтуїція, яку з наукової точки зору можна розглядати як проекцію набутого досвіду на поточну ситуацію, в якій знаходиться ДСП. Специфіка керування поїзною та маневровою роботою вимагає використання адекватних математичних моделей, методів та підходів при розробці систем підтримки прийняття рішень ДСП.

Основними завданнями, з якими має справу ДСП постає централізації парку приймання в процесі керування поїзною роботою являються вибір колій приймання поїздів та визначення порядку виконання поїзних і маневрових операцій.

У роботі представлена комплексна модель вибору колії приймання поїзда на сортувальну станцію, формалізована на основі штучної нейронної мережі.

Сформована модель, на відміну від існуючих дозволяє враховувати прогноз прибуття поїздів на сортувальну станцію та прогноз розвитку поїзної ситуації в підсистемі розформування. При цьому пропонується виконати декомпозиції суцільної нейронної мережі із виділенням двох окремих блоків – блок прогнозування прибуття поїздів та блок безпосереднього вибору колії приймання поїзда.

В роботі пропонується статичні характеристики поїзда, що очікується прибуттям на станцію, доповнити динамічною характеристикою – очікуваним моментом прибуття, а також номером підходу прибуття поїзда.

Таким чином, поїзд, що прибуває на станцію, описується наступними параметрами:

- прогнозом прибуття поїзда, представленим у стохастичному вигляді;
- номером підходу прибуття поїзда;
- категорією поїзда (у розформування, транзитний, транзитний з частковою переробкою, пасажирський, ін.);
- ознакою довгосоставності поїзда, що очікується прибуттям на станцію;
- ознаками негабаритності вантажів у складі поїзда, що очікується прибуттям на станцію;
- ознаками небезпечності вантажів у складі поїзда, що очікується прибуттям на станцію.

На основі перелічених параметрів формується вхідний вектор нейронної мережі.

Важливим питанням являється спосіб представлення фізичних величин (очікуваний момент прибуття, маса поїзда та ін.) у векторі вхідних параметрів нейронної мережі.

У роботі пропонується кожен параметр вхідного вектора, який представляє певну неперервну чи дискретну фізичну величину, представляти у вигляді нормалізованого значення в інтервалі від 0 до 1.

Такий підхід дає змогу значно скоротити кількість уроків, які необхідно продемонструвати нейронній мережі для успішного завершення навчання. Недоліком підходу являється те, що для точної нормалізації фізичної величини, досліднику повинна бути відома інформація щодо теоретичних меж коливання цієї величини.

Представлена нейромережева модель вибору колії приймання поїзда на станцію може бути використана при розробці системи підтримки прийняття рішень ДСП, яка в перспективі також повинна бути доповнена моделлю для визначення черговості виконання поїзних та маневрових операцій. Така система дасть змогу використовувати знання найбільш досвідчених працівників, підвищити якість виконання поїзної роботи на сортувальних станціях.

УЗГОДЖЕНІСТЬ В РОБОТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ

Н.Г. Бережна, аспірант, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Організація роботи транспортно-логістичного комплексу в сільсько-господарській галузі з виробництва цукрового буряку відрізняється: тимчасовістю (сезонністю виконання робіт зі збирання врожаю), обробками великої кількості інформації за короткий термін, значною інтенсивністю вантажопотоків, обмеженням в часі зберігання і обробки, а також великою трудомісткістю операцій, що виконуються під час збирання, перевалки, транспортування, зберігання і переробки вантажів.

Перераховані вище фактори вимагають від агрологів особливого підходу в організації роботи як збирально-транспортного так і транспортно-логістичного комплексів. Вивченню проблеми в узгодженості роботи збирально-транспортного комплексу (ЗТК) займалися автори [1-4]. Автор [5] займався питаннями зменшення собівартості в роботі транспортно-складського комплексу. Але всі ці роботи були направлені на підвищення ефективності функціонування однієї із складових транспортно-логістичного комплексу.

В роботі сільськогосподарського напрямку з виробництва цукрового буряку головним об'єктом – є цукровий завод. Від його параметрів роботи, а саме перероблювальної спроможності залежить робота всієї транспортно-логістичної системи. Тому в організації процесу збирання, транспортування, зберігання та переробки необхідно узгоджувати перероблювальні спроможності кожного учасника транспортно-логістичного комплексу.

$$Q_z = Q_{\Pi} = Q_{\text{скл}} = Q_{\text{лц}} = Q_{\text{тп}}, \quad (1)$$

де Q_z – обсяг переробки вантажу цукровим заводом, т; Q_{Π} – обсяг вантажу, вироблений сільськогосподарським підприємством, т; $Q_{\text{скл}}$ – обсяг перевалки вантажу на складі, т; $Q_{\text{лц}}$ – обсяг переробки заявок на транспортне обслуговування в логістичному центрі, т; $Q_{\text{тп}}$ – обсяг перевезення вантажу транспортним підприємством, т.

Залежність надійності функціонування логістичної системи і питомих витрат від відношення обсягів переробки вантажів в кожному із пунктів до перероблювальної спроможності заводу наведено на рис.1.

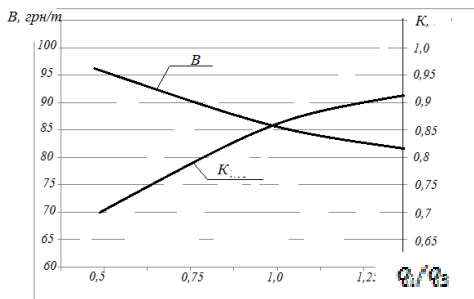


Рисунок 1 – Залежність питомих витрат і коефіцієнту надійності від відношення обсягу переробленого вантажу на кожній із ланок до обсягу вантажу, що переробляє завод:

B – питомі витрати роботи логістичної системи грн./т; K – коефіцієнт надійності системи

Додержання рівностей виробничих потужностей кожного учасника логістичної системи призведе до більшої надійності в роботі комплексу і оптимальним питомим витратам.

Литература

1. Быков, Н. Н. Расчет транспортных средств для перевозки продукции от уборочных агрегатов / Н. Н. Быков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1981. – № 1. – С. 33–35.
2. Мазнев Г.Е. 2013. Оптимизация уборочно-транспортных комплексов методами теории массового обслуживания. Механизация сельскохозяйственного производства. Вестник ХНТУСХ. Т. 2, Вып. 93. 56-68. (Украина).
3. В.Боярчук, Я.Шолудько, М.Бабич, Р.Крыгуль, В.Шолудько. 2014. Согласование параметров конфигурации парка автомобилей с характеристиками проектной среды в проекте создания транспортной инфраструктуры свеклоприемного пункта. Motrol. Lublin, Vol. 16, №4, 22-25.
4. Музылев Д.А. Разработка методики выбора условий взаимодействия зерноуборочного и транспортного комплексов / Д.А. Музылев, А.Г. Кравцов, Н.В. Карнаух, Н.Г. Бережная, О.В. Кутья // Восточно-Европейский журнал передовых технологий Vol 2, №3 (80) – 2016. – с. 11-21.
5. Шраменко Н. Ю. Вплив технологічних параметрів процесу функціонування транспортно-складського комплексу на собівартість переробки вантажу / Н. Ю. Шраменко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. — X., 2015. — Вып. 5/3 (77) — С. 43-47.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПОСТАВОК НЕФТЕПРОДУКТОВ
НА УКРАИНСКИЙ РЫНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

*Е.Л. Бондаревская, инженер по подготовке производства,
цех эксплуатации УЖДТ ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»*

В настоящее время, производство, переработка, хранение, распределение и реализация нефтепродуктов является одной из наиболее значимых направлений развития экономики Украины. Принципиальное отличие современной системы доставки нефтепродуктов от аналогичной системы советского и постсоветского периода истории Украины заключается, во-первых, в разнообразии входящих в систему независимых и экономически самостоятельных юридических лиц – предприятий и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих добычу, переработку, хранение, транспортировку и отпуск нефтепродуктов потребителям; во-вторых, в характере взаимоотношений между ними, которые строятся исключительно на договорной основе и в соответствии с активно модернизирующимся законодательством Украины. Несмотря на жесткую конкуренцию в данном сегменте экономики, существующая система доставки нефтепродуктов характеризуется достаточно низкой эффективностью, что обусловлено устаревшей материально-технической базой, неспособностью качественного обслуживания растущего и усложняющегося рынка потребления нефтепродуктов, а также неэффективным использованием возможностей системы при различных состояниях ее потребностей. В связи с этим, задача снижения логистических затрат и повышения эффективности функционирования системы доставки нефтепродуктов, является актуальной и своевременной научно-практической задачей.

Спрос на мировом рынке нефти представляет собой совокупный спрос стран, приобретающих нефть и нефтепродукты как товар, для дальнейшей переработки. Большая часть добываемой на мировом рынке нефти расходуется на систему обеспечения функциональности транспортно-логистических цепей, а именно на производство топлива, а также на электроэнергию и промышленность.

Нефть и нефтепродукты относятся к опасным грузам. Перевозка опасных грузов осуществляется всеми видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, воздушным, морским, речным. На каждый вид транспорта существует свой, так называемый "пакет документов" устанавливающих требования по перевозке опасных грузов.

В соответствии с рекомендациями ООН для перевозимых опасных грузов была осуществлена классификация, которая предусматривает деление опасных грузов на классы (классы опасности).

Прежде чем перевозить нефть и нефтепродукты, необходимо определить: какую опасность для людей и окружающей среды они представляют.

Нефтепродукты обладают целым рядом особенностей, которые существенным образом влияют на организацию нефтескладского хозяйства. Главнейшими из них являются: огнеопасность, взрывоопасность, способность электризоваться при движении, высокая испаряемость и вязкость некоторых нефтепродуктов, а также вредность нефтепродуктов для здоровья.

При анализе существующего парка железнодорожных цистерн, используемых для перевозки нефтепродуктов, было выявлено, что объем перевозок, необходимый для существования предприятий страны, должен осуществляться и автомобильным транспортом. Это позволит уменьшить время на поставку товара и сократить объемы хранения на складах оптовой и розничной торговли.

Исходя из характеристик нефтепродуктов, рассмотрим методику, состоящую из первоначального этапа составления базовых маятниковых маршрутов (БММ) движения, а также последующих этапов сокращения общего их количества путем объединения в кольцевые маршруты и приведения полученного плана маршрутизации в соответствие имеющимся на данный момент возможностям системы доставки нефтепродуктов Украины. Объединение БММ в систему кольцевых маршрутов (СКМ) доставки производится до тех пор, пока не реализуется условие целесообразности пополнения запаса нефтепродуктов во всех АЗС, входящих в полученную СКМ. При таком подходе, величина партионности доставки определяется алгоритмами маршрутизации и поправочным коэффициентом, учитывающим динамичность величины запаса нефтепродуктов.

Для оценки эффективности системы доставки нефтепродуктов можно использовать специальный показатель, отражающий степень решения основных задач функционирования системы доставки нефтепродуктов, таких как: минимизация затрат на доставку; оптимальное использование возможностей системы доставки нефтепродуктов; минимизация общего запаса нефтепродуктов в резервуарах хранения АЗС и вероятности полного его расходования.

В качестве такого показателя предложен экономический критерий оценки эффективности функционирования системы доставки

нефтепродуктов, учитывающий совокупные логистические затраты, приведенные к стоимости транспортно-логистических услуг:

$$K_{эф}^{\Sigma} = 1 - \frac{Z_{общ}^{TP\Sigma} + Z_{общ}^{ПРСТ\Sigma} + Z_{общ}^{наем\Sigma} + Z_{общ}^{зап\Sigma} + Z_{общ}^{лог,пп\Sigma}}{\Sigma CT_{эл}^{\Sigma} \cdot K_{от}^I \cdot K_{от}^E},$$

где $Z_{общ}^{TP\Sigma}$, $Z_{общ}^{ПРСТ\Sigma}$, $Z_{общ}^{наем\Sigma}$, $Z_{общ}^{зап\Sigma}$, $Z_{общ}^{лог,пп\Sigma}$ – транспортно-логистические затраты: на доставку «собственным» и «наемным» подвижным составом в СКМ;

$CT_{эл}^{\Sigma}$ – общая стоимость потребляемых нефтепродуктов;

$K_{от}^I, K_{от}^E$ – коэффициенты расчета стоимости логистических услуг в цене нефтепродуктов.

Величина транспортно-логистических затрат на доставку может быть рассчитана в виде их суммы на маятниковых *ММt* и кольцевых *КМt* маршрутах:

$$\begin{aligned} Z_{общ}^{TP\Sigma} &= \Sigma_{ММt} Z_{ММ}^{TP\Sigma} + \Sigma_{КМt} Z_{КМ}^{TP\Sigma}, \\ Z_{ММ}^{TP\Sigma} &= Z_{обсл}^{НБ} + Z_{Тр}^{НБ \rightarrow АЗС} + Z_{обсл}^{НБ \rightarrow АЗС} + Z_{Тр}^{АЗС \rightarrow НБ}, \\ Z_{КМ}^{TP\Sigma} &= Z_{обсл}^{НБ} + Z_{Тр}^{НБ \rightarrow АЗС} + \sum_{jM} (Z_{обсл}^{АЗСj-1} + Z_{обсл}^{АЗСj-1 \rightarrow АЗСj}) + Z_{обсл}^{АЗСj} + Z_{обсл}^{АЗСj \rightarrow НБ} \end{aligned}$$

где $Z_{Тр}$ – затраты на транспортировку нефтепродуктов между нефтебазой и АЗС;

$Z_{обсл}$ – затраты на обслуживание в СКМ (на территории нефтебазы или АЗС).

Для обеспечения нефтепродуктами производственных процессов и продажи их через торговую сеть АЗС в стране действует система предприятий и организаций по переработке, хранению и распределению нефтепродуктов. Суммарная потребность в нефтепродуктах в настоящее время определяется на АЗС и оформляется в виде составленной ежегодной заявки. При составлении ежегодной заявки учитывают спрос на каждый вид продукции, полученной в результате переработки нефти.

Задачи разрабатываемых планов снабжения состоят в том, чтобы увязать поставку нефтепродуктов с потребностью в них для удовлетворения объемов спроса в торговле.

**МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОЙ ТЕХНИКОЙ КОНТЕЙНЕРНОГО
ТЕРМИНАЛА В МОРСКОМ ПОРТУ**

*Ю.В. Булгакова, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»*

Подписание Соглашения об ассоциации между Украиной и ЕС, интеграция Украины в ТЕН-Т (Трансевропейская транспортная сеть) повышают роль интермодальных перевозок, основой которых являются контейнерные терминалы портов Украины. Коммерческая привлекательности портов Украины для иностранных партнеров состоит в своевременной обработке контейнерного потока, невысоких ставках за перевалку контейнеров, обеспечение сохранности контейнеров.

Одной из логистических проблем контейнерных терминалов является не эффективные перемещения контейнеров на складской площадке, что повышает время цикла обработки целевого контейнера, и влечет за собой дополнительные издержки на обслуживание техники и увеличение времени обслуживания терминалом. В качестве решения проблемы предложено внедрение методов интеллектуального управления контейнерным терминалом в режиме реального времени.

На примере одного из крупнейших контейнерных терминалов Украины «Бруклин – Киев порт» рассмотрена модель управления терминальной техникой при размещении контейнеров на складе, основанная на теории нечетких множеств.

Прибывший в порт на морском судне контейнер проходит три портовые зоны: морской грузовой фронт, склад для контейнеров, тыловой (железнодорожный или автомобильный) грузовой фронт. Или в обратном направлении при транспортировке в порт наземным транспортом. На складе контейнеры размещаются в блоках, которые имеют длину (секция), ширину (ряд) и высоту (ярус). На контейнерной площадке каждый блок выделен под определенный тип контейнеров (импорт, экспорт, сухой, рефрижераторный, пустой, IMO). Перемещение контейнеров между фронтами выгрузки и размещении их на складе применяются ричстакеры.

Разработанная модель интеллектуального управления ричстакером включает две фазы: фаза 1 - определение блока для размещения контейнера, фаза 2 –определение места в блоке (секцию, ряд, ярус). Алгоритмы фаза 1 и 2 построены на базе алгоритма нечеткого логического вывода Мамдани [1] и реализуются последовательно: вначале определяется «степень предпочтительности блока» (выходная лингвистическая переменная) для каждого блока (фаза 1), и после того как

было принято решение о выборе блока, определяется «степень предпочтительности места в блоке» (выходная лингвистическая переменная) для каждого места в блоке (фаза 2). Контейнер должен перемещаться в штабель и блок с наивысшими степенями предпочтительностей.

При определении степеней предпочтительности и выборе блока (фаза 1) в качестве критериев оценки блоков и, соответственно, входными лингвистическими переменными алгоритма Мамдани выбраны: 1. «расстояние Въезд - Блок» определяется расстоянием от точки въезда контейнера на площадку; 2. «заполнение блока» определяется отношением заполненных мест в блоке к общему количеству мест (предпочтительнее блок с большим показателем заполнения, что позволяет оптимизировать использование складской площади).

При определении степеней предпочтительности и выборе места в блоке (фаза 2) в качестве критериев оценки мест в блоке выбраны: 1. «высота штабелирования» определяет количество уже установленных контейнеров в штабеле (предпочтительнее блок с большей высотой штабелирования, что позволяет сократить время цикла работы ричстакера); 2. «ожидаемое время отправки контейнера» определяется отношением количества часов до отправки верхнего контейнера в штабеле, к количеству часов до отправки контейнера, который необходимо установить в штабель (предпочтительнее блок с показателем времени отправки меньше 1, что устранит необходимость перестановки контейнеров при отгрузке из блока).

Выводы. 1. Предложенная интеллектуальная модель управления ричстакером применяется как для установки контейнеров прибывающих в порт и убывающих, так и для оптимизации размещения контейнеров уже установленных в блок для сокращения цикла перемещения контейнеров со склада на морской и тыловой грузовые фронты. 2. Модель использует базу данных контейнерного терминала о каждом из контейнеров в блоке (тип, время отгрузки), каждом блоке (тип, количество размещенных в блоке контейнеров, расстояние от блока до точки погрузки/выгрузки на грузовых фронтах), каждом штабеле в блоке (высота штабеля).

Литература

1. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М. : Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.

**МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ
ПЕРЕВОЗКИ ВХОДЯЩИХ ГРУЗОПОТОКОВ МЕТАЛЛУРГИ-
ЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Ю.В. Булгакова, доцент, О.В. Будченко, магистр, ГВУЗ «Приазовский
государственный технический университет»*

Время нахождения вагонов на подъездном пути предприятия или средний оборот вагона - это период от момента приема вагонов от железной дороги до момента их сдачи на внешнюю сеть. Этот период состоит из приемо-сдаточных операций, транспортировки к цеху потребления и погрузо-разгрузочных операций, межоперационные простои.

Для металлургических предприятий важно сократить средний оборот вагона, поскольку перевозка сырья и готовой продукции осуществляется вагонами платных операторских групп. Проблема рассмотрена на примере грузопотока угля предприятия «У».

Плата за пользование вагонами на подъездном пути предприятия начисляется в соответствии с установленными Министерством инфраструктуры Украины ставками платы за пользование вагонами. Существует прямая зависимость ставки платы за пользование вагонами от времени пользования, однако начиная с 36 часа плата увеличивается (рис.1, $F(T)$). Среднее время нахождения вагона на подъездном пути предприятия оговаривается с железной дорогой, зависит от объема грузопотока, мощностей производства, расположения цехов, станций, приемо-сдаточных путей и на практике составляет 25-40 часов. Существует условие, что при сдаче вагонов на внешнюю сеть группами от 50 вагонов плата за пользование уменьшается на 50 %. Но данные предпочтения имеют место, только в случае простоя вагона больше 36 часов (рис.1, $F(S)$).

Превышение времени нахождения вагонов на подъездных путях предприятия возникает по следующим причинам: сгущенное прибытие, ожидание разогрева груза в период температурного режима ниже среднемесячных величин; ограниченность фронтов погрузки-выгрузки; неисправность локомотивов, подвижного состава, специальных погрузо-разгрузочных средств; накопление маршрутных групп; простой в ожидании подачи под погрузку; несвоевременная передача информации и др.

Накопление поезда, в состав которого входят вагоны одной адресации, сложная задача, поскольку предприятие одновременно работает со значительным количеством разных собственников вагонов. Сократить время нахождения вагонов на подъездных путях в таких условиях можно отправляя перепростоявшие вагоны маршрутными поездами. Часто фронт

ЭНЕРГОЗБЕРЕЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

выгрузки массовых грузов намного меньше, чем объемы прибывающих партий грузов. Грузные вагоны простаивают в ожидании выгрузки. По части номенклатуры грузопотока на предприятии имеются складские площади, что продиктовано особенностями производственного процесса в металлургии. Следовательно, возможно осуществить выгрузку вагонов на промежуточном складе, что влечет за собой дополнительные затраты. Для определения экономической целесообразности принятия такого решения построена модель «take or buy». На рис.1 показано, что графики зависимости платы за пользование вагонами - $F(T)$ и затрат, связанных с разгрузкой на промежуточном складе и транспортировкой в цех-получатель - $F(L)$, от времени нахождения вагона на комбинате пересекаются в точке А. Следовательно, при нахождении вагонов на комбинате: более 50 часов целесообразно их разгрузить на промежуточном складе и вывести с комбината маршрутным поездом; менее 50 часов – ожидать выгрузки на фронте цеха.

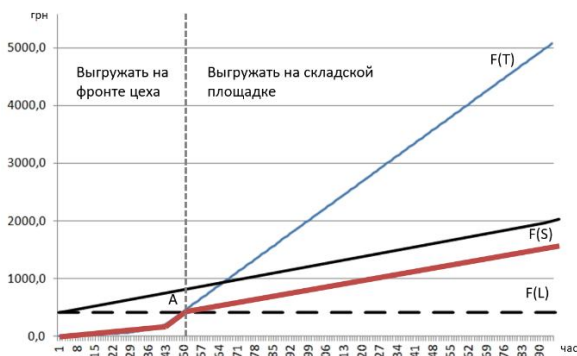


Рисунок 1 – Графики зависимостей логистических затрат от времени нахождения вагонов на подъездных путях предприятия

Выводы: предложенный способ сокращения времени простоя вагонов на подъездном пути предприятий целесообразен при крупных грузопотоках; для практического применения модели необходима дополнительная информационная поддержка в обеспечении быстрого реагирования в цепочке «потребитель-склад-перевозчик», постоянного анализа статистических данных по простоям вагонов.

УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ПОВІЗКОВОГО ГАЛЬМУВАННЯ

М.Я. Валігура, старший викладач, Державний економіко-технологічний університет транспорту

З підвищенням швидкості руху і вантажопід'ємності поїздів підвищуються вимоги до гальмівного обладнання і безпеки руху.

В даний час, в Україні для підвищення ефективності гальм вантажних вагонів все більшого поширення отримують гальмівні системи вантажних вагонів з роздільним приводом на візки. Роздільне гальмування застосовується для вагонів бункерного типу, довгобазових вагонів з осовим навантаженням 23,5 тс (230 кН) і для всіх вагонів з осовим навантаженням 25 тс (245 кН).

На вантажних вагонах з роздільним гальмуванням в гальмівні схемі встановлюють один гальмівний циліндр діаметром 14 дюймів і два авторегулятори РТРП 675, або встановлюють два гальмівні циліндри діаметром 10 дюймів і два авторегулятори РТРП 300. Гальмівні циліндри розміщують на рамі вагона або на рамах візків. Особливістю даної конструкції є наявність двох гальмівних циліндрів, розміщених на рамі вагона, і двох важелевих передач, які спрацювують незалежно одна від одної на обидва візки.

На заводах України за останнє десятиліття поставлено на виробництво декілька моделей вантажних вагонів різних типів, обладнаних гальмівними системами з роздільним гальмуванням. При цьому всі вони мають різну конструкцію і параметри. Відсутність вимог по уніфікації гальмівних систем з роздільним гальмуванням ускладнює їх проектування, а також розробку експлуатаційної і ремонтної документації.

Таким чином, для підвищення якості розроблених гальмівних систем і спрощення процесу проектування, експлуатації і ремонту актуальним являється створення їх типорозмірного ряду в залежності від типу вагонів і його параметрів. Для створення типорозмірного ряду проведений аналіз діючих систем з роздільним гальмуванням з осовим навантаженням 23,5 тс і встановлено, що схема гальмівної важелевої передачі залежить від конструктивних особливостей вагонів на які важелеві передача встановлюється а також від типу авторегулятора і гальмівного циліндра.

Конструктивні особливості вагона визначають місце розташування важелевих передач і площини розміщення важелів. У напіввагонів, платформ і критих вагонів важелеві передачі розміщуються під рамою вагона а важелі знаходяться в горизонтальній площині, у вагонів хоперів важелеві передачі розміщуються в консольних частинах, при цьому важелі розміщуються як в горизонтальних, так і вертикальних площинах.

Параметри авторегулятора визначають кількість ланок важелевих передач. При використанні в гальмівній системі авторегулятора РТП-675 з ходом регулювання 675 мм важелева передача має один важіль за виключенням вагонів хоперів для яких збільшення кількості важелів обумовлено місцерозміщенням важелевих передач. При використанні авторегуляторів з ходом регулювання 300 мм у важелевих передачах використовують два важелі.

Діаметр гальмівного циліндра суттєво впливає на передаточне число важелевої передачі. При використанні циліндрів меншого діаметра необхідно збільшення передаточного числа важелевої передачі, що дозволяє зменшити вагу гальмівних систем, скоротити час наповнення гальмівних циліндрів і знизити витрати стиснутого повітря.

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПЕРЕВОЗКИ АГЛОМЕРАТА

В.С. Воронай, старший преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

На металлургических предприятиях одним из основополагающих факторов для успешной их работы является своевременная и бесперебойная доставка сырья для доменного производства. Доставка агломерата является одним из наиболее массовых грузопотоков на металлургических предприятиях полного цикла.

Непрерывность производственного процесса круглосуточно обеспечивает рабочий парк полувагонов-хопперов для перевозки агломерата. На примере одного из крупных металлургических предприятий по эксплуатации этих типов вагонов можно сделать вывод: 7% рабочего парка ежесуточно пребывает в текущем ремонте на пунктах технического обслуживания. Помимо текущих ремонтов, ежесуточно проводится работа по постановке вагонов на специальные тупики для выполнения мелких ремонтов, принадлежащие путевому развитию железнодорожной станции, где производится погрузка агломерата. Это влечет за собой дополнительную работу маневрового локомотива.

Так, из 190 вагонов-хопперов, обеспечивающих суточный объем перевозок, в среднем, 5 вагонов по различным техническим причинам не может обеспечивать перевозку агломерата.

Аналитика статистических данных показала, что работы по восстановлению работоспособности вагона часто выполняются внепланово. Основная причина – срок эксплуатации вагонов в несколько раз превышает срок службы, указанный в руководстве по эксплуатации того или иного вагона. Ресурс таких вагонов весьма мал, что приводит к систематическим отказам и воз-

никновению неисправностей, а также необходимости постановки таких вагонов на специализированные пути для проведения ремонтов.

В 95 % случаях срок эксплуатации полувагонов-хопперов достигает двойного назначенного срока их службы, а в 5-ти % случаях – тройного. Такая статистика подтверждается ведомостями инвентарного парка металлургического предприятия.

Анализ по количеству и характеру отказов полувагонов-хопперов показал: 89% из общего количества неисправностей приходится на повреждение резиновых материалов (прокладок) тормозной магистрали вагона; 75% - повреждения автосцепного устройства; в 50% случаев - неисправности в работе разгрузочных люков; 18% - пластическая деформация обшивы кузова; 3% от общего количества неисправностей приходится на обнаруженные нарушения целостности сварных соединений и швов.

Таким образом, одной из главных проблем, являющейся причиной перебоев транспортно-технологического процесса доставки сырья на предприятие, является проблема временных затрат на проведение технического обслуживания и ремонта вагонов, находящихся в неисправном состоянии, и связанные с ней финансовые затраты предприятия.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

В.Ю. Горячкин, доцент; А.А. Андреев, доцент; В.С. Корниенко, преподаватель, Херсонский филиал Национального университета кораблестроения

В связи со снижением интенсивности низкотемпературной коррозии при сжигании водомазутных эмульсий (ВМЭ) и возможностью установки конденсационных поверхностей нагрева в утилизационных котлах необходимо исследование интенсивности теплопередачи в этих поверхностях. Но отсутствуют литературные данные о значении коэффициента загрязнения $\epsilon_{\text{загр}} = \delta_{\text{загр}} / \lambda_{\text{жк}}$ при сжигании ВМЭ, что определяет цели исследований.

На основе результатов экспериментальных исследований кинетики загрязнения по массе загрязнений определены толщины загрязнений $\delta_{\text{загр}}$ в зависимости от водосодержания при температурах стенки $t_{\text{ст}}$ в пределах 60...220 °С. Для этого была определена насыпная плотность загрязнений, зависящая от пористости слоя с учетом геометрических параметров системы и распределения твердых частиц в слое. На основе проведенных исследований и литературных данных принято, что при сжигании "сухого" топлива пористость находится на уровне 0,3, а при обводненности эмульсии до 30 % пористость увеличивается до 0,48 вследствие существенного уменьшения размеров частиц и воздействия звукового поля. При определении

толщины загрязнений насыпная масса принимается по насыпной массе отложений твердых частиц. Переменный характер зависимости $\delta_{\text{загр}}$ от $t_{\text{ст}}$, обусловленный разным состоянием слоя загрязнений (от сухого до мокрого с промежуточным участком парожидкостной смеси), указывает на необходимость определения значений $\delta_{\text{загр}}$ для каждого соответствующего диапазона значений $t_{\text{ст}}$ и требует соответственно проведения позонных расчетов конвективных поверхностей в зависимости от значения $t_{\text{ст}}$.

В результате проведенных расчетных исследований получены значения эквивалентного коэффициента теплопроводности $\lambda_{\text{экв}}$ в зависимости от $t_{\text{ст}}$ для указанных вариантов состояния слоя отложений при сжигании стандартного топлива с $W^r = 2\%$ и ВМЭ.

С целью проверки достоверности полученных результатов расчетно-экспериментальных исследований выполнено сравнение с опубликованными данными. Достоверность указанных принятых допущений при определении уровня пористости слоя при сжигании стандартного мазута оценивалась по окончательным результатам определения коэффициента загрязнения $\varepsilon_{\text{загр}}$ для сухих поверхностей, представленных в нормативных документах. Сравнение данных подтверждает достоверность проведенных на экспериментальной установке исследований процессов загрязнения при сжигании топлив с $W^r = 2\%$, так как полученное значение $\varepsilon_{\text{загр}}$ при скорости газов 8 м/с находится в зоне рекомендованных значений $\varepsilon_{\text{загр}}$. Следовательно, следует считать достоверными и результаты аналогичных исследований коэффициентов загрязнения $\varepsilon_{\text{загр}}$ при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$, проведенных на одной экспериментальной установке по одинаковой методике.

Согласно результатам исследований при одинаковой температуре стенки и скорости газов коэффициент загрязнения $\varepsilon_{\text{загр}}$ при сжигании ВМЭ в 2...2,6 раза меньше по сравнению с режимом сжигания стандартного топлива при $W^r = 2\%$ вследствие воздействия непрерывно действующего звукового поля, создаваемого микровзрывами капель ВМЭ.

Расчетные зависимости коэффициентов теплопередачи и тепловой эффективности ζ для сухих поверхностей при $t_{\text{ст}}$ выше точки росы паров кислоты показывают, что при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$ эти показатели в 2 раза выше по сравнению со сжиганием стандартного топлива с $W^r = 2\%$. Результаты расчетных исследований сухих поверхностей показали, что при переходе на сжигание ВМЭ с $W^r = 30\%$ предоставляется возможность увеличить периодичность очистки от 1000 часов при $W^r = 2\%$ до 3000 часов при $W^r = 30\%$ (по значениям коэффициента тепловой эффективности и величине аэродинамического сопротивления).

При установке конденсационных поверхностей соотношение значений этих показателей такое же, но ниже допустимого уровня. Поэтому рекомен-

дується здійснювати очистку конденсационных поверхностей через 8 ч.

При определении периодичности очистки по аэродинамическому сопротивлению учитывалось уменьшение числа рядов по ходу газов вследствие увеличения коэффициентов теплопередачи и ζ при переходе на сжигание ВМЭ с $W^r = 30\%$.

Полученные значения периодичности очистки подтверждаются данными эксплуатации судовых котлов КВГ-34К при сжигании ВМЭ с $W^r = 30\%$.

ПЕРЕВАГИ СПАЛЮВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ

*В.Ю.Горячкін, доцент, А.В.Горячкін, О.В.Колбасенко, інженер,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування*

Можливості покращення показників режиму горіння при використанні водопаливних емульсій (ВПЕ), зростання тепловиділення в топці, камері згоряння ДВЗ, зниження екологічних показників, зниження швидкості корозії, зменшення забруднення поверхонь нагріву в самих котлах, в ДВЗ, ГТД і в системах газовідводу димових газів із цих агрегатів СЕУ залежать від рівня відповідної кавітаційної підготовки води для підготовки ВПЕ. При кавітаційній обробці цієї води до кавітаційного числа 0,2 забезпечується додаткова активація горіння, бо кавітаційно активована вода у складі ВПЕ привносить відповідну кількість іонів H^+ , OH^- в паливовітряну суміш до проходження передпалум'яних процесів.

В момент мікровибухів крапель ВПЕ в повітропаливній суміші додатково з'являються іони H^+ і OH^- , що інтенсифікує процес горіння і забезпечує участь цих компонентів в інтенсифікації розвитку водневих ланцюгових реакцій окиснення. Крім того, при цьому створюється інтенсивне акустичне поле, що відповідно інтенсифікує процес горіння і впливає на зменшення викидів NO_x . При цьому має місце збільшення в NO_x вмісту NO_2 і наближення відношення $NO_2 : NO$ до еквімолярного значення в кінці зони горіння, що забезпечує активізацію абсорбційних властивостей димових газів. Це явище розглядається, як першорядне в організації очистки газів від NO_x і SO_2 . Збільшення вмісту NO_2 в NO_x при кавітаційній обробці води для ВПЕ може бути пояснене згідно теорії Маргуліса (щодо проходження звукохімічних реакцій) утворенням NO_2 у воді в процесі її кавітаційної активації. Як показали наші наукові дослідження, таке співвідношення (або близьке до нього) природно створюється в кінці зони горіння ВПЕ на основі сірчистих органічних палив з водовмістом біля $W^r = 30\%$ (водопаливне співвідношення $W_{вл}^r = 42,8\%$) внаслідок впливу інтенсивної турбулентності, що створюється при мікровибухах крапель ВПЕ в зоні активного горіння. Відомо, що при

пульсуючому горінні стандартних палив ($W^f = 2\%$) в димових газах міститься значно менше оксидів азота, ніж при звичайному процесі горіння, що відбувається внаслідок високої рівномірності температурних і концентраційних полів, зниження температури газів до 1500...1700К при значно меншому часу реагування пари палива з киснем. Такі ж явища мають місце при спалюванні кавітаційних ВПЕ.

Як показують розрахунки і експериментальні дослідження температури на виході із зони активного горіння, а потім і на виході із топки знижуються приблизно на 70...100°C, що частково пов'язано з витратою теплоти на випаровування води, що мається в емульсії, але в основному пояснюється зростанням інтенсивності теплообміну випромінюванням: в допоміжних котлах (ДК) більша частина теплоти передається випромінюванням на екранні поверхні, які практично чисті внаслідок їх очистки при мікровибухах крапель ВПЕ при її горінні. Інтенсифікація теплообміну випромінюванням дозволяє або зменшити розміри топки (для ДК, що проєктуються), або збільшити витрату пари, що отримується в екранах топки для працюючих ДК при їх переході на спалювання ВПЕ, що забезпечує ресурсозбереження.

Як показали експериментальні дослідження внаслідок дії розглянутих процесів має місце зниження на виході з топки NO_x в 3,6 рази (з 674 ppm по 187 ppm), SO_2 в 2,9 рази (з 182 ppm по 63 ppm). При температурі газів нижче 300 °C (перед економайзером) з'являється аерозоль H_2SO_4 , як і в сірчано-кислотному виробництві за нітрозним механізмом. Згідно літературних даних таке ж зниження концентрації NO_x має місце при спалюванні сірчистої ВПЕ з $W^f = 30\%$ в ДВЗ. Застосування комплексу технологій спалювання ВПЕ з пропонуємою водомісткістю і разом, наприклад, зі зволоження наддувного повітря або разом з технологією EGR забезпечить ще кращі показники зниження концентрації особливо NO_x після зони горіння.

При спалюванні ВПЕ з водовмістом біля $W^f = 30\%$ ($W_{\text{вл}}^f = 42,8\%$) за рахунок отримання майже еквімолярного співвідношення $\text{NO}_2 : \text{NO}$ в газах природно і головне постійно (з моменту запалювання і поки іде горіння) створюється пасивація поверхні металу з температурою нижче точки роси H_2SO_4 і тому з'являється можливість суттєвого зниження низькотемпературної корозії (НТК) конденсаційної поверхні, що підтверджується отриманим патентом. Це явище дає можливість зниження температури низькотемпературної поверхні нагрівання до 70°C, а температура відхідних газів до 100°C.

Таким чином, при переході на спалювання кавітаційних ВПЕ у головному двигуні, дизельгенераторів і ДК за рахунок вказаних переваг забезпечується можливість зниження витрат палива на СЕУ на 7...10% при суттєвому зниженню викидів токсичних речовин в атмосферу і водне середовище.

ДОЦІЛЬНІСТЬ І ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СКРУБЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

А.В. Горячкін, О.В. Колбасенко, інженер, Херсонська філія Національного університету кораблебудування

Для забезпечення кінцевої очистки димових газів від NO_x , SO_2 і CO_2 до рівня, що запланований нормативними документами ІМО, необхідно не тільки забезпечити зменшення кількості спалювання палив і проведення заходів зменшення викидів токсичних речовин, а також використання на кінцевому етапі очистки газів скрубєрних технологій.

У випадку спалювання сірчистих водопаливних емульсій (ВПЕ) з водовмістом біля $W^t=30\%$ (водопаливне співвідношення $W_{\text{вп}}^t=42,8\%$) завдяки зниженню концентрації оксидів азоту на 30...35%, можливості абсорбції NO_x , SO_2 і CO_2 конденсаційними поверхнями котлів вміст токсичних інгредієнтів перед скрубєрами буде знаходитися на значно нижчому рівні в порівнянні з системами очистки, що застосовуються при спалюванні стандартних мазутів.

У випадку спалювання ВПЕ на основі високосірчистого мазуту, коли створюється найбільша кількість SO_2 , NO_x , рекомендується встановлення скрубєра з насадкою, яку можливо і необхідно виконати із некорозійного матеріалу (кераміка, кислотостійка пластмаса). Насадку пропонується зрошувати розчином католіту, що активована в кавітаторі для інтенсифікації процесу абсорбції. Температура цього католіту повинна бути на рівні температури заборотної води – обов'язково нижче ТТР водяної пари, що знаходиться в димових газах (при спалюванні ВПЕ з $W^t=30\%$ її значення знаходиться на рівні 48...50 °C в залежності від водомісткості емульсії). В цьому випадку буде забезпечена конденсація водяної пари газів, що буде (додатково до теплоти абсорбції) супроводжуватися виділенням великої кількості теплоти. Внаслідок цього вода на виході із насадки після перемішування з потоком газів підігріється до 80...90 °C (рівень температури забезпечується регулюванням витрати католіту на зрошення насадки при забезпеченні необхідного рівня абсорбції NO_x , CO , SO_2 , CO_2). При забезпеченні відповідного рівня лужності води, що йде на зрошення і нейтралізацію кислотності, розчин на виході із насадки буде нейтральним.

Завдяки одержанню в скрубєрі проміжного теплоносія (розчину води з нейтральними властивостями) і з температурою біля 80...90 °C, з'являється можливість при встановленні теплообмінника забезпечити підігрів від 50 °C до 70 °C живильної води котлів після теплового ящика (конденсаційного бака) і системи гарячого водопостачання. При цьому необхідно відзначити, що теплоти цього проміжного теплоносія (роз-

чин після скрубєрів) достатньо не тільки для підігріву живильної води всіх котлів (ДК і УК), але і для забезпечення системи гарячого водопостачання судна, бо в скрубєрі внаслідок конденсації водяної пари димових газів можливе виділення до 8% нижчої теплоти згоряння палива, що спалюється у всіх паливоспалюючих агрегатах СЕУ. Так як розчин після скрубєрів нейтральний, то підігрівач живильної води котлів і для системи гарячого водопостачання (в тому числі і для підсушки газів) можна встановити з вуглецевої сталі, що було неможливо при його обігріві корозійноактивними димовими газами.

У випадку застосування в паливоспалюючих агрегатах СЕУ палив з вмістом сірки менше 2% в газах буде менша кількість SO_2 , а також NO_x , особливо при спалюванні ВПЕ на основі цих палив з прийнятим водовмістом. Завдяки цьому на виході із конденсаційних поверхонь ДК і УК вміст NO_x , SO_2 , CO_2 буде меншим, то приймається рішення (як варіант) замість скрубєра з насадкою з підвищеним аеродинамічним опором застосувати комплекс скрубєра Вентурі і циклону.

Експериментальні і аналітичні дослідження показують, що при спалюванні стандартних мазутів (при відсутності конденсаційних поверхонь нагрівання в допоміжних і утилізаційних котлах в зв'язку з високим рівнем швидкості низькотемпературної корозії) в газозоді перед скрубєрами концентрація NO_x знаходиться на рівні 700 ppm, SO_2 – на рівні 170 ppm, CO_2 – на рівні 12 ppm. При спалюванні ВПЕ з $W^f = 30\%$ за рахунок турбулентного горіння кавітаційної ВПЕ і можливості встановлення конденсаційних поверхонь в ДК і УК (в залежності від розмірів цих поверхонь) рівень концентрації шкідливих викидів значно зменшується. Концентрація NO_x після горіння в ДК складає 190 ppm, після ДК (а також УК) – 120 ppm, а після скрубєра на рівні 30 ppm. Концентрація SO_2 відповідно складає 60, 35 і 0,5 ppm. Концентрація CO_2 після конденсаційної поверхні знижується до ~ 8 ppm, а після скрубєра до ~ 1 ppm. Вказані показники можливо досягти завдяки високій ефективності роботи мокрого скрубєра, який зволожується кавітаційно активованою водою (ефективність уловлення $\text{NO}_x \approx 80\%$, $\text{SO}_2 \approx 98\%$, $\text{CO}_2 \approx 80\%$).

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК
ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**

Т.А. Гуцал, аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

В настоящее время во многих странах мира возрастают требования к повышению безопасности и эффективности перевозок, воздействию транспорта на окружающую среду, энергоэффективности и ресурсосбережению на транспорте. Связано это с прямым воздействием эффективности функционирования транспортных комплексов на экономику каждого государства. Особую актуальность эти проблемы имеют для систем железнодорожных перевозок промышленных узлов ввиду кризисных явлений в этих системах.

Одним из наиболее значимых и эффективных направлений оптимизации затрат, является внедрение ресурсосберегающих инновационных технологий, которое сопровождается экономией топливно-энергетических ресурсов, внедрением современной электронной техники, снижением материалоемкости и др. Особое место среди механизмов решения проблем энергоэффективности и ресурсосбережения занимает интеграция интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в организацию и управление перевозочным процессом.

Интегральным показателем эффективности внедрения инновационной технологии в системе железнодорожных перевозок может служить коэффициент оценки эффективности управления энергосбережением:

$$K_{эф.}^{\varepsilon/\varepsilon} = \frac{\Delta e}{z_k E_{кин}^{\min} K_{трудн.пути}}$$

где Δe - абсолютное изменение энергоэффективности;

z_k - объем k-го ресурса в управляющей технологии;

$E_{кин}^{\min}$ - минимальное значение потребляемой кинетической энергии

в перевозочном процессе за отчетный период;

$K_{трудн.пути}$ - коэффициент трудности пути.

Решение вопросов внедрения различных инновационных механизмов с применением ИТС уже будет основано не на эксперименте с ручной обработкой его статистических данных, а на моделировании работы исследуемой системы (или подсистемы) с контролем коэффициента оценки эффективности управления энергосбережением.

Преимуществом интеллектуализации транспортной системы железнодорожных перевозок в промышленном узле является также возможность расширения функциональности ИТС благодаря модульному принципу её построения. В дальнейшем, в рассматриваемую систему могут быть интегрированы модули «Экологический мониторинг», «Безопасность технологических процессов» и пр.

Зарубежный опыт внедрения интеллектуальных транспортных технологий в перевозочный процесс на железнодорожном транспорте показывает высокую эффективность за счет повышения безопасности, экологичности, снижения энергозатрат и экономии ресурсов, что подтверждает перспективность развития этого направления и в Украине.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫГРУЗКЕ СМЕРЗШЕГОСЯ СЫРЬЯ

В.Г. Дженчако, начальник смены ЦЭ УЖДТ, «ПАО ММК им. Ильича»

Разработка эффективной технологии работы транспортно-грузового комплекса по выгрузке смерзшегося сырья связана с необходимостью ее поэтапного решения. На первом этапе техническое решение достигается за счет определения нормативной продолжительности размораживания и строительства подготовительного парка. При этом продолжительность подготовки смерзшегося сырья к выгрузке снизится с 24 - 25 часов до 20 - 21 часа, а суточная пропускная способность гаражей размораживания увеличится за счет исключения непроизводительных операций и частично межоперационных простоев до 300 вагонов.

Второй этап предусматривает перспективное решение на основе комплексного подхода по совершенствованию всего технологического процесса основанного на определении нормативной продолжительности размораживания, использовании аккумулированного тепла и обеспечении поточности процесса. Для технологической линии с поточной системой работы разработан график режима размораживания с использованием аккумулированного тепла (рис. 1).

ЭНЕРГОЗБЕРЕЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

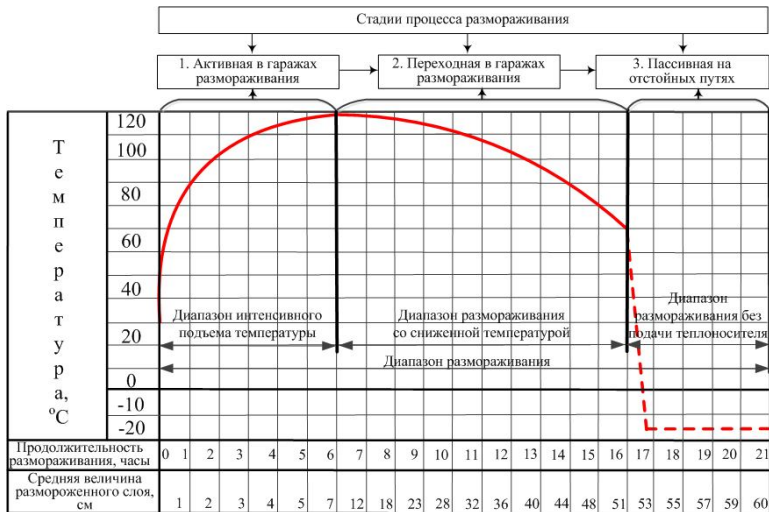


Рисунок 1 – График режима размораживания с использованием аккумулированного тепла

При разработке графика установлено, что при продолжительности размораживания в диапазоне 12-21 час возможно применение варианта пассивного размораживания за счет использования аккумулированного тепла вне секции гаражей размораживания на открытом воздухе на путях парка пассивного размораживания

Для поточной технологии подготовки смерзшегося сырья к выгрузке необходимо наличие специального комплекса объединяющего в своей структуре транспортное звено, представленное подготовительным парком, парком гаражей размораживания, парком пассивного размораживания и ожидания выгрузки вагонов, путями постановки вагонов на выгрузку. При этом гаражи размораживания должны быть проходного типа, а подготовительный парк и парк пассивного размораживания должны располагаться в непосредственной близости от гаражей размораживания и разгрузочного комплекса.

**АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ
З ГІДРОПЕРЕДАЧЕЮ ПОТУЖНОСТІ**

О.Д. Жалкін, аспірант, Український державний університет залізничного транспорту

Для аналізу параметрів дизель-поїзда та оцінки його технічного рівня застосовують такі техніко-економічні показники: питома витрата палива, ресурс та потужність силової установки (дизеля), вага (навантаження на вісь), сила тяги тривалого режиму, конструкційна швидкість, прискорення на початку руху та уповільнення при гальмуванні, кількість пасажирів та кількість місць для сидіння, загальна кількість місць (коефіцієнт місткості), кількість пасажирів, яка приходить на одні вхідні двері, склад дизель-поїзда. Вибір показників можливо здійснювати за методиками які базуються на теорії множин (на теорії бінарних відношень).

Аналіз ефективності та умов роботи дизель-поїздів виконано стосовно таких, які працюють на залізницях України у приміському русі - Д1 та ДР1А з гідропередачею, ДПЛ1 з локомотивною тягою та ДЕЛ02 з електропередачею змінного струму.

За складністю дизель-поїзди залізниць України значно відрізняються - від 3-х вагонів у Д1, ДЕЛ02, чотирьох у ДПЛ1 до шести у ДР1А. Потужність СУ також значно відрізняється: дизель-поїзди Д1 та ДЕЛ02 мають майже однакову потужність, дизель-поїзд ДПЛ1 значно більшу (1470 кВт) в порівнянні з іншими. Конструкційна швидкість відрізняється не значно, а максимальна швидкість на перегоні однакова у Д1 та ДЕЛ02 й ДР1А та ДПЛ1 при значній різниці у складеності. Це відноситься також до маси поїзда - найбільш важкий дизель-поїзд ДПЛ1 у 411 тон має максимальну пасажиромісткість у 1020 осіб. Шестивагонний ДР1А має масу 346 тон та максимальну пасажиромісткість у 1143 осіб, тобто найбільшу кількість пасажирів на 1 вагон (190 осіб).

Дизель-поїзди Д1 та ДЕЛ02 при майже однаковій максимальній масі мають різницю пасажиромісткості майже у 190 осіб. Поїзд ДР1А при найбільшій довжині має найменшу масу на одне місце - 416,66 кг, тобто поїзди з гідропередачею мають перевагу по масогабаритним показникам та пасажиромісткості. Питомі витрати потужності дизель-поїздів з гідропередачею Д1 та ДР1А (відповідно 4,52 й 4,24 кВт/т) менші в порівнянні з поїздом ДЕЛ02 (4,74 кВт/т) з електропередачею.

Як показує аналіз прискорення у всіх розглянутих дизель-поїздів прискорення фактично однакове й не залежить від типу передачі потужності. Навантаження на рейки колії від колісних пар, що рухаються, на дизель-поїздах з гідравлічною передачею потужності значно нижче в порівнянні з електричною передачею як з асинхронним, так і локо-

мотивним приводом. Таким чином, дизель-поїзди з гідравлічного передачею можуть експлуатуватися на колії з легкою верхньою будовою.

Питомі витрати палива на тягу дизель-поїздів на різних залізницях значно відрізняються навіть у поїздів однієї серії. Це пов'язано зі станом, в основному силових установок, терміном служби та умовами експлуатації, показниками роботи дизельних двигунів.

Найменшу питому витрату палива мають дизель-поїзди сери ДР1А (не дивлячись на понад нормативний пробіг від побудови), яка на Південно-Західній залізниці складає 70,87 кг/10⁴ткм брутто, а найбільша витрата у ДП серії ДЕЛ02 з електричною передачею потужності - 131,15 кг/10⁴ткм брутто (різниця у 54%). Менші витрати палива дизель-поїздів Д1 та ДР1А пояснюються також тим, що опалення пасажирських салонів виконується теплою охолоджуючої рідини дизеля та теплою від гідропередачі (у зимовий період доповнюється казаном).

Висновки.

1. Застосування дизель-поїздів з локомотивною тягою показало їх економічну недоцільність у приміських перевезеннях пасажирів.

2. В якості передач потужності на дизель-поїздах використовуються всі відомі різновиди передач потужності. Найбільш широко використовується гідравлічна передача потужності (84 % від загальної чисельності дизель-поїздів України).

3. Аналіз експлуатації дизель-поїздів показав, що кращі показники у приміському, місцевому сполученні мають дизель-поїзди з гідропередачею потужності зі складеністю $M + 4П + M$ з гнучкою схемою зміни кількості причіпних вагонів, наприклад: $M + 2П + M$, $M + П + M$. Повинна бути передбачена експлуатація зчеплених поїздів (система багатьох одиниць), наприклад: $(M + П + M) + (M + П + M)$; $(M + 2П + M) + (M + 2П + M)$ в залежності від потреб оператора перевезень пасажирів.

4. Перспектива подальших досліджень полягає у тому, щоб розробити схему гібридної силової установки дизель-поїзда з гідравлічною передачею потужності з застосуванням гідроакумулятора, що дасть змогу усунути неусталені процеси, зменшити витрату палива й викиди шкідливих речовин при роботі дизеля на холостому ході, зрушенні з місця та розгоні після стоянки на вокзалах або зупинних пунктах.

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ ПОДАЧИ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ ДЛЯ ОТГРУЗКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.В. Кирицева, ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Проблема взаимодействия производства и транспорта является наиболее актуальной в сложившихся условиях рыночной экономики. Транспортные издержки серьезно отражаются на экономических показателях предприятия, повышая себестоимость его продукции и снижая прибыль, тем самым, ухудшая его конкурентоспособность. Особенно высока доля транспортных затрат и логистических издержек в стоимости готовой продукции металлургических предприятий.

Взаимодействие транспорта и производственных цехов имеет два аспекта. Во-первых, производственно-транспортная система (ПТС) вызывает магистральную сеть железных дорог и производство, т. е. выполняет внешние перевозки. Надежность такой связи обуславливается характеристиками поступающего на предприятие вагонопотока и резервами на случай, если его параметры не удовлетворяют расчётным величинам. При этом прохождение вагонопотоков по транспортной сети предприятия ограничено нормами оборота вагонов внешнесетевого парка и определяется продолжительностью нахождения в транспортно-грузовых комплексах, которые диктуют требования по срокам и продолжительности погрузочно-выгрузочных операций.

Во-вторых, ПТС — связующее звено подразделений предприятия, т.е. выполняет технологические перевозки. Кроме внутрипроизводственной неравномерности, транспортное обслуживание затрудняет то обстоятельство, что производственные ритмы цехов, взаимодействующих в технологической цепи, зачастую не согласованы.

Таким образом, в условиях неравномерности промышленный транспорт вынужден подстраиваться к изменяющимся режимам работы цехов-поставщиков и цехов-потребителей. Задача транспорта состоит в полном удовлетворении технологического регламента производственного процесса предприятий, при этом критерием эффективной работы транспорта является время нахождения вагонов общесетевого парка на подъездном пути и оборота собственных вагонов.

Логистический подход к решению задач управления в логистических цепях транспортно-грузовой системы предприятия позволил с новых позиций рассмотреть и усовершенствовать организацию пропуска и переработки грузовых потоков для обеспечения своевременной доставки грузов производственным цехам и вывоза готовой продукции

потребителям. На металлургических предприятиях логистическими цепями можно представить потоковые процессы: от входа на предприятие до цеха-потребителя.

Сущность логистического управления заключается в совершенствовании взаимодействия производства и транспорта в рамках рассматриваемой логистической цепи путём её декомпозиции на модули, выделении ведущего модуля, продолжительность технологических процессов в котором является критерием управления всей логистической цепи и установление логистического критерия.

Применение данного метода к решению вопросов продвижения вагонопотоков является перспективным направлением в организации транспортного обслуживания производства.

Исследования показали, что логистический критерий является комплексным показателем, характеризующим кроме указанных потоков вагонопотоки, необходимые при отгрузке продукции. Таким образом, можно сделать вывод, что логистический критерий, содержащий в себе продолжительность технологических операций, даёт возможность определения не только общей продолжительности пребывания синтез-потока в транспортно-грузовом комплексе отгрузки, но и временных параметров, связанных с вагонопотоком. К ним относятся: срок подачи подвижного состава на станцию, обслуживающую прокатный цех; срок подачи подвижного состава в прокатный цех; срок уборки гружёных вагонов из цеха.

Таким образом, целесообразно в качестве метода нахождения оптимального времени подбора и подачи подвижного состава в прокатный цех в соответствии со сроками подачи вагонов, установленные новой технологией организации взаимодействия прокатного цеха и транспорта, применение линейного программирования.

При помощи математического аппарата линейного программирования определён оптимальный режим взаимодействия прокатных цехов и транспорта в режиме реального времени, а именно: суточный план подачи вагонов под погрузку с учётом принадлежности вагонов различным собственникам подвижного состава, обеспечивающий наименьшие финансовые потери предприятий.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЛОКОМОТИВАХ

С.О. Кінтер, старший викладач, Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна

В умовах різкого подорожчання нафтопродуктів, вичерпаності природних ресурсів та загрози екологічної кризи, у всьому світі постає питання про зменшення енергоспоживання. З огляду на це сучасний транспорт ставить усе більш жорсткіші вимоги до економічних, токсичних і енергетичних показників поршневого двигуна внутрішнього згоряння.

Залізничний транспорт є одним з основних найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів, а отже розв'язання проблеми енергозбереження стосується не лише транспорту, але й економіки країни в цілому. Очевидно, що виникає необхідність у розробленні системного підходу до проблеми, яка передбачає як стимулювання оптимізації енергоспоживання, так і впровадження науково-технічних заходів, які стабілізують рівень енерговитрат і знижують непродуктивні витрати на транспорті.

Одним з найбільш раціональних шляхів енергозбереження та підвищення екологічних показників рухомого складу є впровадження гібридної передачі на тепловозах, що дозволить встановити на них ДВЗ меншої потужності зі збереженням його потужнісних характеристик.

Наявність накопичувачів енергії у складі гібридної передачі дозволить більш раціонально використовувати акумульовану енергію.

Поповнення заряду накопичувача можна провести трьома способами: за рахунок вільної потужності двигуна, використовуючи енергію гальмування поїзда та енергію альтернативних джерел енергії. Відомо, що компанією Strukton Rail Equipment були проведені дослідження з використання сонячної енергії на тяговому рухомому складі залізниці. Ними ж розроблена концепція використання сонячних панелей на локомотивах.

Відомо, що майже дві третини енергії палива в сучасних ДВЗ відводиться в атмосферу разом з теплом. Тому пропонуємо впровадження технології перетворення теплової енергії вихлопних газів в електричну, яка заснована на використанні ефекту Пельтьє. Впровадження термоелектричних генераторів є найбільш придатними для технічних засобів з динамічною їздою, оскільки чим більші оберти ДВЗ тим більше електроенергії можна акумулювати. Очікується, що подібна система зможе давати 5-відсоткову економію палива, підвищуючи ККД двигуна внутрішнього згоряння.

В 2015 році компанія Panasonic презентувала так звану термоелектричну трубку, заснована на новій структурі, яка може виробляти електричну енергію, використовуючи виключно різницю температур. Враховуючи їх технічні характеристики, котрі заявляють розробниками, пропонуємо їх

включення у водяну систему тепловозів, що дозволить більш раціонально використовувати енергетичні ресурси локомотивів.

Висновки. Застосування накопичувачів енергії та альтернативних джерел енергії на рухомому складі дозволить підвищити його енергетичні та екологічні показники, а також значно поліпшити економічні показники роботи силової установки тепловоза. Слід зазначити, що такі енергоакумуючі установки мають ще один позитивний ефект, а саме можливість додаткового прогріву двигуна в холодну пору року.

ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ НАПРЯМКУ

О.О Мазуренко, доцент, А.В Кудряшов, доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна

В умовах реформування залізничного транспорту України, широкого включення її в систему міжнародних перевезень вантажів, необхідно вирішувати складні проблеми адаптації залізничного транспорту до роботи в умовах ринкових відносин та забезпечення зростаючих вимог до якості та ефективності транспортних послуг. Серед багатьох проблем, які існують на залізничному транспорті України, значну увагу привертає питання зниження собівартості перевезень вантажів. Вирішення цього питання має багато напрямків, так як собівартість перевезень залежить від значної кількості впливаючих факторів.

Одним з напрямків зниження собівартості перевезень є зменшення витрат на просування вагонів до кінцевої станції за рахунок раціонального використання ресурсів станцій та залізничних перегонів.

У зв'язку зі зміною структури вагонопотоків на залізницях України на технічних станціях збільшилась нерівномірність надходження вагонів на окремі призначення. В свою чергу це призвело до збільшення простою вагонів під накопиченням та, як наслідок, відправлення неповносоставних поїздів. Такі поїзди, в перерахунку на один вагон, потребують більшої витрати ресурсів для їх пересування на залізничному напрямку.

Одним з напрямків, який дозволяє сформувати та відправити повносоставний поїзд в сучасних умовах функціонування технічних станцій, є оперативне формування двогрупних поїздів на базі одnogрупних призначень діючого плану формування. Застосування даного рішення потребує значного часу для аналізу поточного стану станції та прийняття певного рішення. Для швидкого вирішення таких питань необхідно розробити та впровадити додаткові програмні рішення в існуючу автоматизовану систему керування вантажними перевезеннями.

Крім цього, в процесі функціонування залізничного транспорту, досить часто необхідно приймати оперативні рішення щодо зміни маршруту руху поїзду та вибору раціонального маршруту серед можливих варіантів. Так як кожен з можливих маршрутів характеризується своїм планом та профілем колій, наявними обмеженнями швидкості руху, то їх порівняння слід проводити за витратами енергетичних ресурсів.

Витрати енергетичних ресурсів можливо визначити за допомогою тягових розрахунків. Але такі розрахунки потребують багато часу і є трудомісткими, отже їх неможливо застосовувати для оперативних змін маршруту руху поїзда.

Пришвидшити цей процес можливо за допомогою окремих залежностей витрат електроенергії або палива від середнього ухилу перегону, які базуються на аналізі попередніх розрахунків даних витрат за тяговими розрахунками. Результати досліджень показали, що найбільш точно залежність витрат електроенергії або палива від середнього ухилу перегону можливо описати за допомогою поліному другого порядку. Але кожне окреме рівняння буде вірним тільки для певного типу локомотиву та встановленої маси поїзда. Отже, доцільним є створення сімейства кривих для різних норм маси і типів локомотивів. Для підвищення оперативності прийняття рішень щодо вибору раціонального маршруту серед можливих варіантів необхідно розробити відповідний програмний продукт.

Крім перелічених проблем, до підвищених витрат електроенергії на тягу поїздів, можна віднести проблему нераціонального заповнення поїздами дільниць. При значному збільшенні кількості поїздів на енергодільниці відбувається підвищення витрати електроенергії через падіння напруги в контактній мережі. Цю проблему можливо вирішити за рахунок удосконалення системи керування рухом поїздів та її інтеграції з системою моніторингу контактної мережі.

Підсумовуючи результати досліджень, можна визначити наступні основні шляхи зниження енергозатрат на тягу поїздів: виявлення та використання існуючих резервів, які дозволяють оптимізувати енерговитрати; удосконалення системи керування рухом поїздів.

Таким чином можна зробити висновок, що для зниження собівартості перевезень на залізничному напрямку необхідно удосконалити процес поїздоутворення на технічних станціях, розробити та впровадити автоматизовані системи контролю ведення та знаходження поїздів. Слід зазначити, що запропоновані підходи щодо зниження собівартості перевезень на залізничному напрямку не потребують значних капітальних вкладень та тимчасової зупинки процесу перевезення вантажів.

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МУНІЦИПАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

І.М. Майорова, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Людство постійно стикається із глобальною проблемою — необхідністю постійно використовувати природні ресурси, які мають схильність до поступового зменшення або циклічного оновлення, із витратами часу, що майже стає неможливим у сучасних динамічних умовах розвитку. Особливо гостро питання ресурсозбереження та ресурсозаощадження постає у сучасних реаліях, коли світова економіка постає перед такими явищами, як: наслідки світової економічної кризи, що змушує вводити режим постійної економії, та появи нових, прогресивних технологічних досягнень.

Для України ресурсозбереження набуло «ідеологію розвитку промислового виробництва», головною метою ресурсозберігаючої діяльності є зниження ресурсоемності виробництва та забезпечення максимально корисного ефекту задля споживача від використання одиниці продукції [1].

Використання поняття «ресурсозбереження» у науковій літературі відносно нове. Раніше в економічній теорії та фінансово-господарській діяльності активно вживали такі поняття як: «економія ресурсів», «режим економії», або «ефективне використання ресурсів». На даний час всі наведені вище терміни акумульовані у поняття «ресурсозбереження», що є досить міським та багатогранним. У науковій праці [2] подано тезу «...що сучасна цивілізація досягла рівня розвитку, на якому зростання виробництва фактично в усіх галузях господарства здатне здійснюватися в умовах прогресуючої економіки без залучення додаткових ресурсів та енергії».

Для України, з огляду на існуючі технологічні уклади і розвиток промисловості, затяжну економічну кризу, прогресуюче зубожіння населення, військовий стан вітчизняні підприємства не можуть дозволити собі великі капітальні інвестиції у кардинальні технологічні зміни виробництва готової продукції, залучення нових прогресивних екологічних і енергозберігаючих технологій. Тому головним успішним фактором конкурентоспроможності виступає ресурсозбереження, що являє собою підґрунтя для зниження собівартості продукції і послуг і вивільнення фінансових коштів для подальшого технологічного поступового удосконалення процесу виробництва.

Одним з актуальних питань, що потребує постійної уваги як держави, так і регіональних органів влади, є питання управління муніци-

пальним розвитком. Процес становлення ринкових відносин потребує комплексного рішення економічних, виробничих, екологічних і соціальних проблем розвитку міста. Саме в умовах формування ринкових відносин та відмови від директивного централізованого управління соціальним, економічним, промисловим, технічним, інфраструктурним розвитком міста потребує удосконалення. Удосконалення існуючої системи управління розвитком муніципального утворення за допомогою логістичних і ресурсозберігаючих підходів дозволяє знайти резерви в галузі товарного руху, які компенсують додаткові витрати на задоволення зростаючих вимог мешканців індустріальних міст, які є споживачами та підвищення якості їх обслуговування.

Це по-перше, відноситься до проблем територіального розташування виробничих, транспортних, складських комплексів, формування матеріальних запасів, матеріально-технічної бази постачання і господарських зв'язків, маршрутизації магістральних та промислових видів транспорту, контейнеризації та пакетування, розробки організаційно-виробничих структур управління і т.д.

Основними завданнями муніципального транспортного об'єднання будуть такі: надання послуг з організації і управління роботою транспортних підприємств будь якої форми власності з забезпечення пасажирських міських перевезень, їх інформаційного, правового і фінансового обслуговування; звітність міському управлінню транспортом щодо якості виконання пасажирських перевезень, їх інтенсивності, безпечності; організація і обслуговування місць паркування, розміщення зупиночних пунктів, транспортних споруд, автовокзалів та автостанцій; формування і розрахування маршрутної мережі міських пасажирських перевезень та її удосконалення; розрахунки та узгодження тарифів і вартості транспортних послуг на перевезення пасажирів і вантажу; узгодження маршрутів руху через місто приміського і міжміського пасажирського транспорту та інш.

Література

1. Фоменко О.Р. Дослідження шляхів і резервів ресурсозбереження на підприємстві [Електронний ресурс]. / О.Р. Фоменко, А.В. Гречко // Актуальні проблеми економіки та управління. – 2013. – №7. – Режим доступу: <http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2013-35.pdf>
2. Вайцеккер Е. Фактор чотири. Витрат–половина, віддача — подвоєна / Е. Вайцеккер, Е. Ловис, Л. Ловинс [пер. з англ. А.П. Завадницька, В.Д. Новікова]. — М.: Academia, 2000. — 320с.

РЕГУЛЮВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ 4QS-ПЕРЕТВОРЮВАЧА З ГІСТЕРЕЗИСНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

В.П. Нерубацький, старший викладач, Український державний університет залізничного транспорту

Вимоги до забезпечення якості електричної енергії висуваються на перший план при вирішенні питань передачі, перетворювання та розподілу електроенергії, як у промисловості так і на залізничному транспорті. На даний час якості первинних перетворювачів в складі тягових електроприводів електровозів змінного струму найбільш поширено застосовуються діодні випрямлячі або тиристорні випрямлячі. Суттєвим недоліком таких випрямлячів є емісія вищих гармонік вхідного струму у живлячу мережу і вищих гармонік вихідної напруги в ланку постійного струму, що обумовлює значні втрати електричної енергії в тяговому електроприводі та відсутність можливості реалізації режиму рекуперації енергії, що знижає енергоефективність системи електричної тяги.

Існує досить багато шляхів зниження емісії вищих гармонік випрямних установок. Серед них є застосування пасивних фільтрів, активних силових фільтрів, активних випрямлячів з корекцією коефіцієнта потужності та інших методів. Перспективним є застосування активних чотириквadrантних (далі 4QS) перетворювачів з корекцією коефіцієнта потужності в складі тягових електроприводів електровозів змінного струму (рис.1), що дозволить в значній мірі покращити показники електромагнітної сумісності (далі EMC) з живлячою мережею та забезпечення двонаправленої передачі енергії. Проте алгоритми управління 4QS - перетворювачами потребують подальшого удосконалення. В зв'язку з цим стоїть науково-прикладна задача покращення EMC тягового електроприводу та реалізація процесу рекуперації з високими показниками електричної енергії.

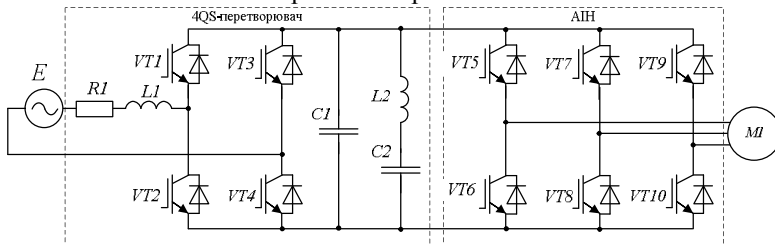


Рисунок 1 – Силовая схема тягового электропривода с входным 4QS-перетворювачем

Виконано розробку та дослідження дворівневого 4QS-перетворювача з системою управління (далі СУ) побудованої на основі гістерезисної модуляції (рис.2). СУ забезпечує високі показники електромагнітної сумісності (коефіцієнт гармонійних спотворень <2% та коефіцієнт потужності>99%) та двонаправлену передачу енергії.

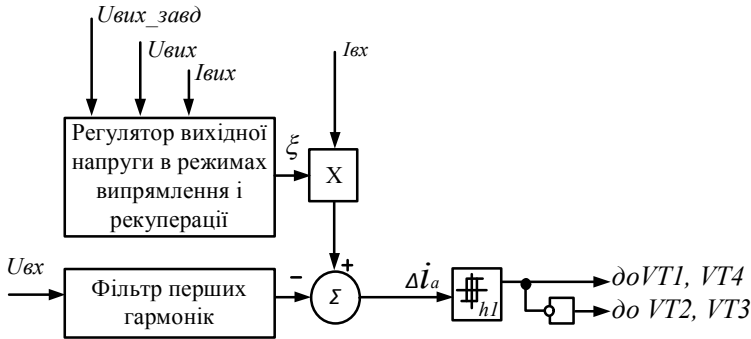


Рисунок 2 – Гістерезисна система керування 4QS-перетворювача

На основі рівнянь енергетичного балансу 4QS-перетворювача з гістерезисною системою керування отримані аналітичні вирази, які описують регульовальну характеристику (рис.3), яка визначає залежність вихідної напруги $U_{вих}$ від опору навантаження R_n , амплітуди живлячої напруги $U_{вх}$ та регульовального коефіцієнта ξ :

$$U_{вих}(U_{вх}; \xi; R_n) = \sqrt{3 \cdot U_{вх}^2 \cdot R_n \cdot \eta \cdot \xi};$$

$$U_{вих}(U_{вх}; \xi; I_{вих}) = \frac{3 \cdot U_{вх}^2 \cdot \eta \cdot \xi}{I_{вих}}; \quad \xi = I_{вх}^* / U_{вх} \quad (2)$$

де η – коефіцієнт корисної дії; $I_{вх}^*$ – сигнал завдання фазного струму; $I_{вих}$ – струм навантаження; ξ – регульовальний коефіцієнт.

На основі отриманих рівнянь побудовані регульовальні характеристики 4QS-перетворювача для режимів випрямлення та рекуперації.

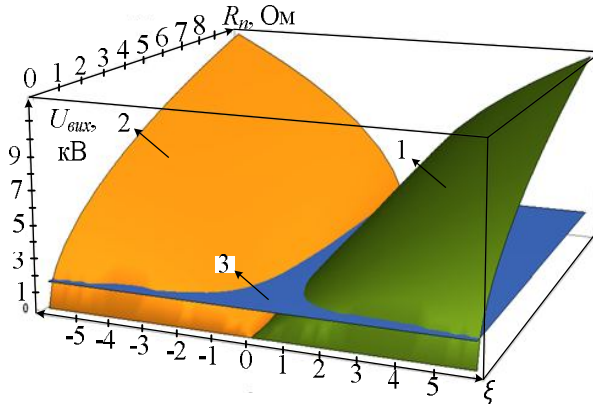


Рисунок 3 – Регулювальна характеристика 4QS-перетворювача:
 1 – в режимі випрямлення; 2 – в режимі рекуперації;
 3 – обмеження в регулювальні вихідної напруги

Таким чином, одержані аналітичні залежності, що описують регулювальні характеристики, тобто залежність вихідної напруги 4QS-перетворювача від регулювального коефіцієнта ξ системи керування, опору навантаження та амплітуди живлячої мережі, дозволяють реалізувати процеси випрямлення та рекуперації в широкому діапазоні живлячої напруги при заданому значенні напругі в ланці постійного струму.

Література

1. Щербак Я.В., Плахтий А.А., Цеховской М.В., Улучшение электромагнитной совместимости преобразователей частоты путем применения активных выпрямителей / // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Київ: Техніка. - 2014. – №.15 (91). - С.344-347.
2. Жемеров Г.Г., Ковальчук О.И., Автономный выпрямитель – источник напряжения с гистерезисной системой управления, Технічна електродинаміка. – Київ, 2011. – Ч. 2. – С. 75 – 83. 2.
3. Жемеров Г.Г., Колесник Ю.В., Частота модуляции сетевого тока в активном управляемом выпрямителе – источнике напряжения с гистерезисной системой, Технічна електродинаміка. – Київ. – 2008. – Ч. 3, Тематичний вип. – С. 79 – 84.
4. Плахтий А.А. Гистерезисная система управления активного трехфазного выпрямителя с коррекцией коэффициента мощности / А. А. Плахтий // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – Миколаїв: НУК. -2013. - №4 (449). - С. 82-88.

**КОНЦЕПЦІЯ КЕРУВАННЯ ДВОМА ТЯГОВИМИ
АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИ ЖИВЛЕННІ
ВІД ОДНОГО ІНВЕРТОРА**

*Д.П. Ніколаєв, студент, Р.А. Крикун, студент, В.С. Бовкунович,
старший викладач, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Конструкція візка вагону рейкового електротранспорту (РЕ) складається з двох колісних пар, кожна з яких приводиться у рух через редуктор окремим тяговим асинхронним двигуном (ТАД). З метою мінімізації масогабаритних показників та вартості тягового електроприводу (ТЕП) останнім часом набула поширення схема живлення двох ТАД від одного інвертора [1]. В той же час застосування типового трифазного мостового інвертора при керуванні двома ТАД має ряд складностей. Головною проблемою при експлуатації РЕ є виникнення таких явищ як «юз» або «буксування» колісних пар візка внаслідок нерівності моментів, які формуються двигунами, через наявність параметричних збурень, особливо варіацій активного опору ротора ТАД.

Метою роботи є розробка концепції керування двома ТАД при живленні від одного інвертора з метою зменшення впливу параметричних збурень і, як наслідок, уникнення таких явищ, як «юз» або «буксування».

В наслідок варіації активного опору ротора, формування однакового приводного моменту кожним двигуном не можливе через різницю у параметрах двигунів та умов їх експлуатації. Існуючі стратегії керування двома двигунами від одного інвертора, такі як Master/Slave Control (MSC) та Mean Control (MC) частково вирішують дану проблему [2], оскільки при MSC керуванні зворотній зв'язок за струмом та швидкістю відбувається за головним двигуном, в той же час поведінкою підпорядкованого двигуна нехтують, що досить часто призводить до «йозу» або «буксування». Стратегія керування MC, яка представлена на рисунку 1, є більш прийнятною, оскільки використовується усереднене керування двигунами, тобто формування зворотних зв'язків за струмом та швидкістю відбувається, як середньоарифметичне значення двох ТАД. Дана стратегія, хоча і зменшує різницю у моментах, що формує кожен ТАД, але повністю її не компенсує. Тому пропонується застосувати алгоритм керування R-IFOC [3] в комбінації зі стратегією Mean Control. Запропонована система буде формувати відповідне керування двома ТАД з метою повної компенсації різниці формуємих моментів двигунів.

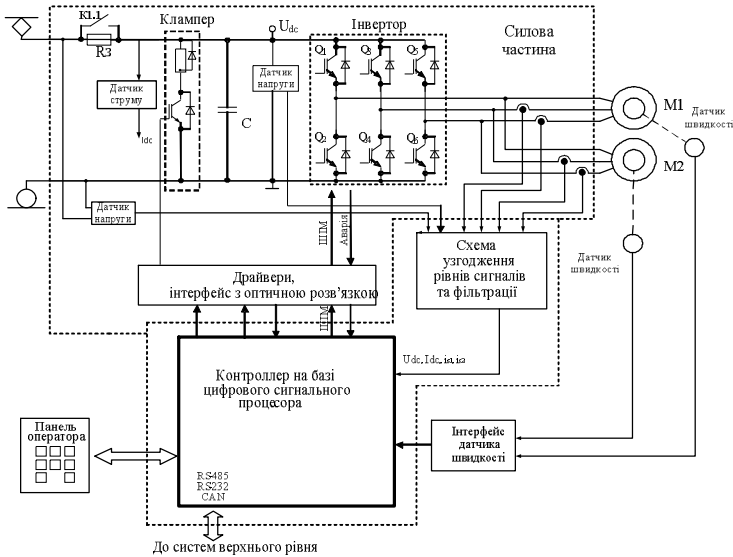


Рисунок 1 – Функціональна схема тягового електроприводу візка

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено перспективність використання комбінації алгоритму R-IFOC та стратегії усередненого керування. Розробка та створення математичної моделі запропонованої системи буде метою подальших досліджень.

Література

1. Kelecý P.M. Control Methodology for Single Inverter, Parallel Connected Dual Induction Motor Drives for Electric Vehicles / P.M. Kelecý, R.D. Lorenz // Power Electronics Specialists Conference, PESC '94 Record., 25th Annual IEEE – 1994.- vol.2, - P.987-991.
2. Bouscayrol A. Weighted Control of Traction Drives With Parallel-Connected AC Machines / A. Bouscayrol, M. Pietrzak-David, P. Delarue, R. Pena-Eguiluz, P.-E. Vidal, X. Kestelyn // Industrial Electronics, IEEE Transactions on - 2006.- vol. 53, - P.1799-1806.
3. Пересада С.М. Грубое векторное управление моментом и потоком асинхронного двигателя / С.М. Пересада, С.Н. Ковбаса, В.С. Бовкунович // Техн. електродинаміка. - 2010. - № 1. - С. 60-66.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА
ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ОН-ЛАЙН СЕРВІСУ
«МУРАВЬИНАЯ ЛОГИСТИКА»**

О.Д. Почужевський, доцент, ДВНЗ «КНУ», О.П. Матвійчук, директор з розвитку он-лайн сервісу «Муравьиная логистика»

Практично всі країни у світі мають власну транспортну систему, яка виконує значний об'єм автомобільних перевезень. Однак зокрема в Україні її діяльність має значно меншу ефективність у порівнянні з розвиненими країнами [1].

Однією з причин яка спричинює дану проблему є небажання використовувати автотранспортними підприємствами автоматизованих систем управління перевезеннями. При цьому багато керівників забувають, що ефективне управління перевезеннями передбачає вирішення двох ключових завдань: розрахунок оптимальних маршрутів і контроль їх дотримання.

На сьогодні на ринку України присутньо багато виробників відповідного програмного забезпечення, однак лише невелика кількість здатні забезпечити повний спектр необхідних послуг: забезпечення вчасної доставки, оптимізація маршрутів руху, доступність та простота використання адміністративним персоналом, інтеграція з існуючим програмним забезпеченням, використання в якості мобільного додатку.

На основі проведеного аналізу встановлено, що одним з нечисельних програмних продуктів є он-лайн сервіс «Муравьиная логистика», розроблений ФОП «Приймак О.П.».

За допомогою програми транспортна логістика, можна забезпечити глобальну автоматизацію транспортної системи, звести до мінімуму людський фактор і скоротити логістичні витрати. Автоматизація транспортної логістики включає в себе: планування оптимальних маршрутів, моніторинг маршрутів, повний контроль над витратною частиною, план-факт аналіз.

Розрахунок маршрутів доставки можна і потрібно автоматизувати. Якщо складання маршруту вручну вимагає від логіста значного часу і доброго знання місцевості то при використанні сервісу «Муравьиная логистика», формування маршрутів вимагає всього декількох хвилин і не вимагає особливих навичок. Використана в сервісі карта для логістики дає наочне уявлення всієї поточної оперативної обстановки на маршрутах. Простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволить будь-якому користувачеві персонального комп'ютера виконати розрахунок маршрутів доставки, навіть якщо раніше він не мав досвіду роботи в подібних програмах. Програма легко інтегрована з облікови-

ми системами замовника. Наданий API дозволить виконати розрахунок оптимальних маршрутів і сформувати результати прямо в облікових системах.

Сервіс «Муравьиная логистика» має наступні можливості [2]:

1. Візуальне представлення точок на карті – на карті представлені точки доставки продукції, послідовність їх об'їзду; маршрути проїзду; склади, з яких відвантажуються продукція; сервісні точки (гараж, заправка і т.д.).

2. багатофакторна оптимізація – при розрахунку маршрутів доставки враховується ряд факторів: габарити, вантажопідйомність, тип автомобіля; тип замовлених товарів, їх вага, габаритні розміри; тимчасові обмеження з доставки товару; категорії доріг, напрямки руху, розмітка, обмеження швидкості. Розрахунок маршрутів може проводитися для двох типів маршрутів: мінімальний за ціною та збалансований за ціною і часом.

3. Облік обов'язкових точок об'їзду – часто виникає необхідність заправити машину під час маршруту. Користувач має можливість визначити перелік і послідовність їх об'їзду. Обов'язкові точки включаються в маршрут доставки і враховуються при оптимізації.

4. План-факт аналіз – GPS-моніторинг фактичних маршрутів і порівняння їх з плановими маршрутами. Це дає керівникові гарантії сумлінності персоналу і дає можливість відкоригувати коефіцієнти і початкові умови, що задаються програмою для розрахунку.

5. Друк вихідних форм – сервіс дає можливість роздрукувати карту з маршрутом, а також завдання на розвезення товару у вигляді таблиці.

6. Маршрут у водія на планшеті. Мобільний додаток під Android дає водієві можливість завжди бачити маршрут, сформований логістом.

7. Імпорт та експорт даних – інтеграція сервісу з обліковою системою користувач; дає можливість розробникам завантажувати заявки на доставку продукції і отримувати оптимальні маршрути у вашій обліковій системі.

Використання даного інформаційного продукту буде мати найбільший ефект лише після налаштування продукту під реальні умови та особливості конкретного підприємства.

Література

1. Вовк Ю. Аналіз стану транспортної системи України та перспективи її розвитку [Електронний ресурс] / Юрій Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2015. — Вип. 2 (13). — С. 5-15. — Режим доступу до журн.: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2015/15vyypyr.pdf>. (Дата звернення: 29.03.2017)
2. Муравьиная логистика: [Електронний ресурс] URL: <https://ant-logistics.com/main.html> (Дата звернення: 29.03.2017).

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ
ЛОКОМОТИВІВ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ
ПАРАМЕТРІВ ЇХ ВУЗЛІВ**

*В.Г. Пузир, професор, Ю.М. Дацун, доцент, О.М. Обозний, асистент,
Український державний університет залізничного транспорту*

Прогнозування зміни параметрів вузлів локомотивів дозволяє поставити задачі попередження їх відмови і оптимальної організації технічного обслуговування.

Одним із шляхів підвищення ефективності експлуатації локомотивів є перехід від технічного обслуговування по виробітку ресурсу до обслуговування по фактичному технічному стану.

Інформаційною основою, на якій базується обслуговування, ремонт та передрейсова підготовка по фактичному технічному стану є деякі апіорні відомості про закономірності процесу відхилення параметрів, а також дані контролю цих параметрів, що характеризують індивідуальну “поведінку” кожного конкретного локомотива. Повне використання цих відомостей дозволяє якісно по-новому ставити задачу забезпечення надійності, вирішуючи її для кожного окремого локомотива індивідуально.

Індивідуальне прогнозування технічного стану дозволяє експлуатувати локомотив до появи ознак небезпечного зниження працездатності або виникнення відмови, виключити передчасні втручання у його роботу і виконання трудоемких операцій з обслуговування та ремонту, що мають сумнівну користь для надійності функціонування.

Нехай технічний стан деякого вузла локомотива повністю характеризується набором його вихідних параметрів y_0, y_1, \dots, y_n .

У якості вихідних параметрів можуть розглядатись такі характеристики, як потужність, продуктивність, напруга, струм, частота.

Відхилення параметрів (зміна вектору $y = \{y_0, y_1, \dots, y_n\}$ експлуатаційних характеристик) відбувається під дією множини факторів, складність врахування яких змушує розглядати процес зміни параметрів як деяку випадкову функцію часу $y(\omega, t), t \in T, \omega \in \Omega$, де Ω – множина елементарних подій; T – інтервал експлуатації вузла локомотива.

На ймовірнісному просторі (Ω, F, P) , де F – алгебра підмножин множини Ω , а P – ймовірнісна міра, випадкову функцію

$y(t) = \{y_j\}_{j=0}^n$ можна прийняти за загальну модель процесу відхилення параметрів.

Задача прогнозування технічного стану і надійності вузлів локомотива в класичній формі виглядає наступним чином.

Задані спостерігаємий процес $z(t), t \in T$ і неспостерігаємий випадковий процес $W(t), t \in T$, статистично пов'язаний із $z(t)$. В момент $t \in T_p$, де $T_p \subset T$, відома реалізація спостерігаемого процесу $z_\omega(t)$. Необхідно дати точкову оцінку неспостерігаємої випадкової функції $W(t)$ для майбутнього моменту часу $\tau, \tau \in T \setminus T_p$ по відомій реалізації $z_\omega(t)$.

Неважко показати, що задача знаходження точкової оцінки $y^*(\tau), \tau \in T \setminus T_p$ апостеріорного випадкового процесу $y^{P_s}(t)$, побудованого на основі апіорного процесу $y(t)$ і відрізка реалізації $y_\omega(t), t \in T_p$, де T_p – інтервал контролю, може трактуватися як задача прогнозування технічного стану.

Задача знаходження ймовірності невиходу умовного відносно результатів контролю випадкового процесу $y^{P_s}(t)$ за межі області допустимих значень параметрів D протягом певного часу являється задачею індивідуального прогнозування надійності.

Задача оптимального планування експлуатації за даними прогнозування значень параметрів може бути сформульована як задача управління апіорним випадковим процесом $y(t)$ для вузлів, що не контролюються, або як задача управління апостеріорним випадковим процесом $y^{P_s}(t)$ при індивідуальному технічному обслуговуванні та ремонті вузлів, що контролюються.

Рішенням такої задачі може бути стратегія корегування параметрів рейсу, що забезпечує задані вимоги надійності при мінімальних експлуатаційних витратах.

ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ У ВІЗКАХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

В. Г. Равлюк, доцент, Український державний університет залізничного транспорту

Гальмова важільна передача, що застосовується у сучасних вантажних вагонах, була розроблена ще в 1898 році та почала застосовуватися у візках типу «Даймонд» (США). Висококваліфікована розробка важільної передачі у цих візках так побудована, що зміна в ній хоч якогось конструктивного елемента чи розміру порушує регулювальні регламенти в межах всього нормативного діапазону зносу колодок і коліс. Через це її модернізація потребує всебічних і ретельних досліджень, щоб не порушувати необхідні експлуатаційні характеристики.

У типовій гальмовій важільній передачі двовісного візка з приєднанням вертикального важеля до отвору у розпірці триангеля рівновага порушується, триангель нахилиється до спирання верхніми краями колодок у поверхні кочення коліс. Це відбувається через те, що діють гравітаційні сили $P + P_{дин.}$ (рис. 1), які виникають від ваги приєднаного до отвору розпірки триангеля вертикального важеля.

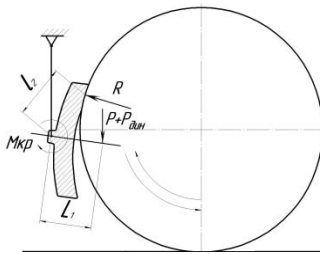


Рисунок 1 – Схема дії сил між колодкою і колесом у відпущеному стані гальма

Схилення колодки до спирання верхнім кінцем у колесо зумовлено наявністю відстані l_1 . Під дією сили $P + P_{дин.}$ на плече l_1 з'являється крутний момент сил

$$M = (P + P_{дин.})l_1, \quad (1)$$

де P - гравітаційна сила, яка утворюється від ваги вертикального важеля і зтяжки; $P_{дин.}$ - динамічна складова, яка виникає від коливань вертикального важеля і зтяжки в зазорах шарнірів під час руху; l_1 - відстань від шарніра з'єднання вертикального важеля з розпіркою

тріангеля до шарніра підвішування гальмових башмаків.

Дія цього моменту сил спричиняє повертання тріангеля навколо шарнірів приєднання башмаків до пари маятникових підвісок та притиснення верхніх країв колодок до коліс. Із наведеної схеми дії сил складено рівняння моментів сил відносно точки підвішування пари гальмівних башмаків із колодками на тріангелі, маючи на увазі те, що зусилля $P + P_{\text{дин.}}$ діє на дві гальмівні колодки, що притискуються до поверхонь кочення колісної пари

$$(P + P_{\text{дин.}})l_1 = 2Rl_2, \quad (2)$$

звідки

$$R = \frac{(P + P_{\text{дин.}})l_1}{2l_2}, \quad (3)$$

де R - сила реакції від спирання колодки на колесо; l_2 - плече дії сил реакції R до центра підвішування башмака на маятникові підвіски.

До нині ця проблема вирішувалася шляхом застосування пристроїв, які приєднуються до тріангелів для створення протидії зусиллям $P + P_{\text{дин.}}$. Але інтенсивна динамічна її складова $P_{\text{дин.}}$ у невідресореній частині візка в умовах експлуатації руйнує як потужні, так і оригінальні пристрої.

Аналіз рівнянь (2) і (3) показав, що для ліквідації нахилу колодок потрібно знешкодити крутний момент сил. Його складові — це сила і плече. Через те, що зусилля $P + P_{\text{дин.}}$ виникає від ваги деталей важільної передачі, то позбутися його практично неможливо. Інша складова моменту сил є плече l_1 і аналіз показав, що шляхом зміни конструкції можна досягти умови коли $l_1 = 0$. Для цього необхідно перенести отвір шарніра у розпірці тріангеля на одну пряму з парою шарнірів підвішування тріангеля. У цьому випадку момент сил зникає й врівноважена система жорстко з'єднаних тріангеля і двох гальмівних башмаків із колодками не буде схилитися до спирання колодками у колеса.

Таким чином було встановлено, що необхідно модернізувати розпірку тріангеля зміною розташуванням технологічного отвору перенесенням його на розрахункову відстань убік швелерної балки тріангеля.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦЬ

Л.І. Рибальченко, старший викладач, Д.В. В'ялий, магістр, Український державний університет залізничного транспорту

Транспорт є важливою галуззю в системі економіки країни. Залізничний транспорт, незважаючи на зниження його частки в перевезеннях, як і раніше залишається важливим видом сухопутного транспорту, особливо за обсягом перевезених вантажів (10% світового обсягу).

Значна доля вантажообороту та пасажирообороту належить залізничному транспорту, у порівнянні з функціонуючими видами транспорту в Україні. Транспорт має забезпечувати значну пропускну і провізну спроможності, регулярність руху, високу швидкість перевезень.

На даному етапі розвитку ринкових відносин є актуальним підвищення технологічного рівня роботи залізничного транспорту, до цього відноситься і удосконалення організації експлуатаційної роботи залізниць.

Оборот вагона є важливим якісним показником на залізничному транспорті, що відображає роботу всіх основних підрозділів залізниць. Проводячи огляд статистичних даних, щодо коливання значень цього показника, виявляється, що необхідним є зменшення його значень.

Тобто, доцільним є детальний розгляд складових, які мають вплив на значення обороту вагону. До них відноситься простій вагонів під однією операцією, час простою вагонів на станціях в очікуванні подачі або відправлення. Чим вище простої, тим більше значення обігу, що вказує на нерациональне використання рухомого складу, яке може привести до нестачі порожніх вагонів, а значить до несвоєчасної подачі під навантаження, внаслідок якої залізниці можуть понести збитки. Для мінімізації їх значень необхідним є своєчасне реагування на зміну вантажопотоку з необхідною швидкістю, організація оптимальних маршрутів вагонопотоків, висока точність планування кількості об'ємів навантаження та вивантаження на залізницях.

На сучасному етапі роботи залізничного транспорту більшість існуючих автоматизованих систем в першу чергу направлені на виконання інформаційних функцій (збір, зберігання інформації, її передача), а не на вирішення експлуатаційних задач.

В результаті визначення технологій, що пов'язані з виконанням експлуатаційної роботи на залізницях, які потребують удосконалення дасть напрям новим розробкам, які є необхідними для підвищення якості функціонування залізниць в ринкових умовах, що постійно змінюються на основі надання рішень експлуатаційних задач в умовах дії в оперативній обстановці.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Л.І. Рибальченко, старший викладач, Є.З. Гафинець, магістр, Український державний університет залізничного транспорту

Залізничний транспорт займає одне з найважливіших місць у структурі функціонування держави. В Україні дві третини залізничних ліній обладнані сучасними засобами керування, диспетчерською централізацією й автоблокуванням та є вантажонапруженими.

Українські залізниці безпосередньо межують і взаємодіють із залізницями різних країн, наприклад Польщі, Білорусії, Румунії, Молдови, Словаччини, Угорщини й забезпечують роботу із понад тридцяти міжнародними залізничними переходами.

Ефективна робота залізничної інфраструктури залежить від раціонального використання засобів транспорту та людських ресурсів. Це можливо в умовах впровадження інноваційних проектів та удосконалення існуючих технологій роботи залізниць.

На даному етапі роботи залізниць вже існує багато впроваджених автоматизованих технологій, автоматизованих робочих місць та інформаційних систем. Все це сприяє підвищенню якості роботи залізничного транспорту. Однак, на даному етапі все ж стоїть питання зниження собівартості перевезень, в якій система раціональної організації вагонопотоків займає ключову позицію.

Система організації вагонопотоків відноситься до числа найважливіших технологічних завдань, від правильного вирішення якої залежить не тільки завантаження технічних станцій і ділянок мережі, але і час доставки вантажу, що принципово важливо для роботи мережі залізниць в сучасних ринкових умовах.

Створення системи оперативного корегування плану формування вантажних поїздів на рівні мережі та обґрунтування раціональної періодичності розрахунку мережевого плану формування поїздів, розробка технології і програмних засобів для комплексного розрахунку плану формування, що об'єднує всі категорії поїзних призначень є перспективними напрямками розвитку системи автоматизації технології організації вагонопотоків.

Автоматизована технологія, яку необхідно розробити повинна надати змогу вирішувати задачу раціональної організації вагонопотоків комплексно, прискорюючи просування вагонопотоків і покращуючи показники використання як технічних станцій, так і ділянок їх взаємодії. А також покращити експлуатаційні показники роботи залізниць, прискорити терміни доставки вантажів, що вплине на конкурентоспроможність залізниць в позитивному плані та приверне більшу кількість вантажовласників, що, в свою чергу, призведе до збільшення доходів для залізничного транспорту.

ПЕРЕВЕЗЕННЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Л.І. Рибальченко, старший викладач, М.В. Додільний, магістр, Український державний університет залізничного транспорту

Транспорт є одним з основних складових функціонування держави. Транспорт - важливий фактор в економічній інтеграції між країнами, а також в міжнародній торгівлі. Його роль важлива як для внутрішніх перевезень вантажів і пасажирів так і для зовнішніх. Для підвищення зростання торгово-економічного співробітництва між Україною та зарубіжними країнами, необхідним є розвиток взаємовигідних відносин в області перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

Важливою складовою зовнішніх умов розвитку міжнародного співробітництва на перспективу є вирішення питання формування єдиної транспортної інфраструктури з іншими країнами, а також подальший розвиток міжнародних транспортних коридорів. При цьому, разом зі зростанням попиту на транспортне обслуговування буде спостерігатися підвищення вимог до його якісних характеристик.

Для виконання цих вимог необхідно досліджувати процес перевезень вантажів у міжнародному сполученні та виявляти недоліки в існуючих технологіях. Як об'єкти дослідження можуть бути завдання, пов'язані з: організацією роботи міждержавних передавальних станцій (наприклад, як одна зі складових роботи-класифікація митних операцій і методика розрахунку часу їх виконання), організацією роботи контейнерних терміналів, формуванням маршрутних поїздів, підвищенням пропускної спроможності, швидкості та ритмічності доставки для приваблення транзитних вантажів через територію України.

При аналізі статистики виявлено, що основна затримка вантажу на шляху проходження відбувається в пунктах їх перевалки - в портах і на міждержавних передавальних станціях, в тому числі при взаємодії з митними органами. У зв'язку з цим, актуальними є завдання, пов'язані з прогнозуванням надходження вагонів на технічні станції на основі нових методів з використанням обчислювальної техніки для швидкості отримання результату і швидкого реагування на зміни оперативної обстановки.

Результат вирішення завдань повинен забезпечити поліпшення якості перевезень, підвищити швидкість доставки зовнішньоторговельних вантажів, поліпшити якість роботи з клієнтами, виключити втрату даних, оперативно отримувати необхідні звіти в необхідній формі та привести до скорочення обігу вантажного вагона.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З МІСЦЬ НАВАНТАЖЕННЯ

*Л.І. Рибальченко, старший викладач, О.В Друг, магістр, Український
державний університет залізничного транспорту*

У зв'язку з проведенням реформ в залізничній галузі виникає багато питань, пов'язаних з удосконаленням всієї експлуатаційної роботи. Одним з таких питань є раціональна і економічно ефективна організація вагонопотоків, включаючи одну з найважливіших її складових - організацію відправницької маршрутизації.

Маршрутизація перевезень - найбільш ефективний метод організації перевізного процесу, завдяки чому забезпечується прискорення обороту вагона, зменшення обсягу переробки вагонів на технічних станціях, скорочення термінів доставки вантажів.

Зростання перевезень вантажів маршрутами, підвищення транзитності вагонопотоків сприяють поліпшенню використання транспортних засобів, провізних і пропускних спроможностей ліній і переробних спроможностей станцій і вузлів.

Підвищення ефективності маршрутизації в значній мірі залежить від технології організації маршрутів. Підготовка маршруту являє собою складний комплексний процес, який вимагає чіткої продуманої системи організації роботи, що відбиває порядок забезпечення порожніми вагонами, їх підготовки і подачі, технологію навантаження і формування маршруту, оформлення документів та ін.

План маршрутизації перевезень розробляють одночасно з планом формування на технічних станціях на рік. Кожні півроку його коректують. В оперативній обстановці це можна робити згідно з місячними планами навантаження. План організації маршрутів з місць навантаження складають, враховуючи колійний розвиток під'їзних колій і станцій їх примикання, технічне оснащення фронтів навантаження, вивантаження і складських ємностей і використовуючи технологічні норми простою вагонів під різними операціями на під'їзних коліях і станціях їх примикання, масу і довжину складів поїздів.

Для всебічного обґрунтування нових підходів до маршрутизації, що відповідають ринковим відносинам, необхідний критичний огляд і аналіз існуючих різних форм маршрутизації і можливостей їх застосування з урахуванням економічних принципів у відносинах залізниць з вантажовласниками та власниками рухомого складу. Все це повинно лягти в основу автоматизованої системи, призначенням якої має бути визначення оптимального плану маршрутизації вагонопотоків з урахуванням всіх впливаючих факторів за короткий термін та його коректування в оперативній обстановці. Отже, розробка такої системи на даний час є актуальною.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ ПРОЦЕСОМ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Л.І. Рибальченко, старший викладач, П.О. Звоцик, магістр, Український державний університет залізничного транспорту

В умовах реформування залізничного транспорту України постають нові вимоги до процесу управління перевезеннями, до яких також входить організація транспортного обслуговування. Своєчасна та якісна доставка вантажів є основною вимогою вантажовласників в умовах діючої ринкової економіки. Проте, на жаль, ще мають місце порушення термінів доставки при перевезенні контейнерними, вагонними, маршрутними та груповими відправками. Отже, на даний час актуальним є виявлення та усунення недоліків в процесі організації вантажних перевезень.

Створення диспетчерських центрів та використання інформаційних технологій на залізничному транспорті створили передумови для оптимізації оперативного управління перевізним процесом. Реалізація цих можливостей необхідна для більш повного задоволення ринкового попиту на перевезення, підвищення ефективності роботи залізничного транспорту, успішної конкуренції на ринку залізничних перевезень і з іншими видами транспорту. Існуючі технології та автоматизовані системи в управлінні процесами перевезення вантажів у значній мірі є системами збору інформації з послідовною обробкою даних та складанням фінансових документів, звітів про виконану роботу і не можуть бути використані для оперативного контролю термінів подачі вагонів для виконання навантаження або вивантаження, доставки вантажів.

Реальна експлуатаційна обстановка відрізняється від нормативних умов тим, що їх розроблюють на тривалий період плану формування і графіка руху поїздів (адже вони складаються на рік вперед), технологічних процесів роботи станцій, а виникаючі при цьому труднощі можуть посилюватися нераціонально прийнятими рішеннями оперативного персоналу. Значний час у роботі диспетчерів займає фіксація минулих подій, або тих, що відбуваються в даний момент часу та управління якими вже не має місця.

Затримки у виконанні доставки вантажів виникають в результаті багатьох причин: несвоєчасного надходження місцевих вагонів на станцію, затримок під навантаженням та вивантаженням, простоїв на станціях в очікуванні подачі під навантаження або вивантаження, очікування відправлення, перевищення пропускну здатності ділянок запланованими поїздопотоками, внаслідок чого, надходять вагонопотоки, які перевищують переробну спроможність сортувальних станцій, тому складів формується більше, ніж можливо своєчасно забезпечити локомотивами і локомотивними бригадами.

Нові умови роботи диспетчерського апарату в період розвитку диспетчерських центрів вимагають створення нових принципів і технологій оперативного управління перевезеннями, які забезпечують підтримку оптимальних умов роботи з досягненням високих кількісних і якісних показників.

ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Л.І. Рибальченко, старший викладач, Ю.В. Уріна, магістр, Український державний університет залізничного транспорту

У всі часи була необхідність доставити продукцію від місця виробництва до місця переробки і далі - до кінцевого споживача. Зараз транспортна галузь є однією з найбільш найважливіших - без неї не може обійтися жодна ланка в економічних процесах. Однак і транспорт зараз переживає не найкращі часи. На даний час пасажирські перевезення на залізницях України є збитковими. Збитки від перевезень приблизно вдвічі більші за доходи від них. При цьому покриття збитків здійснюється за рахунок прибутку від вантажних перевезень.

Протягом кількох років в Україні експлуатуються швидкісні пасажирські поїзди типу «Інтерсіті+» та «Інтерсіті» - найбільш перспективний рухомий склад в умовах розвитку швидкісних пасажирських перевезень, які вимагають багато більшої уваги, особливо в питанні організації експлуатації. Забезпечення оптимальної системи курсування цих поїздів дозволить знизити експлуатаційні витрати на їх експлуатацію.

Сучасний ринок пасажирських транспортних послуг потребує значної швидкості руху, оскільки пасажери бажають подорожувати в межах України не більш як 6 годин з комфортом та низькою вартістю поїздки. Зараз сучасні залізничні швидкісні перевезення відповідають таким вимогам не на всіх напрямках руху, адже значним недоліком є стан залізничної інфраструктури, яка у більшості не призначена для курсування поїздів зі швидкостями 200 км/год., а її реконструкція потребує значних коштів.

У багатьох країнах світу високошвидкісний рух за тривалий час уже довів свою економічну ефективність. В Україні це питання обговорюється, але так і не визначена доцільність його впровадження, оскільки потребують удосконалення існуючі методики розрахунку перспективної мобільності населення України з урахуванням транзиту, кількості пасажирів, які будуть користуватися високошвидкісним рухом, оптимальних зон курсування вказаних поїздів, оптимальних маршрутів прямування високошвидкісних та швидкісних поїздів. Тому актуальним завданням сьогодення є розробка наукових підходів і практичних рекомендацій щодо визначення напрямків прямування пасажирських поїздів в умовах швидкісного руху.

Для реалізації розробки нових підходів насамперед необхідно провести аналіз статистичних даних виконання пасажирських перевезень залізницями та провести аналіз існуючих підходів щодо організації швидкісних пасажирських перевезень та визначити їх недоліки. На наступному етапі досліджень необхідним є знаходження нових та удосконалення існуючих систем та технологій роботи залізничного транспорту.

**ПРОБЛЕМА ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ АВТОТРАНСПОРТА НА
ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ (УЧАСТОК
УЛ. ГЕОРГИЕВСКАЯ, УЛ. УНИВЕРСИТЕТСКАЯ)**

*В.А.Сенатосенко, старший преподаватель, ГВУЗ «Приазовский
государственный технический университет»*

Высокие темпы роста объемов движения транспортных потоков привели к несоответствию пропускной способности автомобильных дорог и объемов движения в городе Мариуполь. Последствия насыщения автомобилями проявляются в трудности организации парковок и, как следствие, к увеличению заторов на дорогах, снижению скорости движения и уменьшению пропускной способности улично-дорожной сети (УДС).

Стоянки автомобильного транспорта являются необходимым элементом транспортной инфраструктуры города. Их количество, удобство расположения и уровень комфорта непосредственно влияют на экономическую эффективность не только конкретных торговых учреждений, но и городских поселений в целом в данном случае возле суда и учебных заведений. С ростом автомобилизации потребность в автомобильных стоянках, особенно в центральной части городов, будет возрастать.

Ситуация с обеспечением стоянками автомобилей в городе Мариуполь является острой проблемой, как и для всех городов Украины. Требования к устройству стоянок в Украине изложены в ДБН 360 - 92 **. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», ДБН В.2.3-5-2001. «Улицы и дороги населенных пунктов».

Проектируемая стоянка будет обслуживать учебные организации, и административные организации в центре города. Участок УДС от улицы Университетской до улицы Георгиевской будет предусматривать до 20 парковочных мест.

Целью проекта было изучение проблем, связанных с повышением эффективности функционирования автомобильных парковок в Мариуполе и выработка соответствующих рекомендаций. Следует выделить, что данная проблема решается только комплексно, она не может быть решена одним человеком, это должно быть взаимодействие власти, общества и автовладельцев. Для решения этого вопроса мной был предложен план мероприятий, представляющий собой четкий алгоритм действий, который ведет к конкретному, реальному результату.

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙНИХ ВОГНЕТРИВКИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

*Д.М. Степанчиков, доцент., О.С. Скрипченко, студент,
Херсонський національний технічний університет*

Відомо, що відпрацьовані гази транспортних енергетичних установок, які перетворюють енергію згоряння палива (двигунів внутрішнього згоряння, газотурбінних двигунів, твердопаливних котлів) містять тверді частинки палива, що не повністю згоріли. Такі частинки можуть догорати у газоході, осаджуватися на стінках газоходу, вилітати у вигляді іскор назовні. Це приводить до підвищеного виділення тепла у газоходах, ерозії та швидкого зносу стінок газоходу (прогоряння), зниження потужності енергетичної установки, можливості потрапляння чадних газів у житлові приміщення, забруднення атмосфери, пожежної безпеки.

Для зниження пожежної безпеки, крім активних засобів попередження та захисту, у конструкції газоходу повинен використовуватися пасивний захист, який унеможливорює виникнення і розвиток пожежі. Перспективними у цьому сенсі є захисні покриття на основі композиційних матеріалів. Такі матеріали відзначаються доброю технологічністю при нанесенні на деталі зі складним профілем поверхні. Ефективним методом зниження горючості композиційних матеріалів є використання сповільнювачів горіння, які впливають на процеси структурування полімеру при дії на нього підвищених температур. Застосування з'єднань, які каталізують піролітичні процеси, також забезпечує зниження забруднення навколишнього середовища. До таких з'єднань для епоксидних смол відносяться сповільнювачі горіння (наповнювачі), що містять фосфор і одночасно з впливом на процеси при піролізі та горінні, змінюють технологічні та експлуатаційні властивості композитів [1].

На сьогодні проблема створення композиційних матеріалів і захисних покриттів на їх основі, які б відзначались підвищеними показниками комплексу експлуатаційних характеристик є актуальною. У цьому плані корисною є оптимізація складу інгредієнтів композиційного матеріалу (епоксидна матриця + твердник + наповнювач), оскільки вміст та тип наповнювача суттєво змінює характеристики композиційного матеріалу. Для такої оптимізації передбачається застосування алгоритмів нечіткої логіки.

Для розв'язку поставленої задачі застосовується один з методів скаляризації векторних оцінок – метод відбору через упорядкування об'єктів за зразком. Під зразком розуміємо клас об'єктів, який характеризуємо узагальненою ціллю $h = (c_1, \dots, c_j, \dots, c_n)$. У якості параметрів c_j можна обрати максимальні значення експериментальних фізико-механічних та теплофізичних параметрів (кисневий індекс, руйнуюче напруження, ударна в'язкість, твердість за Бринелем, теплостійкість за Віка) і мінімальні значення параметрів (втрати маси при підпалюванні, температура початку деструкції).

В результаті для кожного типу пластифікатору, наповнювача та їх комбінацій отримаємо матриці виду [2]:

$$R = \left(\begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline q_1 & \delta y_{11} & \delta y_{12} & \dots & \delta y_{1n} \\ q_2 & \delta y_{21} & \delta y_{22} & \dots & \delta y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_m & \delta y_{m1} & \delta y_{m2} & \dots & \delta y_{mn} \end{array} \right)$$

де q_i – масове число пластифікатору, або наповнювача, або матеріал з певною комбінацією пластифікатору і наповнювача; Π_i – фізико-механічні та теплофізичні параметри, δy_{ij} – відносне відхилення j -ї ознаки від цілі:

$$\delta y_{ij} = \begin{cases} \frac{|y_{ij} - c_j|}{y_{j,\max} - c_j}; & y_{ij} > c_j; \\ \frac{|y_{ij} - c_j|}{c_j - y_{j,\max}}; & y_{ij} < c_j. \end{cases}$$

де i – номер строки, j – номер стовпчика у матриці.

При теоретичному аналізі використовуються узагальнюючі багатокритеріальні функції корисності [2]: адитивна згортка, степенева мультиплікативна згортка, критерії Севіджа, Вальда, Лапласа, Гурвиця. Для остаточного висновку відносно оптимальної масової частки того чи іншого наповнювача необхідно врахувати співпадіння по різних узагальнюючих функціях.

Література

1. Букетов А.В. Епоксидні нанокompозити: монографія / А.В. Букетов, О.О. Сапронов, В.Л. Алексенко. – Херсон: ХДМА, 2015. – 184 с.
2. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив. – СПб.: Изд-во “Лань”, 2009. – 272 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Е.А. Украинский, ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Экономический кризис и дефицит энергоресурсов оказывают непосредственное влияние на динамику развития транспортной отрасли в целом и отдельных ее систем. К транспортным системам, которые наиболее остро реагируют на влияние этих негативных факторов, относятся системы городского общественного транспорта.

Основной целью функционирования систем городского общественного транспорта является наиболее полное удовлетворение нужд населения города в пассажирских перевозках с минимизацией интегральной целевой функции, включающей в себя параметры времени, финансовых затрат населения, энергозатрат, «нагрузки» на экосистему города. Развитие расматриваемых транспортных систем возможно по двум направлениям: инерционному или инновационному. Причем инновационное направление приносит максимальный эффект и связано с применением современных транспортных, логистических и инфокоммуникационных технологий, развитием новых форм организации транспортного процесса и взаимодействия между видами городского общественного транспорта.

Основными направлениями инноваций в сфере городского общественного транспорта в настоящее время являются: 1) построение управляющих информационно-навигационных систем на базе спутниковых технологий; 2) развитие системы электронного контроля оплаты проезда; 3) реализацию энергосберегающих технологий на транспорте; 4) внедрение интеллектуальных транспортных систем.

Анализ проблематики отечественных систем городского общественного транспорта и исследование зарубежных инновационных решений позволяет выявить наиболее перспективные из них, которые могут быть адаптированы в наших условиях:

- использование GPS-передатчиков для контроля местонахождения подвижного состава и оперативного диспетчерского управления;
- высокотехнологичные подвижной состав, использующий различные источники топлива в зависимости от условий движения;
- эксплуатация троллейбусов на литий-ионных аккумуляторах;
- использование «экобусов» (гибридных автобусов);
- установка в салонах воздушных тепловых завес для экономии энергии или топлива;
- использование энергосберегающих приборов освещения на подвижном составе.

Базовым методом реализации вышеописанных инновационных энергоэффективных решений является системный подход, а в качестве механизма реализации может применяться методический аппарат «городской логистики». Подобная «связка» метода и механизма реализации позволит получить максимальный синергетический эффект.

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Н.Ю. Шраменко, професор, Харківський національний технічний
університет сільського господарства ім. П.Василенка*

В результаті аналізу технології функціонування транспортно-складських комплексів, виявлено особливості та фактори, що впливають на їх ефективність, визначено проблеми, що перешкоджають розвитку термінальних систем. Серед пріоритетних напрямків удосконалення процесу обробки дрібних партій вантажів на терміналах більшість дослідників виділяють, перш за все, наступні:

- розробка загальної методології та моделей функціонування середніх систем, без яких немає закінченої теорії процесу систем нижнього рівня;
- формування раціональних технологій функціонування транспортно-складських систем з урахуванням ресурсозбереження;
- визначення раціональної кількості ресурсів при функціонуванні систем різних рівнів на основі використання принципів логістики.

В результаті дослідження запропоновано критерій ефективності функціонування вантажного термінального комплексу, орієнтований на логістичні потреби системи та заснований на зниженні сумарних витрат на обробку вантажу. Оскільки вхідний вантажопотік різномірний і носить випадковий характер, то необхідний пошук раціональної кількості виробничих ресурсів, орієнтованої на умови невизначеності.

Запропонована математична модель оптимізації виробничих ресурсів вантажного терміналу, яка передбачає мінімізацію витрат, пов'язаних з обробкою вантажу на терміналі, та дозволяє здійснювати вибір ресурсозберігаючої технології вантажного терміналу при змінному попиті на обробку вантажів з урахуванням наявних резервів і технічного оснащення терміналу та з урахуванням інтересів вантажовласників і перевізників.

Застосування даної моделі дозволяє здійснювати оперативне планування та корегування існуючої технології при змінному попиті на обробку вантажів для економії транспортно-складських та трудових ресурсів, зменшити час прийняття управлінських рішень при організації процесу обробки вантажів на терміналі та підвищити якість обслуговування вантажовласників.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

Зміст

| | |
|--|------------|
| РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ..... | 142 |
| Е.Ю. Балалаева, доцент, О.А. Тузенко, доцент, В.В. Кухарь, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 142 |
| ДЕКОМПОЗИЦИЯ БАЗ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ..... | 144 |
| А.А. Деев, студент, Е.И. Кобыш, ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 144 |
| НАСТРОЙКА НЕЧЁТКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ..... | 145 |
| Д.С. Здраздас, студент, Е.И. Кобыш, ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 145 |
| СИСТЕМА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ГРУППЫ ДОМЕННЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ | 146 |
| Е.И. Кобыш, ассистент, А.И. Симкин, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» | 146 |
| ЗМІШУВАННЯ ПАЛИВНИХ ГАЗІВ У МЕТАЛУРГІЇ | 148 |
| В.П. Кравченко, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»..... | 148 |
| ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ | 150 |
| Р.А. Крикун, студент, Д.П. Ніколаєв, студент, В.С. Бовкунович, старший викладач, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 150 |
| ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОГЛИБЛЕННЯ НАФТОВИХ СВЕРДЛОВИН..... | 152 |
| Т.О. Телишева, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» | 152 |
| ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПО ПЕРЕХОДНЫМ ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ..... | 154 |
| В.В. Чори, студент, В.Д. Павленко, профессор, Одесский национальный политехнический университет | 154 |

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

| | |
|---|------------|
| ІНФОРМАЦІЙНА ДОПОМІЖНА СИСТЕМА ПРАЦІВНИКАМ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ У НАДАННІ КРЕДИТНИХ РЕСУРСІВ | 156 |
| М.І. Шпинковська, к.т.н., доцент, Ю.С. Смельський, бакалавр, Одеський національний політехнічний університет | 156 |
| ПРЕДСТАВЛЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖИ ЗАСОБАМИ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ | 157 |
| О.А. Шпинковський, доцент, А.А. Балац, бакалавр, Одеський національний політехнічний університет | 157 |
| РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПОШУК КОРИСТУВАЧІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ | 158 |
| О.А. Шпинковський, доцент, В.М. Ус, магістр, Одеський національний політехнічний університет | 158 |
| ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДОНОРІВ КРОВІ | 159 |
| О.А. Шпинковський, доцент, А.В. Цибулько, бакалавр, Одеський національний політехнічний університет | 159 |

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И
СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ХОЛОДНОГНУТЫХ
ПРОФИЛЕЙ**

*Е.Ю. Балалаева, доцент, О.А. Тузенко, доцент, В.В. Кухарь, профессор,
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*

Одним из главных направлений в решении задач по экономии металла, снижению удельной металлоемкости металлоконструкций, трудоемкости изготовления и повышения эффективности при их монтаже и эксплуатации является широкое использование высокоэкономичных гнутых профилей во всех отраслях промышленности.

Гнутые профили общего и специального назначения (гофрированные, замкнутые сварные, перфорированные и др.) применяют при изготовлении перекрытий, кровельных покрытий, несущих балок, стен, перегородок, оконных переплетов и др. строительных конструкций.

Рациональное использование облегченных гнутых профилей, как правило, наряду с обеспечением снижения норм расхода металла, сокращает или полностью устраняет трудовые затраты на сварку сборки и монтаж.

Одной из важнейших задач при разработке новых конструкций холодногнутых профилей является снижение расхода металла без уменьшения прочности конструкций. Этого можно достичь путем уменьшения толщины листа, из которого изготавливают профиль, использования более мягкого металла и т.п. При этом для достижения требуемых прочностных характеристик оптимизируемого профиля необходима накатка дополнительных ребер жесткости.

Целесообразным является разработка математической модели и программного обеспечения для решения задачи оптимизации, которая позволяет:

- определить основные геометрические характеристики конструкции профиля, а также прочностные и пластические свойства металла профиля;
- оптимизировать базовую конструкцию профиля за счет накатки дополнительных ребер жесткости с целью снижения материалоемкости профиля при сохранении его прочностных характеристик.

При гибке холодногнутых профилей необходимо учитывать такие приемо-сдаточные характеристики, как внутренний радиус изгиба профиля, исходная толщина заготовки, ширина подгибаемого элемента, момент сопротивления профиля стандартного и оцениваемого, сопротивление металла деформации для стандартного профиля.

Для оценки показателя прочности гнутого профиля зачастую применяют методику, учитывающую временное сопротивление разрыву, площа-

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

ди поперечного сечения мест изгиба и плоских элементов базового и оцениваемого профилей, определение которых требует проведения дополнительных экспериментов и значительных затрат времени.

Для решения данной задачи целесообразно применять метод Монте-Карло, позволяющий определять влияние вариаций входных параметров на вариацию выходного параметра, в качестве которого выступает относительный показатель прочности $\Pi_{\text{проф}}$:

$$\Pi_{\text{проф}} = W_{\text{проф}} \cdot \sigma_{\text{проф}} / W_{\text{баз}} \cdot \sigma_{\text{баз}},$$

где $W_{\text{баз}}$, $W_{\text{проф}}$ – момент сопротивления профиля соответственно стандартного и оцениваемого усовершенствованного, рассчитываемы по стандартной методике;

$\sigma_{\text{баз}}$, $\sigma_{\text{проф}}$ – сопротивление металла деформации соответственно стандартного и оцениваемого профилей.

На основе предложенной математической модели разработано программное обеспечение, позволяющее:

- задавать исходные данные технологического процесса;
- моделировать процесс гибки армирующих профилей с учетом прямо-сдаточных и энергосиловых параметров;
- рассчитывать коэффициенты вариации входных переменных и выходного параметра – показателя прочности;
- рассчитывать оптимальные геометрические размеров и формы оптимизируемого профиля с учетом дополнительных ребер жесткости;
- производить сравнительный анализ материалоемкости базового и оптимизированного профилей.

Выходные данные отображаются в виде таблиц, графических зависимостей с последующей их аппроксимацией, а также возможностью отображения сводного графика.

Производство гнутых профилей холодной прокаткой существенно расширяет технологические возможности гибки на профилегибочных станах и позволяет менять конфигурацию профиля в зависимости от технических требований, требований заказчика и геометрических изменений в исходном сырье. Разработанное программное обеспечение имеет практическую ценность с точки зрения повышения качества и снижения себестоимости производства гнутых профилей холодной прокаткой.

ДЕКОМПОЗИЦІЯ БАЗ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСАМИ

*А.А. Деев, студент, Е.И. Кобыли, ассистент, ГВУЗ «Приазовский
государственный технический университет»*

Системы нечётких баз знаний широко используются при решении различных производственных задач, в том числе, задач экономии топлива и электроэнергии на металлургических предприятиях. Нечёткая база знаний представляет собой совокупность продукционных правил, составленных по принципу «если-то». Например, «если температура «высокая», то расход топлива «низкий», где «высокая» и «низкий» - нечёткие термы, обозначающие принадлежность лингвистических переменных «температура» и «расход топлива» соответствующим нечётким множествам.

Формирование нечёткой базы знаний происходит либо на основе экспертных оценок в результате наблюдений за управляемым процессом, либо в результате применения одного из методов интеллектуального анализа данных, известного как Data Mining, при помощи которого появляется возможность поиска ассоциативных связей и формирования ассоциативных правил при анализе больших объемов экспериментальных данных. Нечёткая база знаний формируется с учётом возникновения всех возможных ситуаций. Например, таких как недостаток топлива, низкая калорийность топлива, преждевременный нагрев или недогрев объекта и т.д. Поэтому объём базы данных довольно большой при содержании в ней большого количества нечётких правил, описывающих все возможные ситуации. Следовательно, актуальным становится применение метода декомпозиции общей базы знаний на более мелкие базы знаний, каждая из которых характеризует конкретную производственную ситуацию и применяется при возникновении данной производственной ситуации. Такой подход позволяет сократить затраты времени и машинных ресурсов на настройку базы знаний и дальнейшее получение логического вывода на основе данной нечёткой базы знаний. При применении метода декомпозиции баз знаний возникает задача прогнозирования производственных ситуаций для своевременного обращения к соответствующей базе знаний. Поиск необходимой базы знаний может осуществляться, например, при помощи дерева принятия решений путем обхода дерева, вершины которого представлены конкретными производственными ситуациями, а в листья дерева находится соответствующая база знаний, полученная в результате декомпозиции общей базы знаний.

**НАСТРОЙКА НЕЧЁТКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИ-
ТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Д.С. Здроздас, студент, Е.И. Кобыли, ассистент, ГВУЗ «Приазовский
государственный технический университет»*

При решении задач идентификации особый интерес представляет лингвистическое описание идентифицируемых зависимостей. В данном случае имеет место словесная оценка значений параметров (например: «высокий», «средний», «низкий», «очень низкий» и т.д.) которая производится экспертом на основании личных наблюдений и анализа экспериментальных данных. Такой подход к задачам идентификации, моделирования, управления и прогнозирования характеризуется использованием принципов нечёткой логики, имитирующих поведение человека при оценке зависимостей и принятия решений. Именно поэтому нечеткие модели нашли широкое применение при разработке систем с элементами искусственного интеллекта.

Основными этапами нечеткого моделирования являются: фаззификация, формирование логического решения, дефаззификация.

При фаззификации происходит преобразования числового значения входной величины в нечеткое значение при помощи функций принадлежности, которые определяют степень принадлежности входной величины каждому из нечетких множеств. На этапе формирования логического решения используется нечеткая база знаний, представленная набором правил «если-то», на основании которых формируется нечёткий логический вывод. Дефаззификация – процесс, обратный фаззификации, т.е. преобразование нечёткой выходной величины в её чёткое значение.

Задача настройки нечёткой модели заключается в нахождении таких параметров функций принадлежности нечетких термов и таких весовых коэффициентов логических правил, при которых достигается минимальное расхождение между экспериментальными данными и результатами моделирования. При настройке используются методы многомерной оптимизации.

При реализации нечётких моделей управления сложными технологическими процессами возникает необходимость применения многокритериальной оптимизации, которая может быть сведена к преобразованию нескольких критериев оптимальности в один общий, либо к заданию приоритетности критериев и последовательной настройке модели в соответствии с данными критериями.

СИСТЕМА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ГРУППЫ ДОМЕННЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

*Е.И. Кобыли, ассистент, А.И. Симкин, доцент, ГВУЗ «Приазовский
государственный технический университет»*

При подготовке горячего дутья существует вероятность возникновения ситуаций, при которых процесс нагрева насадки воздухонагревателя затрудняется вследствие определённых факторов, например, недостаточное количество топлива и (или) его низкая калорийность. Подобные ситуации могут привести к недогреву насадки и, соответственно, не выполнению требований технологической карты.

Структура и параметры каждой нечёткой базы знаний обеспечивают реализацию сценария управления нагревом насадки воздухонагревателя с учётом производственной ситуации, сложившейся на текущий момент для каждого из воздухонагревателей группы. Входными параметрами нечётких баз знаний являются текущие значения температур купола и низа насадки, а также прогнозируемое значение времени, в течение которого воздухонагреватель может находиться в режиме нагрева насадки. Выбор выходного параметра нечётких баз знаний осуществляется в зависимости от вида используемого топлива. При отоплении смешанным газом выходным параметром нечёткой базы знаний является теплота сгорания газовой смеси, при отоплении доменным газом – расход доменного газа.

Настройка нечётких моделей управления нагревом насадки представляет собой задачу многомерной оптимизации, при которой выбор целевой функции целесообразно осуществлять в зависимости от текущих значений параметров газа-теплоносителя и температурного состояния насадок всех воздухонагревателей группы. В процессе управления работой блока доменных воздухонагревателей появляется возможность задания и оценки качества управления в соответствии с различными, иногда противоречащими друг другу, показателями, основными из которых являются финансовые затраты на топливо, отклонения по времени работы каждого аппарата от технологической карты (недогрев насадки в момент переключения или преждевременный нагрев насадки) и количество потерь тепла с отходящими газами. Вследствие физической разнородности указанных параметров и потенциальной возможности возникновения ситуаций, в которых данные показатели могут быть взаимоисключающими, производить настройку нечёткой модели управления нагревом насадки по аддитивному критерию, являющемуся алгебраической суммой всех перечисленных показателей, не представляется возможным. Решение данной проблемы

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

находится в области выбора метода многокритериальной оптимизации.

При использовании для отопления воздухонагревателей газовой смеси (в качестве высококалорийной добавки выбран природный газ) главный критерий оптимизации включает описывается уравнением (1):

$$R_z = C_{д.г.} F_{д.г.} + C_{п.г.} F_{п.г.} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $C_{д.г.}$, $C_{п.г.}$ - стоимость природного газа, грн./м³.

$F_{д.г.}$, $F_{п.г.}$ - суммарный расход природного газа за период нагрева насадки, м³.

В данном случае возможен вариант выбора в качестве целевой функции одного из слагаемых (1), либо приведение задачи к виду однокритериальной методом условного центра масс. При реализации данного метода необходимо последовательно решить задачи оптимизации, согласно выражениям (2) - (3):

$$R_{з.д.г.} = C_{д.г.} F_{д.г.} = f_{д.г.}(\bar{x}_{д.г.}) \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$R_{з.п.г.} = C_{п.г.} F_{п.г.} = f_{п.г.}(\bar{x}_{п.г.}) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $\bar{X}_{д.г.}$, $\bar{X}_{п.г.}$ - векторы параметров настройки: весовые коэффициенты и параметры функций принадлежности, при минимизации затрат на доменный газ и природный газ соответственно.

Координаты точки условного центра масс определяются согласно (4):

$$m_{д.г.} = \frac{R_{з.д.г.} + R_{з.п.г.}}{R_{з.д.г.}}, \quad m_{п.г.} = \frac{R_{з.д.г.} + R_{з.п.г.}}{R_{з.п.г.}}, \quad (4)$$

Результирующий вектор параметров настройки модели представлен в (5):

$$\bar{X} = \frac{m_{д.г.} \bar{X}_{д.г.} + m_{п.г.} \bar{X}_{п.г.}}{m_{д.г.} + m_{п.г.}} \quad (5)$$

Существенным преимуществом метода условного центра масс является возможность учёта чувствительности координат искомого вектора параметров к каждому из локальных критериев оптимизации. При данном подходе функционирование системы управления работы группы воздухонагревателей в составе АСУТП выплавки чугуна в доменной печи осуществляется согласно стратегии многокритериального оптимального управления

ЗМІШУВАННЯ ПАЛИВНИХ ГАЗІВ У МЕТАЛУРГІЇ

*В.П. Кравченко, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний
університет»*

На металургійних підприємствах де є декілька видів технологічних паливних газів часто виникає потреба змішувати ці гази з метою одержання суміші заданої теплотворної здатності (калорійності). Паливні гази виробляються у різних технологічних агрегатах у різній кількості, з різним початковим тиском і транспортуються по газопроводах різного діаметру. Змішування відбувається на спеціальних газозмішувальних станціях (ГЗС). Суміш повинна мати калорійність вищу за калорійність низькокалорійного виду палива і нижчу від висококалорійного. Для цього використовують багато низько калорійного палива і додають до нього певну кількість висококалорійного, щоб підтримувати задану калорійність суміші. У технологічних схемах змішування той газ, якого у суміші буде більше і калорійність якого нижча, як правило, є ведучим, а висококалорійне паливо є веденим. І тільки в окремих випадках висококалорійний газ використовують у якості ведучого.

Кожне підприємство має свої умови по кількості вироблених газів, по коливанню їх тиску та калорійності, по кількості споживання суміші газів, тощо. При значних коливаннях параметрів цих газів використовують різні способи їх стабілізації - встановлюють проміжні накопичувальні ємкості -газгольдини, газо скидні свічі, газові компресори-бустери, системи стабілізації тиску. Коли на підприємстві виникає необхідність виробляти суміш паливних газів певної калорійності, то встановлюють газозмішувальні станції.

На тих підприємствах де кількість та тиск вироблених газів відносно стабільний, змішування відбувається у ГЗС шляхом подачі веденого газу через пряме врізання його трубопроводу у трубопровід ведучого газу. Там де такої стабільності немає, гази подають спочатку на газо підвищувальні станції - бустери для підвищення тиску, а потім на змішування.

Ведучим називають той газ, який при даній теплотворній здатності суміші має значно більшу об'ємну долю у ній (суміші). Наприклад, є два паливних гази коксовий та доменний. Коксовий газ має теплотворну здатність $q_k = 4000 \text{ ккал/м}^3$, а доменний $q_d = 800 \text{ ккал/м}^3$. Задана калорійність суміші $q_c = 1200 \text{ ккал/м}^3$. Визначимо витрати доменного газу у суміші $X \text{ м}^3/\text{год}$, а коксового $Y \text{ м}^3/\text{год}$. Хай одного газу буде більше, або менше іншого у K раз, тобто хай $X = K \cdot Y$. Калорійність суміші визначається формулою:

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

$$q_c = \frac{X \cdot q_{\text{д}} + Y \cdot q_{\text{к}}}{X + Y}; \quad (1)$$

Підставимо у формулу (1) $X = K \cdot Y$ і зробимо відповідні спрощення. В результаті одержимо вираз:

$$q_c = \frac{Y \cdot (K \cdot q_{\text{д}} + q_{\text{к}})}{Y \cdot (K + 1)}; \quad (2)$$

Скоротимо Y і одержимо значення коефіцієнту співвідношення кількості газів у суміші K :

$$K = \frac{(q_{\text{к}} - q_{\text{с}})}{(q_{\text{с}} - q_{\text{д}})}; \quad (3)$$

Для нашого прикладу маємо:

$$K = \frac{4000 - 1200}{1200 - 800} = \frac{2800}{400} = 7;$$

Таким чином, доменного газу у цій суміші по об'єму буде у 7 разів більше ніж коксового, тобто ведучим буде доменний газ, а веденим коксовий. Але, якщо треба одержувати коксо-доменну суміш з калорійністю більше ніж 2500 ккал/м³, то рекомендується за ведучий брати коксовий газ.

Алгоритм формування заданої калорійності суміші двох газів з використанням формули (1) буде таким. Витрати ведучого (доменного) газу X визначаються інтенсивністю споживання суміші споживачами і тому вони автоматично не регулюються. Таким чином, для станції параметр X є незалежним. Для кожного значення витрат X в даний момент треба подати і змішати таку кількість високо калорійного газу Y , яка б забезпечувала задану калорійність суміші $q_{\text{с.з.}}$. Із формули (1), вважаючи, що калорійність суміші задана $q_{\text{с.з.}}$, знайдемо потрібні, тобто задані, витрати веденого газу $Y_{\text{з.}}$. Оскільки $X = K \cdot Y$, то використовуючи формулу (3), одержимо:

$$Y_{\text{з.}} = X \cdot \frac{(q_{\text{с.з.}} - q_{\text{д}})}{(q_{\text{к}} - q_{\text{с.з.}})}; \quad (4)$$

Співвідношення (4) і покладають в основу роботи газо змішувальних станцій.

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

*Р.А. Крижун, студент, Д.П. Ніколаєв, студент, В.С. Бовкунович, старший
викладач, Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Для живлення певних споживачів, які потребують регулювання підведеної до них напруги, використовуються широтно-імпульсні перетворювачі (ШІП) напруги. Саме тому студентам, як майбутнім спеціалістам в області електроприводу (ЕП), необхідно вивчати принципи роботи та способи керування двигунами постійного струму, а саме шляхом визначення статичних та динамічних характеристик.

Мета роботи – розробка лабораторної установки для дослідження статичних та динамічних характеристик ЕП постійного струму за допомогою ШІП.

Аналізуючи ринок ЕП постійного струму встановлено, що представлені сучасні ЕП обмежені у функціоналі візуалізації струму, напруги та швидкості ЕП, а ті що задовольняють вимогам є досить дорогими. Тому запропоновано розробити лабораторний стенд, який би надав можливість вільного доступу до системи керування та візуалізації необхідних параметрів[1].

Функціональна схема розробленої лабораторної установки, що представлена на рис. 1 складається з керуючого контролера (КК) Arduino Mega2560, інтерфейсу з оптичною розв'язкою, драйверів, інвертору, інтерфейсу датчика швидкості (ІДШ) та персонального комп'ютера (ПК).

КК реалізує симетричний або не симетричний способи керування силовими ключами, генерує ШІМ імпульси, які через драйвер з оптичною розв'язкою подаються на відповідні бази IGBT [2]. Крім цього КК збирає сигнали зворотніх зв'язків за струмом якоря, а також швидкості обертання валу двигуна для візуалізації та реалізації керування ШІП. ІДШ узгоджує рівень напруги, яку отримує від тахогенератора до рівня допустимої вхідної напруги аналогово-цифрового перетворювача КК та фільтрує його. Отримані сигнали за допомогою послідовного з'єднання з ПК візуалізуються у середовищі програмного забезпечення «LabVIEW» з наступним зберіганням та обробкою.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

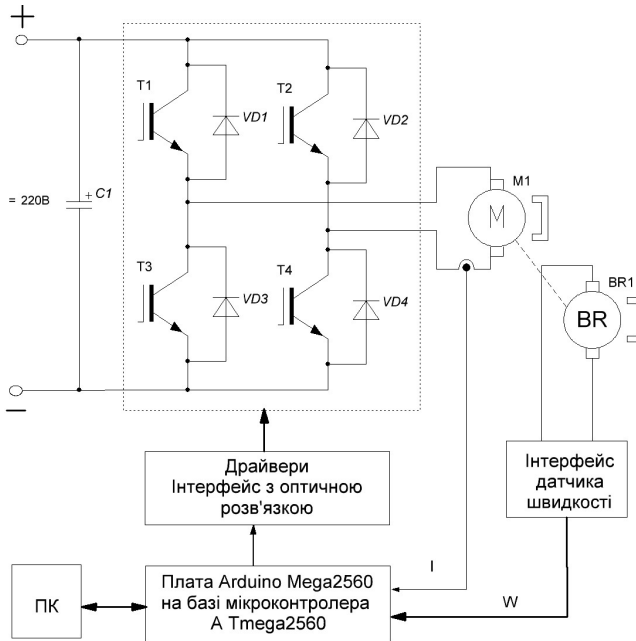


Рисунок 1 – Функціональна схема стенду

Розроблений лабораторний стенд є універсальним та дає можливість проводити широкий набір досліджень регульованого ЕП на базі двигуна постійного струму, а саме передбачає можливість зняття та візуалізації статичних та динамічних характеристик ЕП постійного струму, а також експериментальне визначення параметрів двигуна постійного струму.

Висновки. Розроблений лабораторний стенд дозволяє студентам на практиці дослідити статичні та динамічні характеристики двигуна постійного струму за допомогою широтно-імпульсного перетворювача.

Література

1. Bimal Bose Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends / Bimal Bose Knoxville, Tennessee: The University of Tennessee, 2006. 917 pages.
2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський – Либідь, 2005 — 253 С.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОГЛИБЛЕННЯ НАФТОВИХ СВЕРДЛОВИН

*Т.О. Телишева, доцент, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Загальна проблема управління поглибленням в процесі буріння свердловини постає у вигляді двох взаємопов'язаних проблем: управління повинно бути ефективним, тобто мінімізувати витрати, та оперативним. Ефективність обумовлює оптимізацію технологічного процесу і своєчасність його корегування зі зміною розбурюваних порід. Оперативність передбачає мінімізувати простоти і визначення нових оптимальних значень технологічних параметрів поглиблення при зміні властивостей породи.

Для оптимізації технологічних параметрів процесу використана модель поглиблення яка дозволяє розрахувати оптимальне значення осьового навантаження на породоруйнівний інструмент з використанням критерію мінімальної вартості метра проходки свердловини.

Для забезпечення оперативності використаний метод адаптивно-го оптимального управління поглибленням свердловин [1], який містить аналітичну складову. Метод дозволяє проводити ідентифікацію параметрів моделі та прогнозувати тривалість роботи породоруйнівного інструменту до повного зношення. Окрім того, метод містить аналітичну складову, яка передбачає експериментальне поглиблення і аналіз його результатів з метою адаптації управління до зміни породи.

Для реалізації управління за вищеописаним методом в роботах [2] наведені алгоритми, програмне забезпечення і результати практичного впровадження.

Для вдосконалення використання вищевказаного методу і забезпечення більшої оперативності і ефективності управління запропоновано інформаційно-аналітичну систему поглиблення свердловин (ІАС ПС). Мета - підвищення ефективності управління і ресурсозбереження за рахунок включення аналітичної функції безпосередньо в операційний процес інформаційної системи управління процесом поглиблення свердловин.

Умовно систему можна розділити на дві складові за основними функціями: 1) інформаційну – ведення даних про процес поглиблення нафтової свердловини, технологічної карти, даних про свердловину, про користувачів; 2) аналітичну – аналіз проходки з метою визначення параметрів математичної моделі процесу поглиблення, оптимального осьового навантаження на долото, моменту зміни пластів порід, побудова звітів.

ІАС ПС включає наступні підсистеми: аналізу параметрів процесу поглиблення нафтової свердловини; підсистему адаптерів до сховища даних; генерації звітності та підсистему адміністрування.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

З системою працюватиме два типи користувачів: адміністратор та оператор/буровий майстер. Адміністратор відповідатиме за роботу системи, управління користувачами. Оператор/буровий майстер буде використовувати систему в процесі буріння свердловини.

Основні варіанти використання для оператора/бурового майстра: моніторинг процесу поглиблення свердловини; ініціює експериментальне поглиблення для знаходження оптимального осьового навантаження на долото; ініціює поглиблення свердловини з оптимальними параметрами; ініціює спуско-підйомні роботи по заміні долота

Щодо діяльності системи в процесі поглиблення свердловини, то основні кроки такі - спочатку адміністратор вводить всю необхідну інформацію про бурову. Потім буровий майстер вводить інформацію про експериментальне поглиблення, ініціює експериментальне поглиблення свердловини для знаходження оптимального осьового навантаження; система визначає оптимальне навантаження і буровий майстер ініціює поглиблення свердловини з оптимальними параметрами. Під час поглиблення може бути декілька незапланованих ситуацій - тоді ініціюється відповідна команда управління.

Розрахунки за математичною моделлю технологічних параметрів і показників процесу поглиблення виконуються на сервері інформаційною частиною системи, клієнтська частина – веб-додаток, де клієнтом виступає оператор/буровий майстер.

Веб-додаток вирішує наступні задачі: обробляє введення користувача і повертає правильну відповідь користувачеві, обробляє виключення і дає повідомлення про помилки для користувача, містить стратегію управління транзакціями, обробляє аутентифікацію і авторизацію, реалізовує бізнес-логіку програми, спілкується зі сховищем даних і іншими зовнішніми ресурсами.

Всі задачі вирішені за допомогою трьохшарової архітектури системи. Ці шари є: шар веб-додатка - він відповідає за обробку користувацького введення і повернення правильної відповіді назад користувачеві. Також повинен обробляти виключення, що видаються іншими шарами. Тому що веб - шар є точкою входу в додаток, він повинен піклуватися про аутентифікацію. Сервісний шар виконує розмежування транзакцій і, як бізнес так і інфраструктурні функції. Сервісний шар це API додатку, який досягається за допомогою багатьох реалізованих функцій. Так цей шар є зв'язуючим для інших сторонніх бібліотек, сервісів та застосувань. Шар сховища даних нижній шар веб - додатку. Він відповідає за спілкування зі сховищем даних, їх зберіганням та обробкою.

Література

1. Адаптивная оптимизация процесса бурения скважин по показателю качества - стоимости метра проходки / Семенцов Г.Н., Когут М.Д., Тельшева Т.А. и др. // Информационный листок. - Ивано-Франковск, МГЦ НТИ. - 1987.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИКИ
СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПО ПЕРЕХОДНЫМ
ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

*В.В. Чори, студент, В.Д. Павленко, профессор, Одесский национальный
политехнический университет*

На Одесском припортовом заводе в производственном процессе, в цехе перегрузки аммиака, используются двигатели вентиляторов технологических холодильников аммиака (50 двигателей).

Местом расположения системы двигателей является открытая площадка, взрывоопасная зона второго класса..

Требуется разработать информационную технологию диагностирования текущего технического состояния электродвигателей, что позволит организовать их техническое обслуживание по фактическому состоянию, повысит надежность эксплуатации электродвигателей (ЭД), а также увеличит срок эксплуатации компонентов ЭД.

В разрабатываемой автоматизированной системе диагностирования состояний ЭД в качестве информационной модели, отражающей техническое состояние объекта контроля, используются измерения переходных тепловых характеристик различных компонентов ЭД, а именно переходные тепловые характеристики (ПТХ) переднего и заднего подшипников, а также обмотки статора. При этом один из датчиков системы мониторинга контролирует температуру окружающей среды. Таким образом, для каждого ЭД регистрируются ПТХ. Они имеют вид, показанный на рис. 1.

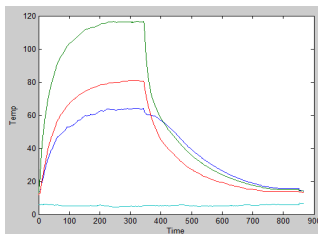


Рисунок 1 – Переходные тепловые характеристики ЭД:
зеленая – температура обмотки статора; красная – температура перед-
него подшипника; синяя – температура заднего подшипника;
голубая – температура окружающей среды

Построено систему диагностирования ЭД, способную распознавать следующие классы состояний: натяжение ремней – нормальное; натяжение ремней – повышенное.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

Предварительная обработка данных измерений: интерполирование и преобразованием данных к единому масштабу времени, вычитание из анализируемого сигнала температуры окружающей среды (для абстрагирования в проведенных экспериментах от влияния температуры окружающей среды проведено), сглаживание сигнала (устранения флуктуаций).

Для построения классификаторов использованы нейронные сети, обучающиеся по алгоритму обратного распространения ошибки.

В качестве переменных для построения пространства признаков для различных классов использованы следующие параметры: установившееся значение температуры и время, которое соответствует этому значению рис. 2.

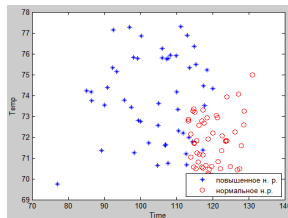


Рисунок 2 – Визуальное представление распределения объектов при установившемся значении температуры; вероятность правильного распознавания (ВПР) – 82%.

Также в качестве признаков диагностического пространства использовались коэффициенты аппроксимирующей функции, полученные методом наименьших квадратов (МНК) рис. 3.

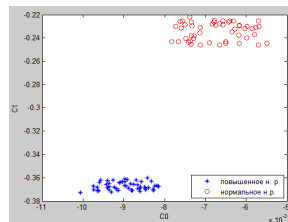


Рисунок 3 – Визуальное представление распределения объектов при коэффициентах аппроксимирующей функции; объекты распределились более обособленно; ВПР составляет 100%.

Построена система диагностирования ЭД. При неизменных значениях параметров исследуемых объектов можно получить лучшие результаты при диагностике состояния ЭД, предварительно проделав некоторые математические операции (МНК).

**ІНФОРМАЦІЙНА ДОПОМІЖНА СИСТЕМА ПРАЦІВНИКАМ
БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ У НАДАННІ КРЕДИТНИХ РЕСУРСІВ**

*М.І. Штинковська, к.т.н., доцент, Ю.С. Смельський, бакалавр, Одеський
національний політехнічний університет*

Загальною метою створення інформаційної системи будь-якої галузі діяльності людини є спрощення здійснення ресурсомістких та затратних за часом процесів. Сучасні технології дозволяють знайти рішення для багатьох подібних задач. Однією з таких задач у галузі банківської справи є задача визначення оцінки кредитоспроможності позичальника.

З метою управління кредитними ризиками банки мають проводити оцінку кредитоспроможності позичальника як на стадії прийняття рішення про доцільність видачі кредиту, так і на стадії контролю за процесом погашення відсотків і заборгованості за кредитом. У зарубіжній та вітчизняній банківській практиці кредитоспроможність позичальника завжди була і залишається одним з основних критеріїв визначення доцільності встановлення кредитних відносин з клієнтом.

Проведено аналітичний огляд існуючих систем, визначено необхідність подальшого проведення робіт у даному напрямі.

Для вирішення задачі запропоновані наступні дії:

1. Скоринговий аналіз.
2. Оцінка кредитної історії позичальника.
3. Оцінка фінансових можливостей позичальника.

На першому етапі оцінки збираються дані про позичальника та будується скорингова модель – надання критеріям позичальника певних балів. На наступному етапі оцінюється кредитна історія позичальника про наявність позик у минулому та можливість перебування у «чорних списках» банків. На третьому етапі оцінюється фінансовий стан клієнта, а саме його дохід, забезпечення та перший внесок (в залежності від терміну кредиту). Після цього приймається рішення про надання позики.

Інформаційну систему реалізовано на мові Java з використанням системи керування базами даних SQLite. Результатом роботи програми є звіти у табличному, графічному, текстовому форматах, з можливістю подальшої обробки у сучасних офісних програмах.

ПРЕДСТАВЛЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖИ ЗАСОБАМИ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

*О.А. Шпинковський, доцент, А.А. Балан, бакалавр, Одеський
національний політехнічний університет*

З розвитком технологій усе більшої популярності набувають нові види взаємодії з інформацією. Один з таких видів – доповнена реальність. Доповнена реальність (англ. augmented reality, AR) — термін, що позначає всі проекти, спрямовані на доповнення реальності будь-якими віртуальними елементами. Доповнена — складова частина змішаної реальності (англ. mixed reality), коли реальні об'єкти інтегруються у віртуальне середовище.

Найпоширеніші приклади доповненої реальності — паралельна лицьової кольорова лінія, що показує знаходження найближчого польового гравця до воріт при телетрансляції футбольних матчів, стрілки з вказівкою відстані від місця штрафного удару до воріт, намальована траєкторія шайби під час хокею тощо.

Технологію доповненої реальності можна використовувати в різних цілях — від навчання до розваг. В рамках дипломної роботи створено мобільний додаток, що дозволяє залишати повідомлення та переглядати їх за допомогою камери у режимі доповненої реальності.

Продукт представляє собою мобільний додаток для платформи IOS, що базується на існуючій соціальній мережі та є її розширенням. Додаток створено на об'єктно-орієнтованій мові програмування Swift. Він дозволяє обмінюватися повідомленнями в інтерактивному режимі за допомогою камери смартфона. Користувачі мають змогу залишати повідомлення (примітки, об'яви), що будуть закріплені за місцезнаходженням смартфона у момент відправки повідомлення, а також вибирати хто з користувачів мобільного додатку зможе їх переглянути, при умові перебування в полі зору повідомлення.

Для реалізації даної задачі використані стандартні бібліотеки та засоби мови програмування Swift та платформи IOS. У розробці важливу роль відіграло завчасне правильне проектування системи та створення інтерфейсу користувача, що дозволило краще зрозуміти поставлену задачу.

РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПОШУК КОРИСТУВАЧІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

*О.А. Штинковський, доцент, В.М. Ус, магістр, Одеський
національний політехнічний університет*

Розробка якісного алгоритму рекомендації друзів є одним із самих пріоритетних завдань майже для всіх соціальних мереж, так як реалізація такого функціоналу дозволила би залучити та втримати велику кількість нових користувачів.

На даний момент, відомо декілька алгоритмів кластеризації, які могли б задовольнити умовам задачі пошуку груп користувачів та були б нескладні у реалізації. Одним з найвідоміших є алгоритм *k-means*. Але результати цього алгоритму не завжди задовольняють початковим вимогам до самої задачі, або інформаційної системи в цілому. Потребують уваги і інші методи кластеризації, в залежності від застосування.

Метод - *Affinity Propagation* (поширення близькості) отримує на вхід матрицю схожості між елементами датасета і повертає набір міток, присвоєних цим елементам. Він має обчислювальну складність $O(N^2T)$, де N — розмір набору даних, а T — кількість ітерацій, і займає $O(N^2)$ пам'яті. Існують модифікації алгоритму для розріджених даних, але все одно *Affinity Propagation* погіршується із збільшенням розміру датасета. Це серйозний недолік. Але поширення близькості не залежить від розмірності елементів даних, що є перевагою у вирішенні поставленої задачі.

Метод *DBSCAN* (*Density-based spatial clustering of applications with noise*, щільнісний алгоритм просторової кластеризації з присутністю шуму) оперує щільністю даних. На вхід до нього поступає матриця близькості і два параметра - радіус околиці і кількість сусідів.

В ідеальному випадку *DBSCAN* може досягти складності $O(N)$, але не варто на це розраховувати. Найгірший випадок (погані дані або брутфорс-реалізація) — $O(N^2)$.

Отже, оскільки у алгоритму *DBSCAN* вже є успішне застосування для задач такого типу, то він має непогані шанси для вирішення поставленої задачі та перевагу над методом *Affinity Propagation*, за умови не застосовувати брутфорс-реалізацію. В подальшому планується випробувати роботу алгоритму *DBSCAN* для реалізації задачі рекомендованого пошуку груп користувачів на тестовій мережі.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДОНОРІВ КРОВІ

*О.А. Штинковський, доцент, А.В. Цибулько, бакалавр, Одеський
національний політехнічний університет*

Інформаційна система супроводження діяльності донорів крові – це Android додаток, за допомогою якого можна планувати дати здачі крові та її компонентів з урахуванням індивідуальних особливостей і стану здоров'я, а також дізнатися, що робити до і після здачі крові, бути в курсі останніх новин донорства в Україні, знайти найближчу станцію переливання крові по всій країні та реципієнта, якому ця кров потрібна.

Актуальною проблемою сьогодення в Україні є відсутність зручної автоматизованої системи, яка дозволяє у короткий проміжок часу знайти потрібного донора крові. Розроблювана система повинна містити:

- дані актуальних реципієнтів, донорів, центрів переливання крові;
- кабінет донора, в якому ведеться щоденник кроводач та який має спеціальну систему оповіщень, що моментально реагує, якщо в системі з'явився реципієнт зі спільними параметрами (населений пункт, група крові та тип кроводачі) і донор здатний здати кров у найближчий час.

Проведено аналітичний огляд існуючої системи – Donor.ua. Для реалізації інформаційної системи запропоновані наступні дії:

1. Збір реальних даних реципієнтів та центрів переливання крові.
2. Створення реєстрації донора для входу в спеціальний кабінет.
3. Встановлення зв'язку «донор–реципієнт».

На першому етапі збираються дані актуальних реципієнтів (діагноз, вік, населений пункт, група крові тощо) та центри переливання крові (адрес, контактні дані). Далі розроблюється кабінет для донора, який потребує попередньої реєстрації. На третьому етапі встановлюється зв'язок між донором та реципієнтом шляхом системи оповіщень.

Інформаційну систему реалізовано на мові Java під мобільний Android додаток з використанням системи керування базами даних MySQL. В якості середовища програмування була обрана Android Studio – інтегроване середовище розробки для роботи з платформою Android.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ