

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**



МАТЕРІАЛИ

***XII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ»***

ЧАСТИНА 2

**ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
2019**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Матеріали

***XII Всеукраїнської студентської науково-технічної
конференції «Сталий розвиток міст»***

ЧАСТИНА 2

**ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
2019**

УДК 061.3:378

М 34

Редакційна колегія: Сухонос М.К., д-р техн. наук, проф.; Старостіна А.Ю., канд. техн. наук; Поліщук В.М., канд. техн. наук, доц.; Ткачов В.О., канд. техн. наук, доц.; Шпіка М.І., канд. техн. наук, доц.; Щербак Я.В., д-р техн. наук, проф.; Сталінський Д.В., д-р техн. наук, проф.; Неежмаков П.І., д-р техн. наук, доц.

Матеріали XII Всеукраїнської студентської науково-технічної

М 34 конференції «Сталий розвиток міст» (84-ї студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 4-х ч. / Ч. 2. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 215 с.

Розглядаються питання розробки та впровадження технічних засобів експлуатації електротранспорту, електропостачання та освітлення міст, які підвищують їх експлуатаційну надійність.

Висвітлюються актуальні проблеми процесу очищення природніх та стічних вод, функціонування системи водопостачання та водовідведення.

УДК 061.3:378

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Сухонос М.К. – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи, голова оргкомітету;

Старостіна А.Ю. – канд. техн. наук, начальник науково-дослідної частини, заступник голови оргкомітету.

Склад оргкомітету:

Писаревський І.М. – д-р екон. наук, професор, декан факультету менеджменту;

Поліщук В.М. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету електропостачання і освітлення міст;

Мамонов К.А. – д-р екон. наук, професор, декан будівельного факультету;

Рищенко Т.Д. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету архітектури, дизайну та образотворчого мистецтва;

Соловійов О.В. – канд. екон. наук, професор, декан факультету економіки і підприємництва;

Ткачов В.О. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету інженерних мереж та екології міст;

Шпіка М.І. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету транспортних систем та технологій;

Вотінов М.А. – канд. архіт., зав. кафедри основ архітектурного проектування;

Завальний О.В. – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри міського будівництва;

Осиченко Г.О. – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри архітектури будівель і споруд та дизайну архітектурного середовища;

Шмуклер В.С. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри будівельних конструкцій;

Шипулін В.Д. – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем;

Оленіна О.Ю. – д-р мистец., професор, зав. кафедри дизайну та образотворчого мистецтва;

Ткач В.П. – д-р сільськогосп. наук, зав. кафедри лісового та садово-паркового господарства;

Сталінський Д.В. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод;

Смирний М.Ф. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри електричного транспорту;

Несажмаков П.І. – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедри світлотехніки і джерел світла;

Димченко О.В. – д-р екон. наук, професор, зав. кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування та регіонального розвитку;

Новікова М.М. – д-р екон. наук, професор, зав. кафедри менеджменту і публічного адміністрування;

Вершиніна Д.М. – голова ради молодих вчених ХНУМГ ім. О.М. Бекетова;

Федорова О.І. – студентка V курсу факультету архітектури, дизайну та образотворчого мистецтва, голова студентського Сенату;

Угоднікова О.І. – голова первинної профспілкової організації студентів.

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

3D СВІТЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Олійник А.В.

Науковий керівник – Литвиненко А.С., канд. техн. наук, доцент

Світ не стоїть на одному місці, розвиток технологій йде все далі, з'являються нові методи, матеріали та ідеї. Головне завдання сучасних технологій полягає в тому, щоб максимально удосконалити та зробити всесвіт набагато зручнішим та цікавішим для людства. На даний час дуже важко здивувати глядача та його зацікавити. На ринку існує велика конкуренція і кожне виробництво хоче презентувати товар саме найкраще.

3D світлові технології – це найсучасніші методи, які зручно, наглядно та без додаткових приладів для глядачів можуть презентувати різні відео та зображення, нікого не залишать байдужим.

Такими є:

- 3D маппінг – найсучасніший та зручний спосіб презентувати новий об'єкт, показати його геометрію та положення у просторі на нерівномірних площинах;
- «Голографічна 3D-піраміда» - це унікальний інструмент, який дозволить продемонструвати модель продукту в просторі без використання спеціальних 3D-окулярів;
- Голографічні екрани, які використовують у навчальних закладах. В рамках цього проекту лекції викладають не викладачі, а їх «голограми»;
- 3D-танець – цікавий спосіб привернути уваги глядачів та донести до них інформацію;
- 3D-друк, за допомогою якого створюються трьохвимірні деталі, які використовують у багатьох сферах життя людей.

В роботі проведено аналіз основних 3D світлових технологій, показані принципи їх реалізації, надані ілюстрації.

Таким чином, за допомогою засобів освітлення та комп'ютерних технологій можна створити корисні пристосування, що зроблять світ зручнішим та цікавішим при їх застосуванні.

ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ МІСТА ХАРКОВА

Войтов К.О.

Науковий керівник – Діденко О.М., канд. техн. наук, ст. викладач

Зовнішнє освітлення відіграє важливу роль у повсякденному житті мешканців та гостей міста. На сьогоднішні день сучасне зовнішнє освітлення розширило свої межі і вплив на людей. Крім звичної складової інженерно-транспортної інфраструктури міста, освітленню відводяться нові ролі, а саме:

1. соціальна та економічна;
2. підсилення естетичних якостей архітектури та оточуючого середовища;
3. зорове сприйняття об'єктів архітектури та дизайнерських форм;
4. створення різних фестивалів світла;
5. штучне освітлення стає більш гнучким та мобільним носієм інформації.

Зовнішнє освітлення міста Харкова можна поділити на різні напрямки освітлення: доріг, площ, паків та свекрів, архітектурне та внутришньоквартальне освітлення, які мають різні задачі.

Хотілось би звернути увагу на те що, при проектуванні або реконструкції освітлення доріг, площ, паків, свекрів та внутришньоквартального освітлення є нормативний документ для «Нормування освітлення міських територій». А при проектуванні архітектурного освітлення (ілюмінації) такі норми відсутні, є лише рекомендації щодо обрання яскравості об'єкта з урахуванням сусідніх об'єктів.

Спостерігаючи за нічним Харковом можна сказати що, в місті відсутня єдина концепція освітлення. Це обумовлено на сам перед різними виконавцями та часовими проміжками виконання цих об'єктів.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Головченко С.Ю.

Науковий керівник – Поліщук В.М., канд. техн. наук, доцент

Під час експлуатації систем зовнішнього освітлення (ЗО) виникає необхідність в регулюванні яскравості дорожнього покриття, забезпечення якості видимості на дорогах міста і економічна доцільність роботи освітлювальної установки (ОУ) в цілому. В системах ЗО м. Харкова використовують систему управління міським освітленням, основною функцією якої є телекерування технологіч-

ними об'єктами міського освітлення. Автоматичне керування відбувається за графіком. Функції оперативного керування дозволяють застосовувати ручне керування. Система дозволяє обробляти дані про стан системи живлячої мережі, комутаційної апаратури, охоронної сигналізації, інформації у приладі обліку. Дистанційне управління надає гарантію безперебійної роботи ОУ. В склад системи входять: диспетчерський вузол, сервер із мнемосхемою, пункти включення (термінали). Застосування такої системи дозволило приймати та фіксувати в базі всі дані, отримані із виконавчих пунктів в «И-710». Візуалізація стану пункту включення відбувається у вигляді розгорнутої електронної схеми або карти – мнемосхеми лінії ЗО. Така система дозволяє контролювати графіки ввімкнення, дає інформацію про ввімкнення необхідного режиму, забезпечує дистанційний облік споживання електричної енергії, загалом надає широкий спектр заходів з контролю за станом режимів роботи ОУ. Але є ще і необхідність в здатності об'єктивного обґрунтування обраних рівнів освітленості для цієї системи управління міським освітленням, наявність даних за якісними та кількісними світлотехнічними показниками та схемами освітлення вулиць. Отже враховуючи сучасні тенденції, виникає необхідність не тільки в надійності роботи освітлювальної установки, але і в її ефективності. Щоб дати оцінку ефективності системи зовнішнього освітлення необхідно враховувати фактори:

- Освітленість, яку вона створює та її відповідність до ДБН;
- Частота відмов, термін служби компонентів освітлювальної установки;
- Витрати на встановку, обслуговування та подальшу модернізацію світлоточки, які повинні контролюватися для аналізу та виявлення більш ефективних та економічних складових системи.

Поточні звіти які вели організації «Міськвітло», в тому числі і в місті Харкові, не дають об'єктивної картини. Та й більшість інформації зберігається у вигляді інвентарних карт на папері. Отже, виникла необхідність загального дослідження для обґрунтування впроваджень щодо ефективної експлуатації систем ЗО, що і пропонується в даній роботі. Аналіз проводився в м. Харкові за результатами п'ятирічних досліджень. Для повного аналізу стану та тенденцій розвитку систем ЗО було визначено: - типи світильників, які використовують на вулицях міста; - типи та довжина живлячих мереж; - системи керування ЗО; - висота підвісу світильника; - крокова відстань між опорами.

Наявність статистичних даних дають об'єктивну оцінку наскільки ефективно використання світлодіодів сьогодні в системах ЗО та наскільки суттєво скорочується енергоспоживання за рахунок раціонального управління системами. Структура вартісних показників ОУ зовнішнього освітлення складається з:

- капітальних витрат на освітлювальні мережі та джерела світла;
- капітальні витрати на системи управління та контролю;
- витрати на монтаж та обслуговування джерел світла, освітлювальних систем;
- вартість електричної енергії.

При розгляді питання щодо економічності освітлювальної установки варто пам'ятати про першочерговість її призначення – безпечність, комфортність та естетичність світлового середовища. При правильному підході до освітлення варто розглядати комфортність та економічність в комплексі з урахуванням всіх факторів. Наукові дослідження, які направлені на енергозбереження в системах зовнішнього освітлення та на підвищення якості освітлення дорожнього покриття вулиць та магістралей міста, є досить актуальними, причому значних результатів із підвищення ефективності можливо досягти тільки при комплексному розгляді даної проблеми. Як показують дослідження, є реальні можливості знизити витрати електроенергії без погіршення умов освітленості за рахунок удосконалення засобів та способів освітлення, реконструкції діючих ОУ та організації їх раціональної експлуатації. Тому постала необхідність в створенні універсальної системи для зберігання даних, при наявності якої буде відбуватись об'єктивна оперативна оцінка стану та експлуатації систем ЗО.

ОСВІТЛЕННЯ КУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧИХ ЗАКЛАДІВ

Голуб В.Б.

Науковий керівник – Баландаєва Л.Г., асистент

Помітною популярністю серед громадян користуються різнопланові оздоровчі та спортивно-оздоровчі послуги, що надаються спеціалізованими оздоровчими центрами комплексами і готелями. Такі послуги називаються рекреаційними, і сутність їх полягає в організації процесу відновлення, і звичайно, розвитку і вдосконалення сил і можливостей людини - фізичних, емоційних, адаптаційних, духовних.

Останніми роками для багатьох країн пріоритетним напрямом став розвиток енергозберігаючих технологій. Однією з найбільших

перешкод на шляху до енергозбереження є постійно зростаюче споживання електроенергії. Зростання виробничих потужностей, а також постійний розвиток міст змушують шукати шляхи для зменшення споживання електрики [1]. В Україні зростання споживання електрики значно випереджає введення нових потужностей в електроенергетиці, адже електростанції, що побудовані в основному в радянські роки, сьогодні працюють на межі своїх можливостей. І вже незабаром мова може зайти про серйозні енергетичні проблеми. Одним з найважливіших напрямів щодо зменшення вживання електроенергії, за яким пішли багато високорозвинених країн, є використання світлодіодних технологій для освітлення [1]. Збереження енергії обходиться економіці значно дешевше, ніж збільшення її виробництва. Звідси і підвищена увага вчених до дослідження світлодіодів як найбільш енергоефективних джерел світла на сьогоднішній день. Розвиток світлодіодних технологій вже сьогодні дозволив багатьом виробникам з успіхом застосовувати нові джерела світла в світлосигнальних пристроях, засобах відображення інформації, у декоративному освітленні, включаючи архітектурне і ландшафтне, у світловій рекламі, а також для освітлення вулиць і доріг [2].

1. Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд : навч. посібник / Л. А. Назаренко; В. О. Салтиков; Ю. О. Васильєва; О. М. Ляшенко; ХНАМГ . — Х. : ХНАМГ, 2013 . — 217 с. (гриф МОН України);

2. Світлодіоди: фізика, технологія виготовлення, застосування: навч. посібник / В. І. Карась; Л. А. Назаренко; І. В. Карась; ХНАМГ.-Х.: ХНАМГ, 2012. - 323 с.;

ВЕРХНЕ СВІТЛО ПРОМИСЛОВИХ ЦЕХІВ

Голубцова О.А.

Науковий керівник – Суворова К.І., канд. техн. наук, доцент

Верхнє світло (ВС) – це умовне поняття, яким користуються проектувальники і служби експлуатації заводів, коли йдеться про загальне рівномірне освітлення промислового цеху. Для об'єктів, в яких необхідний пристрій верхнього світла характерна наявність так званих вбудованих приміщень (електроприміщень, побутових, допоміжних і частини виробничих), які мають власну систему освітлення і живляться окремими лініями.

Верхнє світло призначено для створення нормованих показників освітлення приміщення цеху. Верхнє світло – це рівномірне розміщення світильників тільки у верхній зоні приміщення. Умовною робочою поверхнею може бути підлога, технологічне обладнання, що знаходиться безпосередньо в цеху, а також робочий майданчик, відмітки якого можуть мінятися уздовж лінії виробництва.

У цехах з обладнанням крана, що працюють не цілодобово або що мають монтажні і ремонтні крани, ОП кріпляться до ферм, а їх обслуговування проводиться з кранів. При цьому мостові крани і кранбалки повинні мати пристосування для безпечного обслуговування ОП.

При виборі освітлювального обладнання керуються, перш за все, класом світлового розподілу, кривої сили світла, а також конструктивними особливостями приладів.

Конструктивні особливості повинні враховувати умови експлуатації, а саме, зміст пилу, вологість, температуру навколишнього середовища.

Окрім світлотехнічного обладнання, проектувальнику необхідно підібрати відповідне електротехнічне обладнання (розетки, вилки, кабельну продукцію, щитове обладнання), а також розробити вузли установок світильників з необхідними для цього електромонтажними виробами.

У зонах з підвищеною температурою (визначається технологіями, холодильники, зонд над піччю) необхідне термостійке обладнання і кабелі.

РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОЇ РІВНОМІРНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ З ІМІТАЦІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Губенко Д.І.

Науковий керівник – Нещмаков П.І. д-р техн. наук, професор

Для створення установки з дослідження сонячних елементів перш за все потрібно врахувати контрольні параметри імітаторів сонячного випромінювання [1]. Такі як: спектральна відповідність, достатня енергетична освітленість, часова стабільність та нерівномірність створеної енергетичної освітленості. В роботі наведено розрахунки нерівномірності освітленості. Розрахунок виконувався у програмному продукті MS Excel. В основу розрахунків покладено можливість змінювати відстані від джерела випромінювання до приймача та крок сітки приймача і джерела. Виходячи з того, що геометричні розміри сонячного елемента (приймача) та спроектованого джерела, які використовуються при проектуванні установки, дорівнюють 160 мм x 160 мм, для спрощення поверхня приймача буда поділена на рівні частини з центрами перпендикулярними осі від джерела на n -кількість приймачів, де n – кількість джерел. Таким чином, змодельована сітка пред-

ставляє собою, 5 рядів по 5 точок в кожному, для якої отримуємо 25 розрахункових точок.

Для розрахунків використовувались і інші сітки (2 x 2, 3 x 3, 4 x 4). Сітка 2 x 2 і 3 x 3, не є практичною, тому що, кількість точок занадто мала і в подальшому не може бути використана через низький рівень потужності випромінювача. Сітка 4 x 4 хоча і має достатню кількість точок, але не є практичною для розрахунків, тому що не можна виділити елементарну симетричну частину. Це та частина, розрахунок якої дозволив би отримати дані для всіх інших точок методом «віддзеркалювання». Тому запропонована модель сітки 5 x 5, являється найбільш оптимальною. (Рис. 2).



Рисунок 1 – Сітка точок 5 x 5 з умовними номерами

Результати розрахунку точок 1, 2, 3, 7, 8, 13, переносять на 1 - (21; 25; 5), 2 - (6; 16; 22; 24; 20; 10; 4), 3 - (11; 23; 15), 7 - (17; 17; 9), 8 - (12; 18; 14), точка 13 – центр. Розрахунок був проведений для відстані 0,8м. Розрахунок проводився за допомогою закону обернених квадратів, для цього потрібно знайти відстань від кожного джерела світла до кожної розрахункової точки. Після цього, за формулою (1) знаходимо освітленість.

$$E = \frac{I}{r^2}; \quad (1)$$

Оскільки всі джерела будуть однієї потужності та одного випуску, силу світла приймаємо за 1. Результат розрахунків наведено на Рис. 2. Нерівномірність освітлення дорівнює 2.9 %.

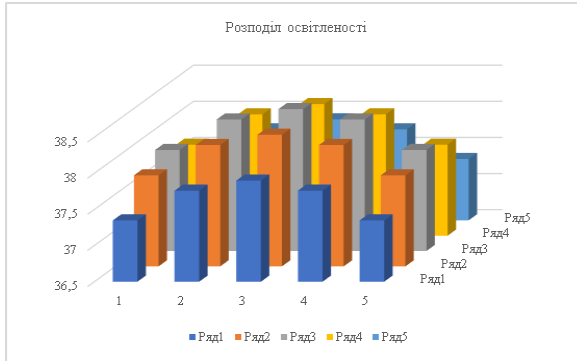


Рисунок 2 – Сітка точок 5 x 5 з умовними номерами

Висновки: описані розрахунки являються «ідеалізованою моделлю». При створенні реальної установки, слід враховувати що, на рівномірність розподілу енергетичної освітленості будуть впливати конструкція установки, зміна потужності випромінювача через концентрацію температури в центрі та інш. Виконані розрахунки дали можливість отримати оціночні результати розподілу освітленості по поверхні приймача в залежності від зміни вхідних параметрів.

Згідно з класифікацією імітаторів [1], по нерівномірності енергетичної освітленості, даний розрахунок відповідає класу В (до 5 %), що є задовільним для врахуванні при створенні реальної установки.

Перелік літературних джерел:

[1] - ДСТУ 60904-9 – Прилади фотоелектричні. Частина 9. Вимоги до характеристик імітаторів сонячного випромінювання.

СВІТЛОВЕ ОГОРОДЖЕННЯ ВИСОТНИХ ПЕРЕШКОД

Іванюк Т.М.

Науковий керівник – Суворова К.І., канд. техн. наук, доцент

Світлове огородження висотних споруд промислових підприємств, що є перешкодою для руху повітряних судів, виконують відповідно до НАС ГА України з метою забезпечення безпеки польотів в нічний час і при недостатній видимості (низька хмарність, туман, опади).

Перешкоди підрозділяють на аеродромні і лінійні. Аеродромними є перешкоди, розташовані на приаеродромній території, тобто на місцевості, що прилягає до аеродрому, над якою в повітряному прос-

торі відбувається маневрування повітряних судів. Для аеродромних перешкод світлова огорожа передбачається при будь-якій їх висоті.

До лінійних перешкод відносяться висотні споруди, розташовані зовні пріаеродромної території, в межах повітряних трас або на місцевості. Висота лінійних перешкод, на якій потрібні пристрій світлогородження, залежить від розташування цих перешкод. Перешкоди заввишки більше 100 м повинні мати світлову огорожу у всіх випадках.

Перешкоди повинні мати світлову огорожу на самій верхній частині і нижче через кожні 45 м; відстані між проміжними ярусами, як правило, повинні бути однаковими.

Для лінійних перешкод, розташованих всередині забудованих промислових районів, світлова огорожа влаштовується від верхньої крапки до висоти 45 м над середнім рівнем висоти забудови.

Загороджувальні вогні встановлюються склом вгору на висоті приблизно 1,5 м від рівня майданчика обслуговування. У будівельній частині проекту висотних споруд повинен бути передбачений доступ до пристроїв світлової огорожі (драбини, майданчики з огорожею тощо).

Світлова огорожа перешкоди відноситься за ступенем забезпечення надійності електропостачання до електроприймачів I категорії і живиться від двох незалежних джерел двома лініями. Рекомендується включати і відключати автоматично залежно від рівня природної освітленості за допомогою фотовимикачів.

ДЖЕРЕЛА СВІТЛА ДЛЯ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ

Кіндінова А.К.

Науковий керівник – Гуракова Л.Д., доцент

Актуальність

Людина з усіх боків піддається негативному впливу навколишнього середовища. Повітря теж є потенційною середою для розмноження шкідливих мікроорганізмів. Бактерицидні джерела світла допоможуть очистити і знезаразити повітряне середовище в приміщенні. Раніше подібні прилади використовувалися в суто спеціалізованих установках. У теперішній же час експлуатація бактерицидних джерел світла здійснена в домашніх умовах. Їх моделі мають модифіковану конструкцію і широкий спектр дії, розрахований на задоволення промислових і побутових потреб.

У доповіді будуть розглянуті :

1. Опис і принцип роботи бактерицидних джерел світла.
2. Види бактерицидних джерел світла .
3. Застосування бактерицидних джерел світла у різних сферах життя людини.

СВІТЛОДІОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ В ДЕТАЛЯХ

Колесник К.Є.

Науковий керівник – Діденко О.М., канд. техн. наук, ст. викладач

Світлодіодні світлові прилади мають загальні риси з традиційною світлотехнікою і в той же час відрізняються від неї. Дуже важливо розуміти ці подібності та відмінності для того, щоб коректно проводити порівняння між звичайними і світлодіодними приладами, а також для того, щоб правильно підбирати світлодіодні прилади для різних областей застосувань.

Вже було зазначено, що правильно сконструйовані світлодіодні світлові прилади за своїми експлуатаційними характеристиками і економічністю не поступаються і навіть перевершують традиційні, наприклад, люмінесцентні. Світлодіодні світлові прилади можуть встановлюватися і живитися так само просто, як і традиційні, з використанням звичайної електропроводки і кабелів. Головною відмінністю світлодіодних джерел світла від традиційних є те, що в світлодіодах застосовується зовсім інший принцип генерації світла і використовуються абсолютно інші матеріали. Менш очевидною відмінністю є те, що в світлодіодному джерелі світла стирається межа між лампою і світильником. У світлодіодній освітлювальній техніці «лампи», якими є світлодіоди, невіддільні від «світильника», а саме: корпусу, електроніки та лінзи.

Ці дві відмінності роблять дуже великий вплив на методи випробувань світлодіодних джерел світла, вимірювання їх світлового потоку, оцінку їх придатності для конкретного застосування і способи порівняльної оцінки світлодіодних і традиційних світлових приладів. Існуючі стандарти на фотометричні вимірювання не можуть бути прямо застосовані для вимірювань світлодіодних освітлювальних продуктів. Це спонукає до розвитку вказаних методів. Розуміння відмінностей між двома типами систем освітлення допоможе уникнути багатьох труднощів, пов'язаних з використанням світлодіодів. Коректна інтерпретація основних технічних характеристик світлодіодних світлових приладів допоможе правильно вибрати освітлювальний пристрій для конкретної області застосування.

ВНУТРІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ

Мазур І.О.

Науковий керівник – Баландасєва Л.Г., асистент

Внутрішнє освітлення - невід'ємна частина виробничих, навчальних, адміністративних, житлових та інших приміщень. Грамотно організована освітлювальна система підкреслює достоїнства інтер'єру, створює такий мікроклімат, в якому комфортно працювати і відпочивати.

Сучасний світ диктує нові умови, які мають на увазі під собою присутність певних предметів в інтер'єрі. Освітлення в такій справі відіграє важливу роль [1].

Грамотно спроектоване штучне освітлення сприяє створенню зорового комфорту, що перешкоджає швидкої стомлюваності очей і організму в цілому, а також дозволяє підтримувати продуктивність на високому рівні.

Якісне освітлення передбачає ретельну обробку як його природної, так і штучної складових, освітлення, що враховує не тільки практичні, але і художні та естетичні аспекти.

Зовнішній вигляд освітлення повинен надавати позитивний вплив на психо-емоційний стан людей, підвищувати працездатність.

При проектуванні ОУ необхідно також пам'ятати про економічну складову, при обслуговуванні освітлювальних установок і про витрати на установку, приділити увагу, як експлуатаційним, так і капітальним витратам.

Якість освітлення в приміщенні залежить від параметрів світла і від того, як він лягає на елементи інтер'єру.

На експлуатацію ОУ щорічно витрачаються значні матеріальні кошти і велика кількість електроенергії. Правильне спроектоване освітлення створює кількісні та якісні характеристики ОУ, значно підвищує продуктивність праці, поліпшує якість продукції і знижує її собівартість. [2].

1. Світлові прилади: навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / А.С. Литвиненко, О.Л. Черкашина ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 125 с.;

2. Васильєва Ю.О., Васильєв А. Л., Лященко Е.Н. Световой аудит: оптимизация потребления электрической энергии при освещении учебных классов // Світлотехніка та електроенергетика, 2016, № 3(47) с.20-25.

НЕДОЛІКИ КРИВОЇ ВІДНОСНОЇ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЧУТЛИВОСТІ ОКА

Морозова В.С.

Науковий керівник – Колесник А.І., асистент

Добре відомо, що крива відносної спектральної чутливості ока недооцінює сприйнятту інтенсивність світла з довжинами хвиль, що лежать на синьому краю спектра видимого світла. Протягом багатьох років було запропоновано велику кількість модифікацій кривої відносної спектральної чутливості ока, хоча жодна з них не отримала всевітнього визнання. Наприклад, корекція Джадда-Воса підлаштовує криву чутливості очі для більш точного уявлення нормальної чутливості людського ока, особливо для синього кольору. Корекція Джадда-Воса не вносить великих змін в стандартну криву відносної спектральної чутливості ока і має невеликий ефект при порівнянні традиційних джерел світла один з одним. Але корекція може мати великий ефект при вимірюванні світлового потоку, випромінюваного світлодіодними джерелами світла і при порівнянні їх з традиційними джерелами світла.

Традиційні джерела світла зазвичай випромінюють світло в широкому діапазоні довжин хвиль видимого світла. Спектр випромінювання ламп розжарення зазвичай перебиває весь діапазон довжин хвиль видимого світла. Люмінесцентні джерела світла мають спектри випромінювання з піками, що характеризуються інтенсивним випромінюванням у вузьких діапазонах довжин хвиль і меншою інтенсивністю в іншій частині спектра. Це пов'язано з наявністю спектральних ліній ртуті, яка відсутня в світлодіодах. Одноколірні світлодіоди зазвичай випромінюють світло в одному вузькому діапазоні довжин хвиль, що посилює недоліки кривої відносної спектральної чутливості ока. Наприклад, обчислене значення світлового потоку для синього світлодіода з піком на довжині хвилі близько 460 нм не враховує значну частину видимого світла, що випускається світлодіодом. Фактично недоліки кривої чутливості ока можуть привести до отримання занижених значень сприйманого світлового потоку, випромінюваного світлодіодними джерелами світла, особливо для синіх світлодіодів. Інтенсивність, що сприймається світлодіодних світлових приладів може бути більшою, а в деяких випадках - набагато більшою за ту, яка для них вказується.

ОСВІТЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТУНЕЛІВ

Орлінскас В.О.

Науковий керівник – Васильєва Ю.О., канд. техн. наук, доцент

Головні причини небезпеки автодорожніх тунелів містяться у погіршенні умов видимості через недостатню освітленість, їх задимленість і загазованість, обмеження маневреності автомобілів. Найбільш відповідальним завданням є створення таких освітлювальних установок, які дозволяють водієві швидко пристосуватися до різкої зміни від натуральної освітленості до зменшення яскравості усередині тунелю.

Поліпшити умови видимості на в'їздах у тунелі вдень можна у два способи:

- знизити яскравість з метою адаптації очей водія;
- підвищити яскравість дорожнього покриття та стін усередині тунеля.

Природно, що освітлювальні установки в європейських і американських тунелях мають вищі якісні показники, але і вартість влаштування їх та експлуатаційні витрати складають суттєві суми.

У країнах СНД та в Україні нормується мінімальна горизонтальна освітленість на рівні проїзної частини тунелю. Тому сьогодні виникла потреба у перегляді норм освітлення автодорожніх тунелів.

1. Островский М.А. Исследование отражающих свойств асфальтовых покрытий. // Светотехника, -1956.- № 1.
2. Эбербах К. Новые критерии оценки освещения улиц и туннелей // Светотехника, -1991.- № 4. с. 17 – 20.

СВІТЛОВЕ ОФОРМЛЕННЯ ТРАНЗИТНИХ ЗОН В МІСЬКІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ МЕГАПОЛІСУ

Мацегор А.В.

Науковий керівник – Ляшенко О.М., ст. викладач

Підземні переходи, тунелі, переходи між різними рекреаційними зонами міста без зовнішнього світла, мости – це транзитні зони будь-якого мегаполісу, якими щоденно користуються пішоходи, що оцінюють ступінь безпеки в темний час доби за їх світловим оформленням. Незважаючи на важливість цих зон для комфортного перебування мешканців і гостей мегаполісу, далеко не завжди вони мають хоча б функціональне утилітарне освітлення.

На сьогодні цій проблемі в передових країнах світу вже приділяється значна увага і створені багатофункціональні світлотехнічні установки для транзитних зон, в першу чергу, призначених для пішо-

ходів, які забезпечують не тільки достатню освітленість для безпечного пересування, але й створюють неповторний вигляд цих просторів.

При проектуванні цих освітлювальних установок необхідно враховувати адаптивні зорові процеси при різкій зміні характеристик середовища для запобігання ефекту засліплення під час входження і виходу з підземних та інших переходів без природного освітлення.

Таким чином, поєднання функціональності і декоративності світлового оформлення транзитних зон сучасного мегаполіса забезпечує відчуття комфорту і безпеки, а також створює неповторний вигляд в темний час доби та сприяє туристичній привабливості.

1. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура - С. – 2006. - 320 с.

2. Юнович А.Э. Светодиоды и их применение для освещения / Под редакцией Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2011. – 276 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗРЯДНИМИ ЛАМПАМИ НА ОСНОВІ НОВИХ ПРИНЦИПІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Кіндінова А.К.

Науковий керівник – Говоров П.П., д-р техн. наук, професор

Актуальність роботи обумовлена низькою ефективністю роботи освітлювальних електричних мереж міст, що в значному ступені пов'язано з недостатньою компенсацією реактивної потужності в мережах. Перетікання додаткової кількості реактивної потужності в мережах обумовлює підвищення втрат напруги та потужності в мережах та зниження ефективності роботи мереж, в цілому.

Тому, метою даної роботи є виявлення нових джерел реактивної потужності, нових місць та технічних засобів її компенсації. Завданням роботи є:

1. Аналіз стану компенсації реактивної потужності в освітлювальних мережах.

2. Дослідження реактивної потужності в освітлювальних електричних мережах з розрядними лампами.

3. Компенсація реактивної потужності в освітлювальних електричних мережах в умовах нелінійності характеристик ламп.

У роботі розглянуто стан, методи та технічні засоби компенсації реактивної потужності в міських електричних мережах та запропоновані нові принципи компенсації реактивної потужності, що базуються на роздільній компенсації реактивної потужності спотворень та зсуву.

1. Говоров Ф.П. Баланс эффективности и качества освещения / Ф.П. Говоров // Светло люкс. – 2012. - №5. – С.47-49.

2. Ф.П. Говоров, И.М. Четверикова, В.Н. Терешин, В.И. Денисенко, Говоров В.Ф. К вопросу о реактивной мощности в осветительных установках с разрядными лампами. Технічна електродинаміка.-К.: Інститут електродинаміки НАН України. 2008. – Тематичний випуск: Проблеми сучасної електротехніки, Ч.5.

3. Говоров П.П., Говоров В.П. Компенсация реактивной мощности в осветительных электрических сетях городов. Технічна електродинаміка.-К.: Інститут електродинаміки НАН України. - 2008. – Тематичний випуск: Силова електроніка та енергоефективність, Ч.3.

КЛАСИФІКАЦІЯ СВІТЛОДІОДІВ

Гопич А.Ю.

Науковий керівник – Колесник А.І., асистент

В корпусі світлодіода може знаходитися один кристал (однокристалні світлодіоди) або декілька кристалів (багатокристалні світлодіоди або матриці).

Сучасні світлодіоди можна умовно розділити на декілька основних груп за вживаною потужністю і робочому діапазоні струмів: індикаторні, надяскраві і потужні.

Індикаторні СД – компактні світлодіоди, мають відносно невелику силу світла (до 100мкд). Робочий діапазон струму біля 20 мА. Ці СД звичайно випускаються в стандартному корпусі з виводами (діаметр основи 3 або 5 мм). В основному такі світлодіоди застосовуються в оптичних індикаторах.

Надяскраві СД звичайно складаються на напівпровідникових кристалах малого і середнього розміру (від 200×200 мм до 500×500 мм) і мають високі світлові характеристики (сила світла до 10 кд, середній світловий потік в білому кольорі порядку 20-3- лм і більше). Робочий діапазон струмів від 20 до 150-200 мА. Можуть бути виконані в стандартному корпусі з виводами (діаметр основи 3,5 або 10 мм) або в корпусі для поверхневого монтажу (smd - світлодіоди). Необхідно відмітити, що надяскраві СД займають проміжне становище між індикаторними і потужними СД, і чітку границю тут визначити достатньо складно. Надяскраві СД мають широкий спектр застосування – світлова реклама, дорожні світлофори і покажчики, автомобільна світлотехніка, екрани, мобільні телефони і т.п.

Потужні СД мають найбільші розміри кристалів і найбільші значення світлової віддачі (більше 50 лм/Вт для білого кольору). Споживана потужність в номінальному режимі (струм 350 мА) складає 1Вт. Дозволяється застосування при струмах 500, 700, 1000 мА і вище. Під-

вищення робочого струму дозволяє збільшити світловий потік. Випускаються в корпусі для поверхневого монтажу (smd-корпусі). Основним застосуванням потужних світлодіодів є різноманітні освітлювальні установки.

Окремо необхідно зупинитися на світлодіодних модулях. СД модулі представляють собою складання із багатьох кристалів, з'єднаних в послідовно-паралельні ланцюги на одній платі.

СД- модулі випускаються у вигляді плат з контактами для лютування і отворами для закріплення. Вони можуть мати вбудовані драйвери живлення на платі. Основним їх застосуванням є також освітлювальне обладнання.

В останній час світлодіоди стали класифікувати і за застосуванням. Західні виробники ввели нове поняття – світлодіоди для освітлення (Lighting Class LED). Ці світлодіоди повинні задовольняти визначеним вимогам до характеристик – світловому потоку і колірній температурі. Зокрема, як декларується провідними виробниками світловий потік таких світлодіодів не повинен знижуватися більш ніж на 30% від початкового значення за 50000 годин роботи, а зміна колірної температури не повинна бути візуально помітною.

ДВОФАЗНИЙ АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР

Берестовий В.Р.

Науковий керівник – Єгоров О.Б., канд. техн. наук, доцент

Розвиток автономної енергетики характеризується ростом потреб в автономних джерелах електроенергії різної потужності, підвищенням вимог по якості електричної енергії, надійності й економічності. У зв'язку із цим, певний інтерес представляє проектування й створення автономних джерел електроенергії на основі асинхронних генераторів з конденсаторним збудженням.

Відомо, що найпростішим у конструктивному відношенні електромеханічним перетворювачем енергії є асинхронний генератор (АГ), що представляє собою асинхронну машину з короткозамкненим ротором і конденсаторами збудження. Крім того, АГ має ряд позитивних якостей: безконтактність, простота конструктивного виконання, міцність і висока надійність. В режимі АГ, ріст струму навантаження приводить до зменшення величини напруги на конденсаторах збудження, що сприяє прогресивному зменшенню ємнісної потужності здвигу, що перебуває у квадратичній залежності від напруги.

Розміщення на статорі АГ двох обмоток дозволяє при заданій напрузі генератора вибрати напругу його збудження будь-якої величини.

ни й зробити зв'язок з напругою робочої обмотки менш залежним. При цьому варто врахувати, що при використанні декількох обмоток статора АГ, з'являється можливість застосування підвищеної напруги на конденсаторах збудження й відповідного зменшення необхідної ємності конденсаторів. Крім того, при цьому доцільно здійснити з'єднання статорних обмоток за автотрансформаторною схемою, що дозволяє збільшити потужність генератора.

МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З СОНЯЧНИМИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ

Берчук І.В.

Науковий керівник – Тугай Д.В., д-р техн. наук, доцент

Зміна концепції розвитку сучасної енергетики обумовлена зростаючим інтересом до відновлюваних джерел енергії. Найбільш швидкими темпами серед малопотужних розподілених відновлюваних джерел енергії розвиваються приватні сонячні фотоелектричні станції (СЕ), що працюють як автономно, так і можуть бути інтегровані до промислової мережі, встановлена потужність яких коливається в діапазоні від декількох кіловат до сотен мегават. Доля сонячних електростанцій в загальному виробництві електроенергії України складає близько 1%, хоча відповідно до зобов'язань перед Європейською енергетичною спільнотою до 2020 року повинна сягати 7%. Не дивлячись на практичні складнощі щодо реалізації зазначених амбітних планів необхідність розвитку сонячної електроенергетики в Україні не викликає сумнівів навіть у скептиків. Окрім того, щороку простежується тенденція зростання приватних господарств, на технічних та будівельних конструкціях яких встановлюються сонячні фотомодулі. Відповідно до діючого законодавства малі сонячні електростанції встановленою потужністю до 30 кВт можуть підключатися до промислової мережі з можливістю реалізації надлишку виробленої електроенергії постачаючим енергокомпаніям за спеціальним «зеленим тарифом», що сприяє виникненню нового напрямку розвитку енергетики – «SmartGrid». Найсуттєвішою ознакою SmartGrid є наявність двоспрямованого енергетичного потоку в елементах системи електропостачання (СЕ). Функціонування SmartGrid СЕ обумовлене режимами роботи промислової мережі, відновлюваних джерел енергії і змінним графіком навантаження. В інтелектуальній СЕ з малими сонячними електростанціям, сукупність таких режимів викликає певні складнощі щодо реалізації інформаційної керуючої системи, яка б забезпечувала не тільки високу

надійність електропостачання але й підвищувала б його енергоефективність. Тому на перед проектній стадії слід приділяти увагу засобам комп'ютерного моделювання, за допомогою яких можливе дослідження роботи інтелектуальної СЕ в робочих та аварійних режимах.

Метою роботи є дослідження режимів роботи та оцінка енергоефективності локальної MicroGrid з двоспрямованим потоком енергії на основі розподілених сонячних фотоелектричних електростанцій, енергоємного накопичувача електроенергії і пристроїв силової фільтрації за допомогою імітаційного моделювання в програмному середовищі Matlab/Simulink/SymPowerSystems.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Наумов В.Ю.

Науковий керівник – Єгоров О.Б., канд. техн. наук, доцент

Об'єкти ЖКГ забезпечуються гарячою й холодною водою від мережі теплових пунктів (ТП), де виробляється підготовка води потрібного напору й температури. До одного (ТП) може приєднуватися кілька десятків будинків. Подавана вода не повинна мати менший напір, чим необхідний на самому верхньому поверсі будинку, та головними показниками водопостачання є напір і сумарна витрата, що залежать від водоспоживання жителями приєднаних будинків. Витрати води є змінними у часі з ранковими й вечірніми максимумами й нічним мінімумом.

Для того, щоб забезпечити максимальний ККД насосної частини агрегатів, необхідно плавно проводити регулювання частоти обертання ротора асинхронного двигуна. Частотно-регульовані джерела живлення дозволяють проводити це регулювання зі збереженням високих енергетичних показників двигунів. Очевидно, що при перевищенні тиску води на верхніх поверхах будинку, на нижні він може виявитися неприпустимо високим. Застосування частотно-регульованих насосних агрегатів, дозволяє знижувати тиск води на нижніх поверхах будинків при мінімальних рівнях споживання (нічні години).

Зайві витрати енергоресурсів, викликані добовим коливанням водоспоживання, можуть бути ліквідовані за допомогою регульованого електропривода, що є його головним призначенням. Насоси з підвищеною потужністю можна, які встановлюють для забезпечення пікових навантажень споживання води, можна замінити на насоси мен-

шої потужності й знизити витрати на установку частотно-регульованого привода й насосних агрегатів.

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ БАТАРЕЙ

Перепелиця А.С.

Науковий керівник – Тугай Д.В., д-р. техн. наук, доцент

Фізичний спосіб перетворення сонячної енергії в електричну, що називається зовнішнім фотоелектром, відомий ще з середини XVIII століття. Але перші фотоелектричні перетворювачі для загальнопромислового використання були розроблені спеціалістами американської компанії Bell Laboratories тільки у 1954 році, а історія їх використання пов'язана з розвитком космічної галузі. На сьогодні сонячні фотоелектричні станції, виконані на основі стаціонарних сонячних панелей, займають дуже широкий сектор в електроенергетиці багатьох країн світу. Питома потужність потоку сонячної радіації на вході в атмосферу Землі складає приблизно 1366 Вт/м^2 , її розподіл по земній поверхні досить нерівномірний і залежить від багатьох природних чинників. Для кліматичної зони, в якій знаходиться Україна, максимальна питома потужність сонячного випромінювання, характерна для безхмарного липневого дня, може складати 1 кВт/м^2 . Не дивлячись на такі оптимістичні цифри, технічні можливості існуючих фотоелектричних перетворювачів не дозволяють виробити навіть половини цієї енергії, в наслідок дуже низького коефіцієнта корисної дії (ККД) (9–24%). Цей негативний чинник призводить до надлишкового використання земних ресурсів для будівництва промислових фотоелектричних станцій, обмежує вартість кВт-години «сонячної електроенергії» і в кінцевому рахунку стримує розвиток галузі. Тому актуально залишається задача підвищення ККД сонячних фотоелектричних перетворювачів, а також розвитку інших технологій для підвищення енергетичної ефективності застосування сонячних батарей в електроенергетиці.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИМЕТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РЕЖИМ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Черкашин В.П.

Науковий керівник – Охріменко В.М., канд. .техн. наук, доцент

В системах електроспоживання міст і промислових підприємств широке розповсюдження мають чотирипровідні розподільні електричні мережі. Вони дозволяють забезпечити електропостачання як трифазних так і однофазних споживачів. Зазвичай система електропостачання забезпечує виконання вимог до якості електричної енергії, зокрема вимог до симетрії фазних напруг. Міждержавним стандартом ЕО2 ГОСТ 13109-97 встановлені нормально припустимі значення коефіцієнтів несиметрії напруги за зворотною K_{2U} і нульовою K_{0U} послідовностями 2%, та гранично припустимі значення – 4%.

Слід зауважити, що розвиток промислової і комунальної енергетики характеризується зростанням числа і потужності електроустановок з несиметричним навантаженням, що погіршує роботу інших електроприймачів. В силу зростаючої питомої ваги однофазного навантаження і його випадкового характеру, ці електроприймачі порушують симетрію трифазної системи, що призводить до додаткових втрат як в системі електропостачання, так і в системі електроспоживання. Одним з актуальних є завдання аналізу несиметричного режиму як на етапі проектування розподільних чотирипровідних мереж, так і у процесі їхньої експлуатації.

При нерівномірному навантаженні за фазами мережі симетрія напруг і струмів в окремих точках порушується. Припустимо, що до

трансформатора з симетричними напругами фаз, $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$, опори фаз якого малі, підключене несиметричне навантаження з опороми $|Z_1| \neq |Z_2| \neq |Z_3|$ у фазах і опором Z_0 нульового проводу (рис. 1, а). Напруга між точками 0 і 0' визначається як падіння напруги на опорі Z_0 за допомогою формули $\dot{U}_0 = \dot{I}_0 Z_0$, звідки $\dot{I}_0 = \dot{U}_0 / Z_0 = \dot{U}_0 Y_0$.

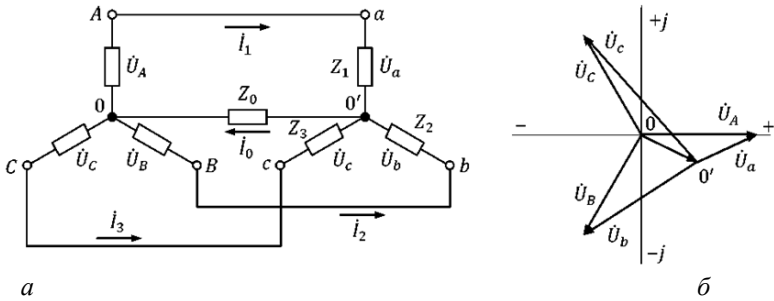


Рисунок 1 – Симетрування навантаження:

a – схема заміщення; *б* – векторна діаграма

Записавши опір через провідності фаз навантаження $Y = 1/Z$, отримаємо рівняння

$$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 - \dot{I}_0 = (\dot{U}_A - \dot{U}_0)Y_1 + (\dot{U}_B - \dot{U}_0)Y_2 + (\dot{U}_C - \dot{U}_0)Y_3 - \dot{U}_0Y_0 = 0,$$

з якого отримаємо вираз для напруги між нейтральними точками 0 і 0' схеми заміщення

$$\dot{U}_0 = \frac{\dot{U}_1Y_1 + \dot{U}_2Y_2 + \dot{U}_3Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_0} = \frac{\sum_{i=1}^3 \dot{U}_iY_i}{\sum_{i=1}^3 Y_i + Y_0}.$$

Якщо нульовий провід відсутній, тобто $Y_0 = 1/Z_0 = 1/\infty = 0$, напругу між нейтральними точками можна визначити за формулою

$$\dot{U}_0 = \frac{\sum_{i=1}^3 \dot{U}_iY_i}{\sum_{i=1}^3 Y_i}.$$

Як видно з векторної діаграми (рис. 1, б), включення несиметричного навантаження призводить до несиметрії фазних напруг на навантаженні.

Вплив несиметрії фазних напруг розглянемо на прикладі асинхронного двигуна (надалі АД). Відомо що несиметричний режим може бути проаналізовано за допомогою метода симетричних складових. Зворотна складова наводить у роторі е.р.с. подвійної частоти. Якщо врахувати що індуктивність зворотної послідовності АД в 5–7 разів менше індуктивності прямої послідовності, то незначна несиметрія напруги може призвести до значного зростання несиметрії струму. Зростання струму призводить до додаткового нагрівання обмоток. Дослідженнями встановлено, що при роботі з номінальним навантажен-

ням та при $K_{2U} = 4\%$ термін служби ізоляції тільки з причини додаткового нагрівання зменшується приблизно у 2 рази.

Погіршується також робота трифазних вентиляльних мостів (випрямлячів). З огляду на відмінності величини фазних напруг значно зростає пульсація випрямленої напруги. Окрім того, несиметрія чинить негативний вплив на систему імпульсно-фазового управління тиристорними перетворювачами.

При несиметрії напруг нерівномірно завантажуються за фазами конденсаторні батареї, внаслідок чого неможливо їх повноцінне використання. При цьому батареї збільшують несиметрію навантаження, видаючи більшу реактивну потужність в тих фазах, де вище напруга, тобто менше навантаження. Освітлення працює в ненормальних умовах, так як частина ламп функціонує зі зниженим світловим потоком, а інша частина – швидко виходить з ладу, тому що перші включені на фази зі зниженою, а другі – з підвищеною напругою.

Висновки. Несиметричні навантаження чотирипровідних електричних мереж потребують на стадії проектування проведення розрахунків несиметрії напруг і їхнього впливу на роботу електроприймачів. При експлуатації мереж з несиметричним навантаженням потрібно проводити регулярні виміри фазних напруг і, у разі потреби, застосовувати пристрої симетрування.

ЕЛЕКТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ВОДИ

Кіндінова А.К., Перхун О.Л.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Постановка завдання, аналіз останніх досягнень. Одним із зовнішніх чинників, який робить вплив на роботу електрообладнання, є вологість повітря. При температурі 20°C і нормальному атмосферному тиску 0,1 МПа в 1 м³ повітря знаходиться до 17г водяної пари. Будучи сильно полярною речовиною з низким питомим опором, проникаючи в пори ізоляції, вода істотно змінює їх електричні властивості. Цей вплив посилюється при підвищенні температури електрообладнання.

У технічній літературі застосовується різні параметри, за допомогою яких можна оцінити вологість ізоляції того або іншого електроустаткування. Проте, в нормативних документах відсутні рекомендації по застосуванню конкретних параметрів, за допомогою якого слід визначати вологість ізоляції і в яких допустимих межах вона повинна знаходитись.

Мета досліджень. Провести аналітичний огляд основних електричних параметрів води, на підставі якого вибрати параметр, що дозволяє оцінювати зміст вологи в ізоляції конкретного електроустаткування.

Основні матеріали досліджень. Одним з електричних параметрів речовини є відносна діелектрична проникність. Вода у відмінності від інших рідин має високим значенням діелектричної проникності. Для статичних електричних полів вона дорівнює 81. У той же час лід має значення – 3,25. У змінних електричних полях відносна діелектрична проникність залежить від частоти поля, зменшуючись у міру збільшення частоти. Наприклад, для частоти 10^{12} Гц значення діелектричної проникності не перевищує 4–5.

Для опису реакції води на зовнішнє електричне поле П. Дебай запропонував використати комплексну діелектричну проникність $\varepsilon(f) = \varepsilon_{\infty} (\varepsilon_0 - \varepsilon_{\infty}) / (1 + j\tau f)$, де f – частота зовнішнього поля, τ – час релаксації, $\varepsilon_{\infty} \approx 4-5$ – діелектрична проникність води при максимально високій частоті зовнішнього поля.

Цей параметр, як і відносну діелектричну проникність, можливо використати для оцінки змісту вологи в ізоляції.

Вода, що не містить домішки є діелектриком. Але у зв'язку з тим, що вода хороший розчинник, в ній практично завжди розчинені ті або інші солі. Електропровідність природних вод обумовлена в основному іонами Na^+ , K^+ , Ca^+ , Cl^- , So_4^{2-} , HCO_3^- . Присутність же інших іонів, наприклад Fe^{3+} і Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^{4-} і тому подібне не так сильно впливає на електропровідність води за умови, що ці іони не містяться у воді в значних кількостях, Величина питомої провідності води залежить від температури, характеру іонів і їх концентрації.

Звичайна дистильована вода при температурі 25°C , має питому електричну провідність близько 20 мСм/см. Питома провідність різних розчинів змінюється в широких межах. Наприклад, дощова вода має питому провідність 50 мкСм/см, побутові стічні води 0,05-1,5 мСм/см.

Використовуючи сучасний парк приладів, можна оцінити вплив вологи на значення електропровідності або значення опору ізоляції.

Не менш інформативним є параметр $\text{tg}\delta$, котрий також можливо використати для оцінки зміста вологи в ізоляції.

Висновки: 1. Діагностику ізоляції можливо проводити по зміні її електричних параметрів.

2. У технічній документації на конкретне види електричного устаткування доцільно вказувати допустимий діапазон зміни електричних параметрів залежно від вологості довкілля.

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Смолкін П.Ю.

Науковий керівник – Гаряжа В.М., доцент

З початком використання змінного електричного струму з'явилася проблема, якої не існувало при постійному струмі – це виникнення та необхідність компенсації реактивних параметрів електричних мереж.

В мережі змінного струму наявні споживачі реактивної і активної потужності. Споживачами активної потужності є електроприймачі, які перетворюють енергію електричного струму в механічну роботу (електричні двигуни), хімічні реакції (електроліз), світло (джерела світла) і тепло (нагрівальні прилади). Реактивна потужність (РП) в колі змінного струму необхідна для створення магнітного потоку в електродвигунах, трансформаторах та інших споживачах, і до того ж для подолання індуктивного опору провідників кола змінного струму. Її споживачами є: асинхронні двигуни, які споживають приблизно 65-70%; силові трансформатори – близько 20-25%; освітлювальні приймачі з газорозрядними лампами – близько 10%; електричні печі – близько 5%; лінії електропередавання та розподільні електромережі – близько 5%; зварювальні трансформатори і регулятори – приблизно 2%; перетворювальні установки – також близько 2% від всієї РП.

Обмотки генераторів мережі розраховані виходячи з умов допустимого нагрівання на певну силу струму, а механічна частина генераторів – на певну активну потужність, тому наявність в мережі реактивної потужності і, відповідно, реактивного струму I_p , призводить, з одного боку, до неповного використання обмоток генераторів по активному струму і, як наслідок, до неповного використання активної потужності генераторів, на яку вони розраховані, а з іншого – реактивна складова струму, яка протікає всіма елементами мережі від генераторів до споживачів, викликає додаткові втрати потужності, напруги та електричної енергії. Тобто, наявність реактивних параметрів в електричній мережі не є бажаною. За відсутності пристроїв, призначених для компенсації реактивної потужності її змушені виробляти генератори електростанцій.

Сучасні умови вимагають вжиття більш широких заходів стосовно компенсації РП, які є досить дієвими у вирішенні питань економії паливно-енергетичних ресурсів.

Компенсація РП забезпечує розвантаження генераторів електростанцій, і розподільних мереж та трансформаторів від реактивних

струмів, і тим самим зменшує втрати потужності, енергії і напруги в лініях і трансформаторах. Як наслідок, збільшується пропускна здатність мереж.

Поперечна компенсація застосовується для зменшення потоків РП в мережі. В цьому випадку пристрої компенсації приєднують паралельно навантаженню на шини 6-10 кВ підстанцій, що дозволяє зменшити втрату напруги і потужності у всій мережі до місця приєднання батареї конденсаторів.

Таким чином, поперечна компенсація дозволяє зменшити втрати потужності при збереженні величини переданої потужності, або підвищити передану потужність.

При поперечній компенсації рівень напруги у приймачів підвищується, але коливання напруги при зміні навантаження зберігаються, як і до компенсації. У години мінімуму навантаження системи напруга може виявитися вищою номінальної. Відхилення напруги зростає при збігу мінімуму навантаження підприємства з мінімумом навантаження системи. У таких ситуаціях необхідно вживати заходів до його зниження.

Поздовжня компенсація дозволяє зменшувати реактивний опір ліній електропередавання шляхом ввімкнення послідовно у їх розріз пристрою поздовжньої компенсації (ППК). Зменшення індуктивного опору мережі зменшує складову падіння напруги на ньому. Якщо підібрати ППК так, що $X_L = X_C$, тобто забезпечити повну компенсацію індуктивного опору, то падіння напруги буде визначатися тільки величиною активного опору лінії.

Пропускна здатність багатьох мереж (особливо сільських) найчастіше обмежується допустимим рівнем втрат напруги, і значно рідше тривало припустимим струмом нагріву проводів. Досвід експлуатації таких мереж показує, що навіть наявність зустрічного регулювання напруги на шинах живильних підстанцій (що для сільських мереж застосовується вкрай рідко) зона резервування, на якій у споживачів вдається забезпечити допустимі для післяаварійних режимів втрати напруги, охоплює невелику частину споживачів резервованій лінії.

Цю властивість поздовжньої компенсації можна використовувати для підвищення економічності електропостачання за рахунок зниження втрат потужності в мережі і надійності електропостачання за рахунок підвищення пропускної спроможності резервних зв'язків 10 кВ між підстанціями.

НАКОПИЧУВАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

Перхун О.Л.

Науковий керівник – Гаряжа В.М., доцент

В світових енергетичних системах все більшого значення набувають системи накопичення і зберігання енергії. На сьогодні їх сукупна потужність у світі досягла майже 170 ГВт. Найбільші потужності зосереджені в Китаї (19% від світових), Японії (17%), США (14%) і країнах Європи (Іспанія, Італія, Німеччина та інших). За прогнозами до 2030 року потужність накопичувачів енергії може зрости в три рази. Основними причинами цього є поширення відновлюваних джерел енергії та поява нових вимог до електроенергетичних систем. Абсолютне лідерство в структурі накопичувачів займають гідроакумуючі електростанції, частка яких в сукупній потужності світових систем зберігання енергії становить 96%, але роль інших видів накопичувачів енергії досить швидко зростає. Динамічний розвиток технологій накопичення електроенергії може помітно змінити енергосистеми. Це певною мірою знизить попит на викопні палива, оскільки накопичувачі все більше замінюватимуть теплову генерацію в ролі балансувальника електроенергетичних систем. Накопичувачі енергії стануть таким же елементом енергосистеми, як генерація, передача, розподіл і збут, які забезпечують вартісну ефективну гнучкість їх функціонування.

Основний ефект від застосування накопичувачів в мережах полягає в забезпеченні безперебійного електропостачання груп споживачів, які вимагають за своїми технологічними процесами і соціальним значенням в житті суспільства підвищеного рівня надійності, зниження втрат електроенергії і потужності в електричних мережах, скорочення інвестицій в будівництво генеруючих і електромережних об'єктів, розвантаження мереж від реактивної потужності і підвищення їх пропускної здатності, стабілізації напруги в вузлах мережі, часткової нейтралізації наслідків розвитку системних аварій.

Залежно від конкретних умов і цілей зберігання енергії вибір типу накопичувачів може залежати від вимог до видаваної потужності, тривалості зберігання енергії, питомих витрат, коефіцієнту корисної дії, терміну служби і кількості циклів заряду, території розміщення і впливу на навколишнє середовище. За принципом роботи накопичувачі енергії бувають: механічні кінетичні (маховикові), гідроакумуючі станції, на енергії стисненого повітря, хімічні (перетворення електроенергії в газ, водень, водню в аміак), електрохімічні (акумуляторні батареї літій-іонні, нікель-кадмієві і таке інше), теплові (накопи-

чення гарячої води, накопичення прихованої теплової енергії), електричні (суперконденсатори).

Накопичувачі в мережі можуть працювати в таких режимах роботи з їх комбінаціями:

- черговий режим в якому накопичувач не споживає з мережі і не віддає електроенергію в мережу, за винятком споживання для власних потреб;

- режим накопичення енергії, коли відсутня необхідність віддачі енергії мережевий накопичувач переходить в режим накопичення енергії. Якщо параметри мережі електроживлення знаходяться в межах робочого діапазону накопичувач заряджається, при цьому потужність, яка споживається від мережі, обмежується значенням, визначеним оператором;

- режим передачі енергії в мережу в якому мережевий накопичувач переходить в режим перетворення постійної напруги акумуляторів в змінну, синхронізовану за частотою, фазою і миттєвим значенням з напругою мережі.

- суміщені режими роботи (застосовуються залежно від призначення мережевих накопичувачів і поточних параметрів енергомереж). З позицій застосування мережевих накопичувачів основними характеристиками споживачів електроенергії є зміни щільності добових і річних графіків їх електричних навантажень.

Останнім часом найбільш активно розвивається і є перспективним для енергетики застосування мережевих накопичувачів електроенергії на основі акумуляторних батарей, зокрема, літій-іонних великої потужності, які встановлюються безпосередньо біля споживачів або на підстанціях в вузлах навантаження. Перевагами акумуляторних накопичувачів електроенергії є їх модульна конструкція, компактність, функціональна гнучкість, великі можливості автоматизації процесів управління і контролю, простота інтеграції в системи інтелектуальних електричних мереж.

В той же час акумуляторні накопичувачі електроенергії мають високу питому вартість, недостатній ресурс роботи, істотне зменшення ресурсу при роботі в пікових режимах розряду і заряду, а також спеціальні вимоги до глибини розряду. Деякою мірою ці недоліки можливо компенсувати за рахунок оптимального розподілу потужності між акумуляторною батареєю і суперконденсаторами.

Враховуючи те, що в Україні практично вичерпані можливості розвитку мережі гідроакумуляуючих станцій, на наш погляд, слід розвивати застосування накопичувачів, які об'єднують акумулятори і суперконденсатори.

ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ПРИВОДУ В КОМПРЕСОРНИХ УСТАНОВКАХ

Бережний С.Є., Гужин М.В.

Науковий керівник – Гузенко В.В., асистент

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка)

Актуальність проблеми. Відомо, що компресори та компресорні установки знаходять широке застосування в промисловості, лініях автоматизації виробництва, холодильних установках, а також в сільському господарстві. У зв'язку зі збільшенням на Україні вартості електроенергії промислові підприємства, які використовують енергетичне устаткування, все більшу увагу стали приділяти питанням енергозбереження. Тому, досить актуальним напрямком розвитку енергозберігаючих технологій є використання гвинових компресорів (ГК) з перетворювачем частоти (ПЧ).

Наукова новизна роботи. Вирішена актуальна науково-технічна задача впровадження частотно-регульованого електроприводу в компресорних установках.

Мета дослідження. Зменшення витрат електроенергії в промисловості компресорними установками завдяки використанню частотно-регульованого приводу.

Методи та результати дослідження. Робота компресорів істотно відрізняється від роботи механізмів з вентиляторної характеристикою, так як момент опору на його валу можна вважати постійним. Однак продуктивність компресора залежить від числа обертів його валу. При регулюванні продуктивності компресора зміною числа оборотів його валу змінюється і потужність, споживана з мережі електродвигуном, що приводить компресор в рух. На промислових підприємствах досить часто потрібно регулювати продуктивність компресорних установок за рахунок зміни швидкості обертання електродвигуна.

З огляду на нерівномірність споживання стисненого повітря при роботі ГК дуже часто доводиться відкривати спускний клапан в ресивері. А при пуску двигуна пускові струми перевищували номінальні в 5-8 разів, що призводило до перевантаження мережі та обмеження допустимих включень компресора в продовж години.

Як показують дослідження, компресор з регулювальною продуктивністю запускається в роботу плавно з найменшим числом операцій пуску. Тому при застосуванні ПЧ для управління ГК можна отримати економію електроенергії, порівнянну з економією при

управлінні відцентровими насосами (до 60%), тому що характеристика ГК близька до характеристики відцентрового насоса.

Висновки. Крім отримання економії електроенергії застосування ПЧ знижується: знос комутаційної апаратури через відсутність великих пускових струмів при включенні двигуна компресора; оптимізація тиску; збільшується термін служби електродвигуна через зниження його навантаження і відсутність важких пускових режимів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Семикопенко О.П.

Науковий керівник – Охріменко В.М., канд. техн. наук, доцент

Енергозберігаючі технології дозволяють звести до мінімуму нерациональні витрати електроенергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків на різних рівнях її виробництва, передачі і споживання. Актуальність питання пов'язана з дефіцитом основних енергоресурсів, зростаючою вартістю їх видобутку, а також з глобальними екологічними проблемами.

Впровадження енергозберігаючих технологій в господарську діяльність як підприємств, так і приватних осіб на побутовому рівні, є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем - зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші.

Економія електричної енергії – це її ефективне використання за рахунок застосування інноваційних рішень, які обґрунтовані економічно і можуть бути технічно реалізованими.

Зростання питомої ваги побутових електроспоживачів, зокрема житлових будинків, у загальному споживанні електричної енергії зумовлює увагу дослідників до пошуку шляхів енергозбереження у розподільних мережах житлових будинків.

За умови раціонального проектування розподільних мереж типових проектів житлових будинків сучасних міст і населених пунктів дослідники відмічають, що суттєвих результатів можна досягти шляхом зменшення нерационального електроспоживання електрообладнанням квартир. Одним з напрямків є зменшення споживання електроенергії на освітлення за рахунок:

- максимального використання денного світла (збільшення кількості, площі та прозорості вікон);
- збільшення відбиваючої здатності (світлі стіни та стелі);

- оптимального розміщення джерел штучного світла (місцеве, направлене освітлення);
- використання освітлювальних приладів лише за необхідністю;
- підвищення світловіддачі наявних джерел світла (заміна люстр, відбивачів тощо);
- використання приладів управління освітленістю (датчики руху, акустичні датчики, датчики освітленості, таймери, дистанційне керування);
- запровадження автоматичної системи диспетчерського управління зовнішнім освітленням;
- установка інтелектуальних розподілених систем управління освітленням.

Так сучасні світлодіодні (LED) енергозберігаючі лампочки споживають на 75 відсотків менше електроенергії, ніж звичайні лампи розжарювання.

Серед шляхів енергозбереження варто використовувати такі організаційно технічні заходи.

Вимикати світло, якщо ніхто не знаходиться у кімнаті;

Використовувати датчики руху (можливість заощаджувати електроенергію, коли вона не потрібна). У багатоквартирних будинках їх варто встановлювати у коридорах, під'їздах, на сходах та інших місцях спільного користування. У приватних будинках – біля дверей та на подвір'ї.

Використовувати енергозберігаючі побутові прилади що мають маркування «А» чи «А+». Холодильник такого класу споживатиме на 30-50% менше електроенергії, ніж пристрій такого ж об'єму марки «В».

Режим очікування для комп'ютера доречний, якщо залишати його на кілька хвилин, а не на всю ніч. Слід вимикати пристрої, якими ніхто не користується. А ще краще – вимикати взагалі штекер з розетки. Це не лише дозволить заощадити електроенергію, але й вбереже пристрої від впливу можливих перепадів електроенергії. Можна також встановити автоматичні вимикачі.

Не можна залишати прилади, що працюють від акумулятора (наприклад, мобільні телефони), увімкненими довше, ніж потрібно для повної зарядки акумулятора.

Холодильники та морозильники варто тримати в чистоті, без льоду та снігу, регулярно їх розморожувати. Треба стежити за тим, щоб дверцята були щільно закритими.

Охолоджувати їжу перед тим, як поставити її в холодильник. По-перше, гаряча каструля змусить холодильник працювати інтенсивніше, а по-друге, вона нагріє інші продукти, і вони можуть зіпсуватися.

Оптимальна температура в холодильнику – від нуля до п'яти градусів тепла. Її потрібно регулювати відповідно до температури на кухні та кількості продуктів.

Холодильники мають розташовуватися подалі від плити, нагрівача, колонки чи бойлера, батареї та прямих сонячних променів, а сучасні пристрої для приготування їжі, наприклад, мультиварки, дають змогу готувати 2-3 страви одночасно, що зберігає як газ, так і електроенергію.

Використовувати печі НВЧ, МХ-печі та індукційні плити – вони працюють швидко та економічно.

Висновки. Використання сучасних енергоефективних електропобутових приладів дозволяє суттєво зменшити споживання електричної енергії у житлових будинках.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Курдеман М.К.

Науковий керівник – Рожков П.П., канд. техн. наук, доцент

Ферорезонансні режими, що виникають в електричних мережах високої напруги в результаті несприятливого поєднання схеми з'єднань та відповідних енергетичних процесів, заслуговують на особливу увагу, оскільки починаються не очікувано, розвиваються стрімко та супроводжуються перенапругами.

Розглянемо ферорезонанс напруг, що відбувається при послідовному з'єднанні ємності й індуктивності, яка має феромагнітний сердечник. При впливах на феромагнітний елемент, що приводять до насичення сердечника, відбувається плавна зміна індуктивності цього елемента, що створює можливість виникнення резонансу між індуктивністю і ємністю.

Для аналізу впливу нелінійної індуктивності на процеси в електричному колі проведемо математичне моделювання. На рис. 1 зображена схема замкненого електричного кола, у складі якого є нелінійна індуктивність, її нелінійність обумовлена наявністю феромагнітного сердечника.

Для знаходження струму, що тече в колі, будемо використовувати метод припасовування. У відповідності до цього методу, будемо вважати, що параметри електричного кола постійні.

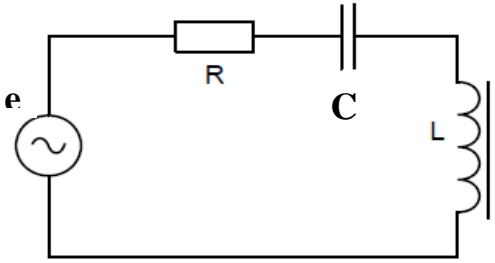


Рисунок 1 - Послідовне замкнене електричне коло

Запишемо диференційне рівняння для контуру зображеного на рис. 1.

$$L \frac{d^2 q(t)}{dt^2} + R \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C_k} = e(t)$$

де $q(t)$ – заряд.

У якості моделі ЕРС прийемо наступну формулу

$$e(t) = E_m \sin \omega t + \varphi = E_m \cos \varphi \cdot \sin \omega t + \sin \varphi \cdot \cos \omega t .$$

Розв'язання диференційного рівняння виконаємо операційним методом з урахуванням початкових умов. Отримана аналітична формула для струму в колі дозволяє змінювати значення індуктивності у відповідності до поточного значення струму і кривої намагнічування феромагнітного сердечника.

Для перевірки отриманих формул проведемо математичне моделювання процесів, що відбуваються в електричному колі рис. 1. при наступних параметрах кола: $E_m = 220 \cdot \sqrt{2}$ В; $f = 50$ Гц; $\varphi = 0$ рад; $C_k = 12,67 \cdot 10^{-6}$ Ф; $R = 1,6$ Ом, сталь сердечника 3411(Э310). Результати моделювання представлені на рис. 2.



U_c, В

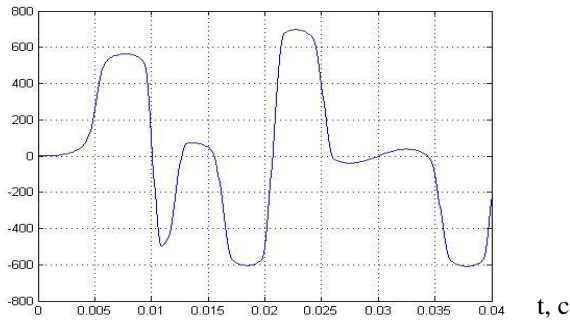


Рисунок 2 – Графіки залежності струму та напруги на ємності від часу

Аналіз отриманих результатів показує, що наявність нелінійної індуктивності в послідовному RLC колі призводить до суттєвого викривлення форми струму та напруги. На тлі викривлення форми напруги, виникають резонансні явища, які призводять до збільшення амплітуди напруги на ємності у два рази.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ 10 КВ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОШУКУ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕННЯ

Сирота А.В., Віцотенко С.Л.

*Наукові керівники – Маляренко В.А., д-р техн. наук, професор,
Коробка В.О., ст. викладач*

Актуальність проблеми. Повітряні лінії 10 кВ розподільних мереж характеризуються великою довжиною, незначними струмовими навантаженнями, малою концентрацією навантаження по площі, малим залишковим ресурсом і в підсумку не високою надійністю.

Під час експлуатації таких ліній виникають нештатні режими: трифазні та двофазні короткі замикання, які відключаються релейним захистом, і короткі замикання на землю, які не призводять до перерви в електропостачанні, так як лінії залишаються не відключеними.

Пошук місць міжфазних коротких замикань та коротких замикань на землю в повітряних лініях 10 кВ для оперативного персоналу являють собою задачу з деякою невизначеністю. Для поліпшення пошуку застосовують секціонування ліній роз'єднувачами або секційними вимикачами, що скорочує час пошуку пошкодження. Для скорочення часу пошуку на відпайках встановлюються фіксуєчі пристрої, до яких треба наблизитися, щоб одержати інформацію про наявність напруги. Для пошуку коротких замикань на землю використовують

переносні прилади, з якими треба рухатись вздовж лінії для визначення місця пошкодження.

Мета досліджень. Метою роботи є підвищення надійності повітряних ліній 10 кВ шляхом автоматизації процесу пошуку місць пошкодження.

Основні матеріали досліджень. Трифазні та двофазні короткі замикання (КЗ), що відбуваються в процесі експлуатації, відключаються з витримкою часу 0...2 секунди релейним захистом, а однофазні замикання на землю залишаються не відключеними до визначення місця пошкодження (обрив проводу чи пробій ізолятора) оперативними бригадами.

Оперативний пошук місця КЗ ускладнюється розгалуженістю ліній і невизначеністю місця пошкодження. Для визначення ділянки з пошкодженням лінії секціонують роз'єднувачами і пошук ділянки проводиться пробним вмиканням лінії після відключення послідовних та паралельних частин лінії.

Для оперативнішого пошуку використовують наперед розрахований порядок дій та фіксуючі прилади, що встановлюються на відпайках, до яких потрібно під'їхати і подивитися на їхній стан.

В той же час розвиток інформаційних технологій створює умови для суттєвого скорочення часу пошуку та, головне, автоматизації процесу пошуку місця пошкодження, якщо використовувати встановлені наперед визначені місця фіксуючі прилади з можливістю передачі інформації про стан мережі. При такій схемі скорочується час аварійного режиму та кількість недовідпущеної електричної енергії, зменшується транспортні витрати за рахунок цілеспрямованого і визначеного диспетчером проїзду ремонтної бригади до місця пошкодження, зменшується в часі екологічна небезпека навколишньому середовищу від пошкодженої лінії.

На сьогодні науково розроблений метод пошуку місця пошкодження в розгалуженій лінії, якщо відома її конфігурація, місця встановлення роз'єднувачів, що секціонують магістраль чи відпайки. Відомі конструкції фіксуючих приладів, що встановлюються у відповідних точках і можуть видавати візуальний сигнал після міжфазних КЗ під час їх огляду. Відомі також та виготовляються певними фірмами переносні прилади, що за параметрами електричного поля визначають місце замикання. Але останні теж вимагають безпосереднього огляду лінії і теж використовуються практично після певної кількості відповідних комутацій вимикачами і секціонуючими роз'єднувачами.

Необхідно змінити методика моніторингу мереж 10 кВ у відповідності з сучасним станом розвитку інформаційних технологій, впровадивши систему автоматизованого моніторингу мереж напругою 10 кВ, яка повинна збирати інформацію та керувати процесами визначення місця пошкодження повітряних ліній з ізолюваною нейтраллю. Система моніторингу мереж напругою 10 кВ повинна: контролювати струм в реальному режимі часу; контролювати наявність напруги; негайно передавати інформацію диспетчеру про проходження струму більшого наперед заданого значення; перелаштовуватись на інші значення наперед заданого струму; негайно передавати інформацію диспетчеру про зникнення напруги в контрольованій зоні; відображати та зберігати інформацію про події, що відбулися в контрольованій зоні.

Висновки. На основі виконаних досліджень пропонуємо удосконалити методи пошуку місць пошкодження на повітряних лініях 10 кВ, застосувавши автоматизовану систему моніторингу розподільних мереж, та ширше впровадити її в розподільних електричних мережах АК «Харківобленерго». Це сприятиме підвищенню надійності роботи цих мереж.

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ ЗА КРИТЕРІЄМ ВРІВНОВАЖЕННЯ АМПЛІТУД СТРУМІВ

Бородавка А. О.

Науковий керівник – Ягуп В. Г., д-р техн. наук, професор

Реактивна потужність в системі та несиметрія в споживанні електричної енергії трифазних систем електропостачання призводить до збільшення втрат у мережах. Несиметричні споживачі утворюють цілий ряд проблем, пов'язаних з нерівномірністю навантаження окремих фаз системи електроспоживання. Це призводить до перекосу фаз, який може негативно впливати на інших споживачів. Через це боротьба з несиметрією в трифазних системах – надзвичайно актуальна проблема.

Мета роботи полягає у розрахунку симетруючого пристрою трифазної системи шляхом оптимізації за критерієм врівноваження амплітуд струмів.

Для усунення несиметрії в трифазних системах електропостачання на клеммах навантаження вмикають додаткові симетруючі пристрої. Їх призначення полягає у введенні в систему додаткових реактивних струмів таким чином щоб компенсувати реактивну потужність зсуву.

Задача визначення параметрів симетруючих пристроїв формується як задача пошукової оптимізації та вирішується з використанням математичного пакета MATLAB з використанням вбудованих функцій оптимізації. В цьому випадку рішення враховує всі фактори та досягає високої точності.

Для оптимізації використовується модель узагальненої трифазної системи електропостачання. Три джерела синусоїдальної напруги представляють систему електроживлення напруга з амплітудою 100 В. Електроенергія передається через лінію електропередачі з активним опором $R=0,1$ Ом і індуктивністю $L=0,001$ Гн. Несиметричне трифазна навантаження має такі параметрами: $R_a=0,7$ Ом; $L_a=0,005$ Гн; $R_b=1$ Ом; $L_b=0,01$ Гн; $R_c=2$ Ом; $L_c=0,04$ Гн. Така система працює в різко несиметричному режимі. Амплітуди струмів в фазах А і В перевищують 30 А, а в фазі С – більше 10 А. Коефіцієнти потужності складають: по фазі А – 0,608; В – 0,061; С – 0,337.

Оптимізація режиму несиметричної системи здійснюється шляхом угамування зворотної симетричної складової. В моделі сконструйований функціонал для оптимізації, зведення якого до нуля має супроводжуватися вирівнюванням амплітуд струмів в лініях. Для цього в моделі вимірюються амплітудні значення струмів в лініях I_A , I_B , I_C та обчислюється значення різниць амплітудних значень струмів в лініях. Значення цільової функції визначається наступним чином:

$$X = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (I_B - I_C)^2 + (I_C - I_A)^2}$$

Значення цільової функції розраховується безпосередньо в моделі та передається в робочий простір системи MATLAB за допомогою віртуального приладу `To workspace` з назвою `Nev`.

З робочої області ці значення за допомогою допоміжної функції передаються оптимізуючій програмі, яка викликає функцію MATLAB, - `fminsearch()`. Для цієї функції в якості фактичних параметрів задаються ім'я допоміжної функції, а також вектор початкових значень параметрів симетруючого пристрою. Вони і складають справжні значення ємностей конденсаторів, з'єднаних в трикутник і представляють собою симетро-компенсуючий пристрій. Закінчення процесу оптимізації досягається після обчислення цільової функції, при якому досягається необхідна точність обчислення параметрів оптимізації, якими являються ємності конденсаторів симетро-компенсуючого пристрою.

При вирішенні за запропонованим алгоритмом в залежності від початкових значень вектора параметрів оптимізації може бути знайде-

ний будь-який режим системи, що відповідає вимозі врівноважування амплітуд живлять струмів. Завдяки цьому знаходиться не єдиний глобальний мінімум, а будь-який локальний, до якого зводиться рішення.

Після закінчення пошукової оптимізації від вектора початкових значень параметрів оптимізації [500 200 50]. За показами віртуальних приладів значення цільової функції складає величину $N_{ev}=1,478e-6$, що свідчить про високу точність знаходження оптимуму. Амплітуди струмів у всіх трьох лініях складає 7,858 А. Фаза А віддає 390,1 Вт активної потужності та -47,21 Вар – реактивної. Наявність реактивної потужності, свідчить про те, що при знайдених в процесі рішення параметрів компенсую чого пристрою, компенсація реактивної потужності здійснюється не повністю. Про це свідчить і значення кута зсуву струму відносно напруги який складає 6,901. Величини ємностей представлена вектором рішення $x=[572,2710 \ 192,4647 \ 44,6162]$.

Для порівняння с режимом повної компенсації реактивної потужності в моделі до суматора був підведений четвертий зв'язок. При цьому цільову функцію доповнено кутом зсуву струму в фазі А по відношенню до фазної напруги. Відповідно значення цільової функції визначається наступним чином:

$$X = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (I_B - I_C)^2 + (I_C - I_A)^2 + \varphi_A^2}$$

Результати отримані в режимі повної компенсації реактивної потужності будуть наступними: значення цільової функції $N_{ev}=3,009e-6$; амплітуди струмів складають -7,754 А; Фаза А віддає 387,7 Вт активної потужності та 6,166e-7 Вар – реактивної. Величини ємностей представлена вектором рішення $x=[562,1197 \ 182,3135 \ 34,4649]$.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок про те що запропонований метод розрахунку параметрів симетрокомпенсуючого пристрою є доцільним. Використання при оптимізації критерію врівноваження амплітуд струмів дозволяє спростити рішення, оскільки при цьому відшукується будь-який локальний оптимум.

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕМЕХАНІКИ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Булгаков О.Ф.

Наукові керівники – Маляренко В.А., д-р техн. наук, професор,

Бородін Д.В., ст. викладач

Метою телемеханізації електричних підстанції є забезпечення можливості диспетчерського управління цією підстанцією, тобто ди-

станційного вимірювання сигналів на ПС та дистанційного управління (телеуправління) виконавчими механізмами, в першу чергу вимикачами. Телемеханізація ПС є основою «інтелектуальних електромереж» - SmartGrid.

Сигнали, які повинні передаватися з ПС на диспетчерський пункт, діляться на 2 групи – телесигнали (ТС, DI – Digital Input) та телевимірювання (ТВ, AI – Analog Input). Телесигнали є дискретними двопозиційними величинами, які представляють положення комутаційних апаратів на ПС, стан релейних та інших захистів, тощо. Аналогові сигнали представляють значення струмів, напруги, потужності на шинах на приєднаннях ПС. Прилади для збору сигналів та передачі їх на диспетчерський пункт, а також прийому команд управління – контрольовані пункти телемеханіки, мають за кордоном назву RTU – Remote Terminal Unit, термін співпадає з назвою приладів мікропроцесорних релейних захистів та інших «польових» елементів розподілених систем збору даних або управління в енергетиці. Пристрої телемеханіки повинні відповідати високим вимогам щодо функціональності, надійності, строку експлуатації, підтримки з боку розробників, кібербезпеки, сумісності з світовими стандартами.

Серед зарубіжних спеціалізованих телемеханічних пристроїв, призначених для використання на ПС, найбільш розповсюджені прилади виробництва компаній АВВ (RTU211, RTU5xx) та Siemens (SICAM TM/АК 1703) рис. 1. В Україні найбільш відомі АВВ RTU560 (більш 20000 пристроїв в світі).

Пристрої телемеханіки мають моноблочну (АВВ RTU211/511) або модульну конструкцію, максимальна кількість сигналів може складати от 136 для TM 1703 міс до 32000 для TM 1703 АСР. Тип пристрою, склад та кількість модулів залежить від розміру ПС та вимог диспетчерського управління.

Для зв'язку з диспетчерським пунктом використовуються дротові або бездротові вузько- або широкополосні канали зв'язку, підтримуються протоколи передачі даних МЕК-870-5-101, МЕК-870-5-104. Деякі пристрої мають модулі обміну даними за протоколами «цифрової підстанції» МЕК-61850. Є можливість використання годинника реального часу для старших моделей.



а)



б)



в)

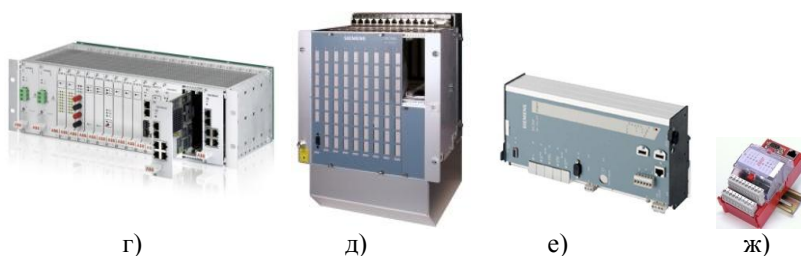


Рисунок 1 — Зовнішній вид пристроїв ABB (а – RTU211/511, б – RTU520, в – RTU-540, г – RTU-560) та Siemens (д – АК 1703 АСР, е – ТМ 1703 АСР, ж – ТМ 1703 mic)

Як правило, виробники пристроїв телемеханіки передбачають використання фірмового програмного забезпечення диспетчерського управління – ABB MicroSCADA, ABB Ability™ Symphony® Plus, Siemens SICAM 230, але сумісність з стандартними галузевими комунікаційними протоколами дозволяє використовувати і інше програмне забезпечення верхнього рівня.

В табл.1 наведені характеристики ефективності ABB RTU560.

Таблиця 1 — Характеристики ефективності ABB RTU560

Характеристика	Значення	Клас IEC 60870-4
Середній час напрацювання на відмову (Mean Time Between Failures)	MTBF≥8760 год.	R3
Коефіцієнт готовності	A≥99.95%	A3
Середній час відновлення	MTTR≤12 год	M3
Середній час ремонту	MRT≤1 год	RT4
Імовірність порушення цілісності даних	IE≤10 ⁻¹⁰	I2
Точність визначення мітки часу	TR≤1 мс	TR4
Похибка вимірювання аналогових сигналів	E≤0.5%	A4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ 330/110КВ

Лясоцький О.М.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Актуальність теми. Основоу сучасних електричних систем являються теплові і атомні електростанції. Виробка ресурсу їх основного обладнання досягла 70-90% і тому на сьогодні є актуальним питання

розробки проектів реконструкції і впровадження сучасного, більш надійного і економічного обладнання підстанцій для перетворення, транспортування електроенергії електричними мережами та передачі її безпосередньо споживачам.

Мета досліджень. Виконати проект реконструкції підстанції 330 / 110 кВ, з заміною морально та фізично зношеного обладнання, а також пристроїв релейного захисту та автоматики, термін експлуатації якого понад 25 років та розробити проект мікропроцесорного захисту.

Основні матеріали досліджень Одним із шляхів підвищення надійності роботи підстанцій є використання сучасного релейного захисту.. Вдосконалення релейного захисту йде по шляху застосування сучасних мікропроцесорних захистів. Незважаючи на те, що принцип дії цих захистів взагалі залишився тим самим, застосування цих захистів дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи релейного захисту. Це відбувається завдяки підвищенню чутливості, швидкодії, а також надійності роботи релейного захисту. Надійність релейного захисту підвищується як за рахунок інтеграції, так і за рахунок наявності самодіагностики і реєстрації аварійних подій.

В процесі роботи над проектом вирішувалися такі основні задачі:

- знайдені найімовірніші точки короткого замикання у системі, та проведено розрахунок струмів у цих місцях;
- виконан вибір основного устаткування ВРП згідно з нормативними документами і керівними вказівками;
- проведено розрахунок параметрів спрацювання захисту;
- вибрано конкретне обладнання для реалізації мікропроцесорного захисту.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗПОДІЛУ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ЗА СПОТВОРЕННЯ СИМЕТРІЇ НАПРУГ В ТОЧЦІ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЄДНАННЯ

Дащенко А.С.

Науковий керівник – Калюжний Д.М., канд. техн. наук, доцент

Як відомо, споживання і передача електричної енергії зниженої якості викликає додаткові втрати потужності, нагрів обладнання, його Пошкодження або неправильну роботу, розлад технологічного процесу і, як наслідок, призводить до додаткових фінансових втрат як постачальників, так і споживачів електроенергії.

Серед всіх спотворень напруг одним з найбільш негативних впливів характеризується несиметрія напруг. Її оцінка проводиться за

двома показниками якості електричної енергії. Це коефіцієнти несиметрії напруг по зворотній і нульовій послідовностям:

$$K_{2U} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\% ; \quad (1)$$

$$K_{0U} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\% , \quad (2)$$

де U_2 - модуль напруги зворотної послідовності; U_0 - модуль напруги нульової послідовності; U_1 - модуль напруги зворотної послідовності.

Одним з основних питань проблеми якості електричної енергії є задача розподілу відповідальності за спотворення симетрії напруг і відповідно за фінансові втрати в точці загального приєднання (ТЗП).

Традиційний підхід до вирішення задачі розподілу відповідальності за зниження якості електроенергії передбачає отримання відповіді у вигляді суми, кожний доданок якої можна прийняти за коефіцієнт пропорційності, що характеризує внесок того чи іншого приєднання до створення несиметрії якості електроенергії. В іменованих одиницях виміру це виражається наступним чином:

$$\underline{U}_{cnom} = \underline{U}_{cnom}^{cuctm} + \underline{U}_{cnom}^C, \quad (3)$$

де $\underline{U}_{cnom}^{cuctm}$ та \underline{U}_{cnom}^C - вклади в спотворення напруги в ТЗП з боку електроенергетичної системи і споживача електроенергії, відповідно.

У відносних одиницях виміру так:

$$d_{cnom}^{cuctm} + d_{cnom}^C = 1, \quad (4)$$

де d_{cnom}^{cuctm} та d_{cnom}^C - речові коефіцієнти, що характеризують часткові вклади кожного приєднання в спотворення напруги в ТЗП.

Проведений аналіз існуючих методів, до яких відносяться метод включення / відключення споживача, метод фонові несиметрії, метод за симетричними складовими еквівалентних провідностей і метод у напрямку перекручених потужностей показав, що для однієї й тієї ж задачі вони дають різні результати, а ідентифікація симетричного приєднання проводиться некоректно. В результаті, проблему розподілу відповідальності за спотворення симетрії напруг в точці за-

гального приєднання можна вважати не вирішеною і вимагає проведення подальших досліджень.

ЗАСТОСУВАННЯ ТИРИСТОРНОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ З ОДНОСТУПІНЧАТОЮ КОМУТАЦІЄЮ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Берчук І.В.

Науковий керівник – Ягуп К.В., д-р техн. наук, доцент

Використання все більшої номенклатури різноманітних електричних пристроїв потребує підвищення вимог до якості електричної енергії. Інтегральним показником якості електроенергії є коефіцієнт потужності, що враховує як спотворення струмів і напруг через нелінійність навантажень, так і зрушення струмів щодо напруг через реактивний характер навантажень і можливої їх несиметрії. Найпростішими засобами регулювання реактивної потужності є керовані тиристорно-індуктивні елементи, що складаються з послідовно включених реакторів і пар зустрічно-паралельних тиристорів. Такі пристрої підключаються паралельно батареям косинусних конденсаторів, завдяки чому вдається плавно регулювати параметри симетрокомпенсуючих пристроїв і домагатися повної компенсації реактивної потужності по основній гармоніці, що несе головне енергетичне навантаження. Як єдиний симетрокомпенсуючий пристрій такий пристрій має завищені параметри за встановленою потужністю конденсаторної батареї, яка повинна розраховуватися з урахуванням необхідності ємнісної перекомпенсації, щоб забезпечити можливість регулювання за допомогою тиристорів. Цей недолік долається в разі тиристорного компенсатора реактивної потужності з одноступінчатою комутацією.

Наукова новизна полягає у застосуванні пошукової оптимізації для налаштування управління тиристорами компенсатора реактивної потужності.

Метою статті є вирішення завдання оптимізації режиму в трифазній системі електропостачання з тиристорним компенсатором реактивної потужності з одноступінчатою комутацією на візуальній моделі за допомогою пошукової нелінійної оптимізації методом деформованого багатогранника.

Метод дослідження представляє собою метод пошукової оптимізації, а саме метод деформованого багатогранника, який застосовується до візуальної моделі для визначення кутів керування тиристо-

рами компенсатора для подавлення вищих гармонік в живильній мережі.

Досліджено, що в результаті застосування режиму симетричних імпульсів управління зникли неканонічні вищі гармоніки, і залишилися лише канонічні гармоніки із порядковими номерами 5, 7, 11, 13.

Підключення восьми фільтрів, синтезованих на частоти 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 та 25 гармонік, дозволило значно покращити криву струму і згладити великі викиди.

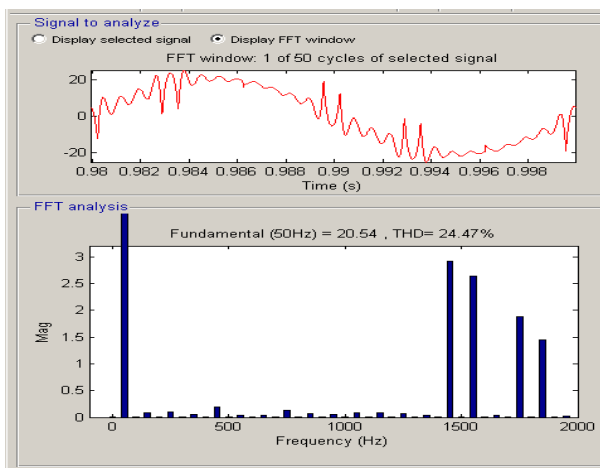


Рисунок 1 – Крива струму і її гармонійний спектр після виконання пошукової оптимізації і підключення восьми фільтрів.

Висновки. Проведене дослідження показало, що метод пошукової оптимізації дозволяє отримати режим повної компенсації реактивної потужності в трифазній системі електропостачання з тиристорним компенсатором з одноступінчатою комутацією. Аналіз гармонійного складу показав, що при застосуванні симетричного управління з гармонійного спектру випадають неканонічні гармоніки. Установка резонансних фільтрів, налаштованих на подавлення старших канонічних гармонік, дозволяє істотно поліпшити форму мережевих струмів, наблизивши її до синусоїди, тим самим збільшивши коефіцієнти спотворень і потужності до одиничного значення.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХОДУ НА КЛАС НАПРУГИ 20 КВ

Агафонова І.О.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Основними критеріями для розгляду питання переходу на клас напруги 20 кВ розподільної мережі 3 кВ Есхар є: клас напруги 3 кВ для подальшого розвитку роздільних електричних мереж в Україні вже не застосовується; стан обладнання та строк експлуатації мереж, який більший за 45 років; значні втрати потужності в мережах 0,4 та 3 кВ; тенденція росту навантаження з впровадженням електроопалювання до 10 МВт; територіальна щільність навантаження при існуючому навантаженні 2,7 МВт/км², при впровадженні електроопалювання – 6,7 МВт/км².

Основною проблемою при переході на клас напруги 20 кВ діючих електричних мереж є організація резервного джерела живлення.

Для побудови розподільної мережі 20 кВ у селищі Есхар з організацією другого (або резервного) джерела живлення по напрузі 110 кВ може бути використана ПС 110 кВ Чугуїв.

При умові побудови такої схеми на ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар» та Чугуїв необхідно передбачити встановлення силових трансформаторів 110/20 кВ одиничною потужністю не менше 16 МВА на кожній підстанції, підключення трансформаторів до РУ 110 кВ передбачити елегазовими вимикачами, до РУ 20 кВ – вакуумними вимикачами. Між ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар» та Чугуїв необхідно передбачити будівництво повітряної лінії 20 кВ довжиною 7 км з фазним проводом перерізом не менше 150 мм² (АС-150). РУ 20 кВ ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар» організувати за схемою «одна робоча, секціонована вимикачем система шин». РУ 20 кВ ПС 110 кВ Чугуїв організувати за схемою «одна робоча система шин» з можливістю подальшого розширення.

Побудову розподільної мережі 20 кВ, яка буде здійснювати безпосередньо електропостачання електроенергії споживачам селища Есхар побудувати за принципом «складноколової» схеми у кабельному виконанні з утворенням резервних перемикань з двома живлячими КЛ 20 кВ від двох секцій шин 20 кВ ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар».

В роботі розглянуто один із можливих варіантів побудови розподільної мережі селища Есхар при переході на клас напруги 20 кВ.

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕХОДУ НА КЛАС НАПРУГИ 20 КВ

Капустнік Р.С.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Втрати активної потужності в розподільній мережі 3 кВ при збільшенні електроспоживання району досягають 40 % від величини навантаження, при впровадженні напруги 20 кВ втрати активною потужності зменшуються до величин: 6,78 МВт – 0,067 МВт (1% від споживання); 10 МВт – 0,152 МВт (1,52% від споживання).

На базі виконаних електричних розрахунків можна зробити висновки, що переведення розподільної електричної мережі, яка живить споживачів селища Есхар з класу напруги 3 кВ на 20 кВ дозволить: знизити навантаження до 10 МВт (впровадити електроопалювання); знизити втрати активної потужності в мережах 20 кВ та 0,4 кВ до мінімуму (зменшуючи протяжність ліній 0,4 кВ); знизити падіння напруги на кінцевих підстанціях 20/0,4 кВ живлячих транзитів; створити надійну та сучасну схему електропостачання селища Есхар.

Враховуючи повну зміну існуючої конфігурації розподільної мережі 3 кВ було враховано утворення цілком «нової» мережі 20 кВ.

В оцінці обсягів реалізації схеми електропостачання сел. Есхар на напрузі 20 кВ буде враховано наступне:

ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар»: розширення РУ 110 кВ на одну комірку елегазового вимикача для підключення силового трансформатора; встановлення силового трансформатора 14Т 110/20 кВ потужністю 16 МВА; організація РУ 20 кВ за схемою «одна робоча, секціонована вимикачем система шин» – 8 вакуумних вимикачів;

ПС 110 кВ Чугуїв: розширення РУ 110 кВ на одну комірку елегазового вимикача для підключення силового трансформатора; встановлення силового трансформатора 3Т 110/20 кВ потужністю 16 МВА; організація РУ 20 кВ з організацією електричних з'єднань за схемою «одна робоча система шин» – 2 вакуумних вимикача; «нова» кабельна мережа 20 кВ – 8,14 км; ПЛ 20 кВ ТЕЦ-2 «Есхар» - Чугуїв – 7 км.

Розрахунки виконані на базі діючих норм СОУ-Н МЕН 45.2-37471933-44:2011 та проектів аналогів.

За умови усіх наведених даних виконані розрахунки економічної ефективності впровадження нової мережі 20 кВ АК «Харківобленерго» в сел. Есхар, Чугуївського р-ну Харківської області.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕРЕЖ

Ляшов Є.Г.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Під експлуатаційним обслуговуванням розуміють профілактичне технічне обслуговування, що передбачається виробниками обладнання, та організується відповідно до внутрішніх правил АК «Харківобленерго». Щорічні витрати складаються з витрат на заробітну плату обслуговуючого персоналу, нарахувань на заробітну плату, амортизаційних відрахувань, витрат на обслуговування, капітальний та поточний ремонт обладнання ПС, ПЛ та КЛ, витрат на паливо-мастильні матеріали та т.і. Враховуючи, що фізичний строк роботи сучасного електротехнічного обладнання, у середньому, дорівнює 30 рокам, строк роботи ПС з урахуванням морального зношення – дорівнює 20 рокам. Згідно з даними експлуатації, номативними документами існуючі річні експлуатаційні витрати дорівнюють 1,2÷3,8 % від капітальних вкладень.

Значення величини амортизаційних відрахувань визначається декількома способами. Найбільш розповсюдженими є диференційований та пропорціональний способи. Оцінка річних існуючих витрат на експлуатаційне обслуговування, проведення поточних та капітальних ремонтів, дозволяє стверджувати, що витрати нового будівництва мережі 20 кВ будуть однозначно нижчими (для нового сучасного технологічного обладнання). Це пояснюється кращими параметрами нових електричних комутаційних апаратів: вимикачів, роз'єднувачів, створених з кращими властивостями ізоляційних матеріалів, впровадженням багатофункціональної мікропроцесорної автоматики для нової електричної мережі.

Витрати на аварійні ремонти стосуються проведення відновлювальних робіт в непередбачених аварійних ситуаціях, тобто позапланового обслуговування. Ці витрати, в основному, стосуються старого обладнання, для нового обладнання вони відсутні або дуже низькі. Припускається, що витрати на ремонт для нового обладнання будуть становити 30% поточних витрат АК «Харківобленерго» на ремонти обладнання, встановленого на підстанціях.

Очікується, що майбутні витрати на експлуатаційне обслуговування будуть становити 80% від поточних витрат. Таке припущення базується на факті, що нове сучасне обладнання, виготовленого з використанням сучасних технологій, потребує меншого обсягу експлуатаційного обслуговування, ніж встановлене застаріле обладнання.

ПЕРЕДУМОВИ ПЕРЕХОДУ НА КЛАС НАПРУГИ 20 КВ

Панарін Є.О.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

До основних факторів, що реально зменшують витрати і збільшують доходи в результаті реалізації проекту переходу на 20 кВ, відноситься перш за все – економія на зниженні збитку від ненадійності роботи мережі, що досягається, в основному, за рахунок переходу на сучасне обладнання з покращеними технічними характеристиками.

Обладнання, що використовується дотепер в мережі 3 кВ та підлягає реконструкції чи повній заміні, знаходиться в експлуатації тривалий термін, що викликає постійну небезпеку виходу його з ладу, і, як наслідок, зниження надійності подачі електроенергії населенню і підприємствам, збільшення ризику травматизму виробничого персоналу.

Інші фактори, що в певній мірі зменшують витрати і збільшують доходи, через відсутність дотепер можливості чіткого їх визначення та обрахунку, а також за відсутності досвіду експлуатації нового обладнання та відповідної статистики, до уваги не приймаються та йдуть у якісний запас розрахунку. Особливо слід відзначити енергоефективну спрямованість даного проекту, що сприяє реалізації основних положень Енергетичної стратегії України щодо розвитку інфраструктури передачі електроенергії (перш за все за рахунок впровадження нових автоматизованих та інтелектуальних систем для забезпечення інтересів безпеки, економічності і ефективності в роботі нової мережі, що, в свою чергу, створює передумови виникнення перших в Україні «розумних енергосистем» – Smart Grid). Комплексний підхід до вирішення проблем оптимізації розподільної електричної мережі, впровадження самовідновлювальних характеристик системи енергопостачання, отримання даних необхідного аналізу з підвищення безпеки, – в процесі експлуатації додадуть не тільки якісний запас наведених розрахунків показників ефективності роботи нової мережі 20 кВ, а набудуть конкретної кількісної оцінки.

НОРМУВАННЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ

Пампура В.А.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Наукові роботи в галузі нормування дорожнього освітлення закордонних фахівців вказують на новий етап розвитку і враховують,

при проектуванні освітлення доріг, метод на основі рівня видимості, який розроблений IESNA . Ця методика дозволяє перейти від косвеного нормування за яскравістю дорожнього покриття до прямого - по видимості, що дасть змогу більш адекватно враховувати зорові задачі по сприйняттю при автомобільному русі.

При порівнянні вітчизняних та закордонних вимог до систем зовнішнього освітлення (ЗО) можна сказати, що ДБН 2006 року суттєво враховує Європейські норми. Але в українських нормах ще й досі немає обмеження доріг за класами з урахуванням детальної геометрії дороги, складності вуличного руху, екологічні та зовнішніх чинників.

Зараз вже запропоновано багато шляхів для вдосконалення вітчизняних норм ЗО. В роботах розглядаються сучасні проблеми нормування та концепції ЗО міст України, насамперед, рекомендовано використовувати лампи з високою кольоропередачею та приймати пороговий приріст контрасту 15-20% . Для правильного розрахунку слід враховувати і такі особливості, як передбачувана швидкість та інтенсивність руху, рельєф, статистика дорожньо-транспортних пригод, будівельні матеріали, типи транспортних засобів, правила парковки, а також наявність особливих дільниць. Відомо, що видимість в умовах дорожнього руху обумовлена характеристикою блискісті світлящих об'єктів. При наявності в полі зору поверхонь, яскравість яких значно вища яскравості фону, функції зору знижуються.

Якість дорожнього покриття відіграє не останню роль в отриманні якісного ЗО. Результати світлотехнічних вимірів для покриттів доріг показують, що колір їх заповнення, а особливості і світлота, суттєво можуть впливати на характеристики відбиття. Отже дорожнє покриття являє собою важливий фактор оптимізації та підвищення ефективності дорожнього освітлення.

Більш ефективним є прямиий метод нормування рівня видимості та розрізнення об'єктів. Існують графіки залежності швидкості розрізнення об'єктів від світності фону в умовах зовнішнього освітлення, які виявляють рівень видимості; яскравісні характеристики асфальту при штучному освітленні.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НАВЕДЕНОЇ НАПРУГИ В ПЛ ПРИ ТРАНСПОЗИЦІЇ

Куцин В.О.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Поява наведеної напруги можливо на відключених ПЛ, які проходять по всій довжині або на окремих ділянках поблизу діючих ПЛ або контактної мережі електрифікованої залізниці змінного струму.

Практика показує, що наведена напруга, залежно від режиму роботи мережі й схеми заземлення, може мінятися в досить широких межах від декількох вольтів до декількох кіловольтів. При аварійних режимах на що впливають ПЛ наведена напруга збільшується в кілька разів. Найбільшого значення наведена напруга у відключеної ЛЕП досягає при заземленні лінії з однієї сторони й у незаземленої ЛЕП; для лінії, заземленої із двох сторін, рівень напруги й вищих гармонік наведеної напруги. Наведена напруга залежить в основному від класу напруги ПЛ, відстані між проводами ПЛ, а також від режиму роботи.

Робота з виміру наведеної напруги виконується по наряді-допуску на виведеній у ремонт (відключеної) і заземленої в РП й на робочому місці ПЛ. Безпосередній вимір виконується після відключення заземлення, установленого на робочому місці.

Виміру варто проводити на ПЛ у місцях, де можна чекати найбільші значення наведених напруг: на початку й наприкінці ПЛ на перших опорах, устанавлених поза РП; у місцях зміни взаємного розташування ПЛ; у місцях поділу дволанцюгових ПЛ на одноланцюгові; у місцях транспозицій ПЛ.

Залежно від габаритів і конструктивного виконання ПЛ подібні виміри допускається виконувати з підйомом на висоту, або безпосередньо з поверхні землі. При вимірі наведеної напруги важливо забезпечити дотримання безпечних відстаней до струмоведучих частин, що перебувають під наведеною напругою, а також не допускати торкання провідних частин (заземлюючого проводу) вимірника.

У періодичній літературі представлена безліч різних методів розрахунку наведеної напруги на відключених проводах ПЛ. Дані методи розрахунку можна розділити на групи по фізичному поданню досліджуваних об'єктів.

Визначення наведених струмів і напруг можливо також при моделюванні що впливає й підданої впливу ПЛ схемою заміщення з розподіленими параметрами. У цьому випадку знаходження струмів і напруг буде здійснюватися по рівняннях довгої лінії. При змінах геометрії опор, марки проводів і тросів, поділі дволанцюгових ПЛ в одноланцюгові й назад й інших змінах досліджувану ПЛ необхідно розбити на однорідні ділянки.

Для цього на кожній ділянці проведення, і троси заміняються підвішеними над землею нескінченно довгими провідниками, діаметри яких, відстані між ними й висоти підвісу над землею приймаються рівними відповідним параметрам, використовуваним при розрахунках.

Далі розрахунок виконується на основі багатополісників. Даний метод дозволяє враховувати як електричне, так і магнітне впливу одночасно.

При наявності великої кількості неоднорідних ділянок значно ускладнюється розрахунок струмів і напруг, що цікавлять, ділянках ПЛ.

Використається метод симетричних складових для визначення магнітного впливу однієї ПЛ на іншу. Заземлення в декількох місцях однієї, двох або трьох фаз на відключеній ПЛ розглядають як відповідні види короткого замикання, що має магнітний зв'язок з діючою ПЛ.

Наявність декількох несиметрій приводить до різкого ускладнення схеми заміщення, що накладає більші обмеження на можливі випадки застосування методу симетричних складових.

Найбільш ефективним способом розрахунку електромагнітного впливу ПЛ є алгоритми, засновані на методі фазних координат. Використання фазних координат доцільно при необхідності обліку параметричної й режимної несиметрії. Основою методу фазних координат є природне пофазне подання електричних схем.

Особливість розрахунку наведених напруг на проводах відключеного ланцюга дволанцюгової ПЛ укладається в тім, що необхідно враховувати вплив магнітних й електричних полів як при визначенні значень наведеної напруги на проводах, так і при визначенні очікуваної напруги дотику до опори.

Для розрахунку наведеної напруги на відключених проводах при спільному впливі електричних і магнітних полів з обліком транспозицій фазних проводів, схрещування ГТ, наявності заземлення проводів ПЛ необхідно представити ланковою схемою заміщення на основі методу фазних координат.

У місці провадження робіт необхідно з'єднати заземлюючими проводами фазні проведення відключеної лінії в зірку, центр якої з'єднати заземлюючим проводом з контуром заземлення опори лінії.

Обов'язковим є облік транспозицій і режиму заземлення ГТ, тому що ці фактори значно впливають на значення наведеної напруги й напруги дотику.

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Черкашин О.О.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Створення енергоефективних систем освітлення неможливо без застосування сучасних методів регулювання режимами їх роботи. В даний час розроблені загальноєвропейські стандарти якості освітлення DALI та DMX, що дають змогу адресно керувати ОУ, програмуючі режими їх роботи, як в ручному, так і в автоматичному.

Створення ефективних регулюємих установок зовнішнього освітлення є важливою проблемою у зв'язку з необхідністю підвищення якості освітлення і зменшення числа дорожньо-транспортних пригод в нічний час та з нагальними вимогами щодо економії електроенергії.

Традиційно освітленість в установках ЗО регулюється двоступенєво – у вечірній час освітленість максимальна, а в нічний – мінімальна. Дискретний спосіб регулювання шляхом відключення кожного другого освітлювального приладу або джерела світла - вкрай неефективний, бо створює нерівномірність освітлення дорожнього покриття, що призводить до погіршення освітлення і умов безпечності руху. Тому одним з вимог до регуляторів яскравості РЛ, що використовуються для освітлення, є мінімум пульсацій світлового потоку при збереженні достатніх рівнів освітленості .

Цим вимогам не задовольняє традиційний тиристорний регулятор з широтно-імпульсним керуванням, завдяки наявності відносно великих пауз струму. Більш досконаліми методами регулювання яскравості розрядних ламп високого тиску, є способи, побудовані на зміні її струму або напруги живлення .

Регулювання освітленості ОУ, як вже вказувалося вище, може здійснюватись дискретно або безперервно, в залежності від прийнятого способу керування режимами живлення освітлювальних приладів.

На відміну від прийнятого в СНД способу дискретного регулювання, яке реалізується відключенням частини джерел світла або світильників в нічний час, що створює при цьому різко нерівномірне освітлення, що негативно впливає на роботу транспортних засобів, збільшуючи їх аварійність - більш ефективними методами керування режимами роботи ОУ є системи безперервного регулювання освітленості за заданою програмою (або в залежності від рівня зовнішнього освітлення), які забезпечують рівномірний розподіл освітленості робочих поверхонь в усьому діапазоні регулювання.

Внаслідок ряду технічних та економічних факторів в Україні та країнах СНД системи автоматичного керування освітленням не знайшли широкого впровадження, в той час, як у деяких країнах західної Європи вони широко використовуються.

Використання систем автоматичного регулювання режимами ОУ дає змогу відмовитись від методики заснованої на відключенні частини світлоточок і, крім економії електроенергії, одночасно суттєво (майже в двічі) збільшити термін служби розрядних ламп .

Проведені розрахунки і дослід експлуатації таких установок за кордоном переконливо доводить, що економія електроенергії складає при цьому більш ніж 50%, що дає змогу відшкодувати витрати на впровадження таких керованих ОУ на протязі 1,5 – 2 років.

Досвід експлуатації систем автоматизованого управління освітленням за кордоном довів, що економічно більш вигідною є централізована система керування, при якій ПРА в світильниках регулюються за допомогою одного силового блоку . Такі системи можуть бути укомплектовані стандартними пультами керування, завдяки чому велика кількість світильників може керуватись від одного блоку по команді з лінії, або таймером по астрономічному календарному часі.

При цьому центральний блок управління встановлюється на стороні електророзподільного пристрою і налаштовується на забезпечення нормованого рівня освітленості. Від нього сигнали управління надходять на регулятори потужності джерел світла. При цьому всі світильники комплектуються стандартними електромагнітними баластами і запалюючими пристроями для розрядних ламп високого тиску. У випадку використання РЛВТ типу ДНаТ, така система дає змогу регулювати світловий потік в межах від 100% до 50%, що відповідає зміні потужності від 100% до 65% .

Дискретне регулювання режимів ОУ може здійснюватись також завдяки використанню баластних дроселів з відводами, які приєднуються до мережі за допомогою контактів реле або тиристорів. Але для реалізації такої системи регулювання необхідні додаткові дроти для передачі команд управління.

Позитивним результатом роботи регуляторів з електромагнітними ПРА і нестандартною формою струму є також підвищена світлова віддача в режимі неперервного світлорегулювання. Зокрема, при зниженні світлового потоку на 50% споживання електроенергії складало лише 45% .

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Шахназаров К.А.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Прогрес в області джерел світла для зовнішнього освітлення привів до використання в установках висвітлення найбільше енергоефективних газорозрядних ламп високого тиску (ЛВТ). У зовнішнім освітленні застосовуються натрієві лампи високого тиску (НЛВТ), а також, в окремих випадках, більш дорогі металогалогенні лампи (МГЛ), що володіють спектром, найбільш близьким до спектра Сонця. Ці типи ламп практично повністю витиснули ртутні лампи високого тиску (РЛВТ). В останні роки з'явилися рішення зі яскравими білими світлодіодами що вкриті жовтим люмінофором – так званим свержаскравими білими світлодіодами (СБС).

Традиційний спосіб економії енергоспоживання при керуванні такими міськими установками полягає у відключенні 1/3 або 2/3 світильників у нічний час (на 4-5 годин), коли знижується активність населення й інтенсивність дорожнього руху. Такий найпростіший спосіб економії забезпечує сумарну економію електроенергії до 15-30%, але створює надзвичайно більшу нерівномірність освітленості й, тому, не рекомендується для використання міжнародною комісією з висвітлення МКО через негативний вплив на безпеку дорожнього руху. Рекомендований МКО метод енергозбереження припускає зменшення рівня освітлення від кожного світильника (регулювання яскравості диммирування). При цьому, згідно СНП 23-05-95, дозволяється знижувати рівень освітлення в нічний час на 50%, а у вечірній і ранковий час на 30% й 50% при зменшенні інтенсивності дорожнього руху в 3 й 5 разів відповідно. При реальному часі нічного режиму при диммируванні стабілізації живлення економія електроенергії може доходити до 30-35%. Додаткові можливості енергозбереження полягають у наступному:

- зменшення втрат електроенергії в ПРА ($\approx 5\%$);
- використання більш економічних режимів роботи ПРА и ламп, в тому числі без т.н. «перерозпалювання» ($\approx 5-10\%$);
- використання при диммируванні проектних запасів по освітленості з урахуванням старіння ламп і урахування їх забруднення та періодичної очистки ($\approx 5-15\%$);
- використання повного відключення окремих освітлювального обладнання (накшталт - реклами);

- особистий підлаштунок необхідного світового потоку світільника під який потребує номіналу при запуску освітлювального обладнання.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ SMART GRID

Щербина М.Д.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Практика й аналіз діяльності західних електромережних компаній показали, що забезпечити оптимальний розвиток електричних мереж з одночасною їхньою модернізацією можливо лише в сполученні з оптимізацією системи керування мережею на основі інтелектуальної електричної мережі, що дозволяє забезпечити мінімальний рівень втрат електроенергії, мінімальні витрати на свій зміст і дає можливість споживачам оптимізувати витрати на користування електричною енергією.

В основу концепції Smart Grid покладена цілісна й всебічно погоджена система поглядів на роль і місце електроенергетики в сьогоденні й майбутньому, цілей і вимог до її розвитку, підходів до їхньої реалізації й створення необхідного технологічного базису.

На дійсному етапі розвитку під Smart Grid розуміється набір програмно-апаратних засобів, які сприяють підвищенню ефективності виробництва, розподілу й передачі електроенергії.

При цьому під ефективністю мається на увазі:

- децентралізація функцій генерації й керування потоками електроенергії й інформації в енергетичній системі;
- зниження витрат на генерацію, розподіл і передачу електроенергії;
- оперативне усунення несправностей;
- можливість передачі електроенергії й інформації у двох напрямках, що є важливою умовою для більше інтенсивного розвитку розподіленої й поновлюваної енергетики.

Концепція Smart Grid припускає активну роль споживача енергії, коли він стає, з одного боку, активним суб'єктом розробки й прийняття рішень по розвитку й функціонуванню енергосистеми, а з іншого боку - об'єктом керування, що забезпечує реалізацію ключових вимог. З'явилось навіть нове поняття «Prosumer» (від англ. producer + consumer).

Більше того, інтелектуальна мережа повинна бути результатом активної взаємодії держави, енергокомпаній й споживача, коли всім трьом сторонам однаково не вигідно порушувати загальні правила ро-

боти усередині мережі й при цьому кожен учасник одержує свою економічну вигоду.

Крім того, інноваційна спрямованість концепції Smart Grid й її реалізація дає поштовх до переходу до нового технологічного укладу в електроенергетиці й в економіці в цілому.

За деякими оцінками використання технології Smart Grid у США, де створення інтелектуальних мереж є одним з національних пріоритетів, дозволить країні до 2020 року заощадити біля \$ 1,8 трлн. за рахунок зниження споживання енергії й підвищення надійності.

У звіті, що вийшов днями, Американської ради по енергоефективній економіці (American Council for an Energy-Efficient Economy, ACEEE) зазначено, що поточний обсяг енергоспоживання в США можна знизити на 22%, якщо ввести так названу «інтелектуальну енергоефективність».

Мова йде про те, щоб відмовитися від підходу до енергоефективності з погляду окремих пристроїв і приладів, наприклад, автомобіля або холодильника.

Потрібне мислення категоріями складних систем (міст, транспортних систем й інших мереж), зв'язаних між собою за допомогою Інтернету й комп'ютерних технологій.

У звіті робляться висновки про те, що дідівські методи підвищення енергоефективності йдуть у минуле.

Раніше досягнення в області енергоефективності багато в чому залежали від удосконалення окремих товарів, пристроїв й устаткування - лампочок, електромоторів, автомобілів.

Звичайно, технологічна модернізація окремих пристроїв збереже свою значимість.

Але для рішення прийдешніх завдань в енергетику потрібно дивитися в майбутнє й застосовувати системний підхід для розширення масштабів енергоефективності.

Системи комунальних послуг, «розумні» міста, транспортні системи й комунікаційні мережі, засновані на інтелектуальній ефективності, можуть стати новою реальністю на території США, підтримати національну й регіональну економіку, забезпечуючи їхній ріст і процвітання навіть в умовах виснаження ресурсів.

Рішенням цієї проблеми може стати реалізація планів японського консорціуму Digital Grid Consortium по будівництву енергосистем, у яких потоки електроенергії оброблялися б так само, як дані в інтернеті. Такий підхід має на увазі ефективне керування енергетичними потоками і їхнім розподілом за допомогою маршрутизаторів по принципах,

на яких побудовані інформаційні системи. Відповідно, у нових енергосистемах будуть і свої провайдери сервісів.

Експерти вважають, що найбільш значимий внесок у підвищення енергоефективності варто очікувати від телекомунікаційних й інформаційних технологій - Information and Communication Technology (ICT).

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

Соляник О.В.

Науковий керівник – Коляда О.Ю., канд. техн. наук, доцент.

Країна має багатющий потенціал поновлюваних джерел - це енергія вітру, мала гідроенергетика, сонячна і геотермальна енергія, а також енергія біомас. Проте в енергетичному балансі України їх частка поки не перевищує 0,1%, причому в основному це вітроенергетика. За роки незалежності в Україні розгорнене будівництво п'яти промислових вітроелектростанцій загальною проектною потужністю 226 МВт, з них на сьогодні вже введено в експлуатацію 72 МВт потужностей. До 2030 року частку поновлюваних джерел передбачається збільшити в п'ять разів. Проте і тоді питома вага цих джерел буде в 200 разів нижче, ніж норма, що діє, для країн Європейського Союзу. Такі низькі темпи розвитку вітроенергетики обумовлені дефіцитом засобів, а також наявністю в країні величезного надлишку генеруючих потужностей теплових і атомних електростанцій. Оголосивши про намір стати членом Європейського Союзу, уряду України необхідно різко прискорити розвиток вітроенергетики. Стартові умови для такого прискорення вже створені.

Наша країна займає 25-е місце в світі і 14-і в Європі по об'ємах виробництва вітрової електроенергії і вважається лідером не тільки серед країн СНД, але і Східної Європи. Створювати вітрову енергетику Україна почала з 1997 року. За даними Європейської вітроенергетичної асоціації, до 2020 року потужності ВЕС в країнах Європи в середньому складуть 10% від загального енерговиробництва. Це дозволить заощадити 13 млрд. євро, які не будуть витрачені на придбання органічного палива. Але головне, в навколишнє середовище не буде викинуто 523 млн. тонн вуглекислого газу, що забезпечить на третину виконання вимог Кіотського протоколу по поліпшенню клімату на Землі. До 2025-го Європа доведе потужності ВЕС до 12% від загального енерговиробництва - все буде встановлено 1245 гігават, що зіставно з потужністю 1200 ядерних блоків-мільйонників. Об'єм інвестицій в створення такого потенціалу в Європі складе 70 млрд. євро. При цьому

собівартість вітрової енергії знизиться з нинішніх 5 центів до 3,5, тоді як вартість енергії вугільних станцій залишиться на рівні п'яти центів. Україна має такий же потенціал для будівництва ВЕС, як і Германію, а там вітроенергетика вже заміщає шість атомних енергоблоків. Будівництво ВЕС ведуть не тільки багаті країни, але і що розвиваються - Індія, Пакистан, Китай, Бразилія. Україна теж повинна прискорити розвиток вітроенергетики.

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ПОШКОДЖЕННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Берчук І.В.

Науковий керівник – Воронай В.Г., ст. викладач

У багатьох випадках причинами аварійних ситуацій, пов'язаних з порушенням електропостачання, є пошкодження кабельних ліній (КЛ). Тому при експлуатації КЛ необхідно знати які причини та недоліки призводять до пошкодження КЛ і попереджати їх.

До таких недоліків, які значно знижують надійність кабелів, відносяться: осушення ізоляції із-за переміщення чи стікання пропиточного складу, електричне старіння ізоляції, висихання ізоляції кабелів, працюючих у важких теплових режимах, часто пов'язане з розщепленням пропиточного складу (кристалізація) і інше. В момент аварії кабель часто отримує вторинні пошкодження (обжигается дугою, деформується внутрішнім тиском, поглинає вологу через пошкоджене місце тощо).

Оболонка кабелю є одним з важливіших конструктивних елементів силового кабелю. Ізоляція кабелю може залишити високі діелектричні властивості тільки в тому випадку, якщо відсутня можливість проникнення в неї повітря чи вологи.

Свинцева або алюмінієва оболонки є герметизуючим покривом кабелю. Тривала припустиме механічне навантаження для свинцю $0,1 \text{ кг/мм}^2$, для алюмінію $0,8 \text{ кг/мм}^2$. На відміну від свинцю алюміній є вібростійким матеріалом, але набагато уступає йому в стійкості до дії ґрунтової корозії. Крім заводських дефектів, які призводять до пошкоджень можуть бути такі:

1) механічні пошкодження, які були нанесені при прокладці чи послідоючих розкопках і інших будівельних роботах, виконуваних в зоні кабельних трас;

2) спіралеподібні вспучини (інколи тріщини) як результат тривалої дії циклів нагріву та охолодження чи значних перевантажень кабелю більш припустимих норм;

3) міжкристалльні руйнування свинцевої оболонки під дією струсів та вібрацій;

4) ґрунтова, хімічна корозія під впливом різноманітних хімічних реагентів, які містяться в ґрунті;

5) руйнування оболонок кабелів блукаючими струмами електрифікованого транспорту.

Місцеві механічні пошкодження оболонок легко встановлюються по зовнішньому вигляду, так як вони супроводжуються пошкодженнями джутових покрівів і сталльної броні. У більшості випадків опиняється пошкодженою і ізоляція кабелю.

Механічні пошкодження носять локальний характер і після усунення пошкодженої ділянки і монтажу вставки КЛ може продовжувати бути в роботі. Міжкристалльне руйнування свинцевої оболонки – це рекристалізація свинцю, зріст кристалів і втрата зв'язку між кристалами. По зовнішньому вигляду в початковій стадії на оболонці з'являється сітка мілких тріщин. У подальшому тріщини все більш збільшуються і розтріскування оболонки супроводжується випаданням з неї груп кристалів або навіть окремих шматків оболонки. Масштаб міжкристалльних руйнувань (довжина пошкодженої ділянки кабелю) залежить від характеру впливу, викликаючого сотрясіння та вібрацію кабелю. Найчастіше це вертикальна ділянка кабелю при переході КЛ у повітряну, де струси утворюються проводами повітряної лінії. Це можуть бути ділянки кабелів на підходах до обертаючихся машин, утворюючими значні вібрації, переходи КЛ під залізодорожними шляхами чи шосе, місця прокладки кабелів по мостах, де вібрацію і струси створює рухаючийся транспорт. Наявність в продуктах корозії перекісі (двоокісі) свинцю вказує на її електричне походження від блукаючих струмів. Характерним є колір продуктів корозії. Двоокись свинцю, утворюєма при протіканні блукаючих струмів має коричневий колір (бурий осадок). Продукти хімічної корозії найбільш часто мають білий колір, інколи з блідно-жовтим чи блідно-рожевим відтінком. При багатократних вигинах кабелю, пов'язаних з розматуванням, прокладкою, протяжкою в трубах і т.д., в місцях виникнених гофр алюмінієва оболонка дає продольну тріщину чи підрізається сталльною бронестрічкою. При встановленні муфт необхідно звертати увагу на стан висихання ізоляції, розщеплення пропиточного матеріалу та випадання каніфолі.

Для пошуку місця пошкодження на КЛ пропонується використовувати такі засоби:

1) при низькоомних пошкодженнях:

- генератор високої частоти та пошукова електромагнітна котушка;

- ударна установка та акустичний прилад;
 - локаторна установка (метод відображеного імпульсу).
- 2) при високоомних пошкодженнях:
- ударна установка та пошукова електромагнітна котушка;
 - ударна установка та акустичний прилад.
- 3) локаторна установка (метод «імпульсної (ударної) локалізації» або метод «локалізації перекриттям дугою»).

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАПРУГИ

Надєєвець А.С.

Науковий керівник – Воронай В.Г., ст. викладач

За наявними оцінками, проблеми якості електроенергії обходяться промисловості й у цілому діловому співтовариству Європейського Союзу (ЄС) близько 10 млрд. євро в рік. При цьому найбільше, що часто зустрічається аварією для енергомереж розвинених країн є провали напруги - короткочасне зниження напруги, пов'язане з різким збільшенням навантаження в мережі.

Зовсім інша картина спостерігається в електромережах України. Почнемо з того, що підвищена напруга у вітчизняних мережах, зустрічається так саме часто, як і знижена. Збої електроживлення, викликані зміною частоти, «обгоранням нуля», високим рівнем електромагнітних перешкод, наявністю постійної або високочастотної складової напруги.

Найбільше, що найчастіше зустрічається, аварією в електромережах є знижена напруга. Однак, на відміну від короткочасних провалів напруги, характерних для більшості країн, для нас більше характерні тривалі осідання напруги, що мають яскраво виражений циклічний або сезонний характер.

Постійно знижена напруга спостерігається в сільських і замських мережах. Це зв'язано, у першу чергу, з великою довжиною мереж, а в другу чергу, недоліком генеруючих і перетворюючих потужностей. Цей фактор зовсім не враховувався при проектуванні й масовому будівництві дачних селищ, викликаних «бумом» 90-х років минулого століття.

Не менш часто зустрічаються зони або навіть цілі регіони з постійно підвищеною напругою.

Різновиди стабілізаторів напруги.

Досягти стабільності напруги на виході електроприладу можна різними способами. Електротехніками розроблені десятки варіантів стабілізуючих схем, однак на практиці не всі вони виявилися однаково

ефективними і доступними. Сьогодні зустріти стабілізуючий обладнання наступних типів:

1. Східчасті стабілізатори напруги на твердотільних або механічних реле, в основі конструкції яких лежить звичайний трансформатор. На первинну обмотку подається мережевий струм, вихідна напруга знімається з вторинних обмоток, перемикання між якими здійснюється реле. Як правило, крок перемикання становить 10-15 В, тобто коригуються коливання напруги від 5-7% і вище. Це не кращий показник, проте ступінчаста схема найбільш дешева у виробництві і доступна масовому споживачеві.

2. Електромеханічні стабілізатори напруги. Вони теж використовують трансформатор як основу конструкції, проте зміна кількості витків вторинної обмотки відбувається не за допомогою реле, а за допомогою переміщення контактної щітки по обмотці. Ці пристрої надійніші, але і більш дорогі в порівнянні зі східчастими. Крім того, їх швидкодія залишає бажати кращого, і різкі скачки напруги не встигають повністю згладжуватися.

3. Ферорезонансні стабілізатори напруги на сьогоднішній день практично не використовуються в побуті через великі розмірів і високої вартості. Однак їх надійність і точність роботи вище всяких похвал, тому вони застосовуються там, де необхідна стабільна робота чутливої техніки.

4. Стабілізатори напруги на основі подвійного перетворення струму. Це дуже дорога, але високоефективна апаратура. Спочатку змінний мережевий струм перетвориться в постійний, а потім відбувається зворотне перетворення постійного струму в змінний. При цьому згладжуються найменші коливання параметрів, і на виході отримують стабільну напругу і силу струму.

РЕГУЛЮВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИРИСТОРНОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Фірсов Д.В.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

На теперішній час тиристорні компенсатори реактивної потужності (ТКРП) знаходять широке застосування в розподільчих мережах промислових підприємств. В існуючій літературі не наведені регульовальні характеристики ТКРП, тому виникає задача їх визначення.

Для визначення регульовальних характеристик ТКРП використана лабораторна установка, силова схема якої представлена на рис. 1. Схема містить батарею конденсаторів, яка є джерелом реактивної пот-

ужності ТКРП. Для регулювання реактивної потужності ТКРП слугують послідовно з'єднані реактор і тиристорний регулятор. Шляхом зміни кута керування тиристорного регулятора можна регулювати значення реактивної потужності реактора, а отже і реактивну потужність ТКРП.

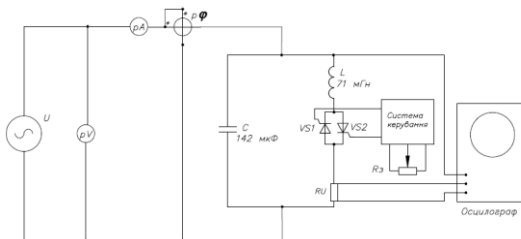


Рисунок 1 – Схема лабораторної установки для визначення регулювальних характеристик

Експериментальні дослідження полягають у зміні кута відкриття тиристорів і у фіксації діючого значення напруги живлячої електричної мережі; діючого значення струму ТКРП; кута зсуву фаз між напругою мережі і струмом з визначенням індуктивного або ємнісного характеру струму; осцилограм струму реактора і напруги мережі.

Таблиця 1 – Результати вимірювань

Кут керування, град.	Діючий струм, А	Кут зсуву струму, град.	Характер струму
1	2	3	4
180	10,25	88,5	ємнісний
148	9,25	88	ємнісний
132	8	86,5	ємнісний
130	6,25	84	ємнісний
124	5,13	80	ємнісний
117	3,75	69,5	ємнісний
111	3,13	38	активний
104	3,5	56,5	індуктивний
101	5	69	індуктивний
92	7,75	75	індуктивний

Для кожного дослідження визначався кут відкриття тиристорів і миттєві значення струму реактора в 10 точках через рівномірні

проміжки часу. Отримані значення струму були використані для визначення вмісту гармонік у струмі реактора шляхом здійснення операції дискретного перетворення Фур'є. Діючі значення гармонік струму реактора ТКРП були використані для побудови графіків, а значення першої гармоніки, для визначення реактивної потужності ТКРП, що визначалась за формулою $Q = Q_1 - Q_c$, де Q_c – реактивна потужність батареї конденсаторів; Q_1 – реактивна потужність першої гармоніки струму реактора, $Q_1 = UI \sin \varphi_1$, де U – напруга мережі; I_1 – діюче значення першої гармоніки струму реактора; φ_1 – кут зсуву фаз між напругою і першою гармонікою струму реактора.

Обробка експериментальних даних проводилась в програмному середовищі Matlab. За результатами математичної обробки експериментальних досліджень побудовані графіки регулювальних характеристик ТКРП, які представлені на рисунку 2.

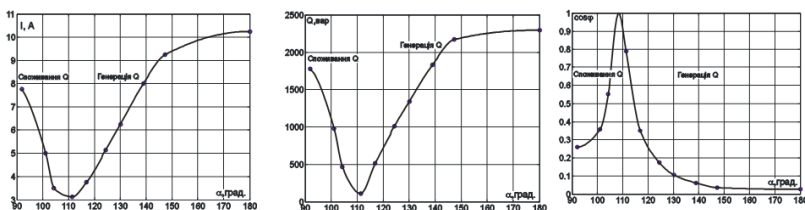


Рисунок 2 – Залежності струму, реактивної потужності і коефіцієнта потужності ТКРП від кута відкриття тиристорів

Таким чином, проведені експериментальні дослідження з наступною їх математичною обробкою дозволили отримати загальний вигляд регулювальних характеристик тиристорного компенсатора реактивної потужності. Отримані результати в подальшому можуть бути апроксимовані аналітичними виразами для побудови систем автоматичної стабілізації коефіцієнта потужності.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕОРІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ FRYZE ДЛЯ НЕСИНУСОЇДНИХ РЕЖИМІВ

Афанасьєв А.С.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

На теперішній час існує низка теорій реактивної потужності при несинусоїдних режимах, яким присвоєні імена їх авторів. Спільною проблемою цих теорій є неповне розкриття фізичного змісту отриманих математичних виразів, з одного боку, а з іншого – недостатність експериментальних підтверджень щодо їх достовірності. Тому задача

експериментального підтвердження достовірності теорій реактивної потужності при несинусоїдних режимах є актуальною.

В якості об'єкта для моделювання реактивної потужності несинусоїдного режиму приймаємо асинхронний двигун потужністю 3,5 кВт з такими параметрами: активні опори обмоток статора і ротора відповідно 2,09 Ом і 0,77 Ом, реактивні опори розсіювання обмоток статора і ротора відповідно 1,565 Ом і 0,73 Ом. В якості електричної моделі асинхронного двигуна приймаємо класичну Т-подібну заступну схему. Для створення режиму несинусоїдного струму використовуємо тиристорний регулятор напруги. Для виділення реактивної складової з повного струму використаємо відомий спосіб за допомогою, так званого, зворотного діода, який вмикається паралельно моделі двигуна в неспроможному напрямку відносно напруги джерела живлення. З урахуванням зворотного діода складемо відповідну Matlab-модель, показано на рис. 1.

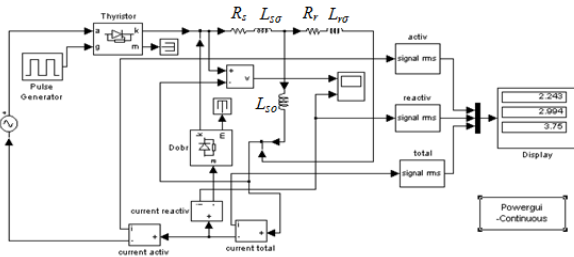


Рисунок 1 - Matlab-модель для визначення складових несинусоїдного струму

Модель складається з наступних елементів: тиристор Thyristor з блоком завдання кута керування Pulse generator; Т-подібна модель двигуна, паралельно якій ввімкнений зворотній діод D_{obr} для виділення реактивної складової струму; вимірювачі струму мережі "current aktiv", струму зворотного діода "current reaktiv" і повного струму "current total" та блоки "signal rms" для розрахунку діючих значень струмів. Модель працює наступним чином. Коли позитивна напівхвиля напруги джерела досягає нуля, тиристор вмикається, тобто, відключає обмотку статора від джерела. Оскільки на аноді діода з'являється позитивний потенціал від електрорушійної ЕРС самоіндукції обмоток, зворотній діод вмикається і через нього протікає струм. Оскільки струм через зворотній діод спричинений ЕРС самоіндукції і не повертається в мережу, то, згідно теорії Fryze, це реактивний струм. В мережі протікає активний струм, оскільки, згідно теорії Fryze співпадає за фазою з напругою, а у колі обмоток двигуна протікає повний струм, як

сума активного та реактивного. На рис. 2 показані осцилограми, отримані на моделі (а) і експериментально на реальному двигуні (б).

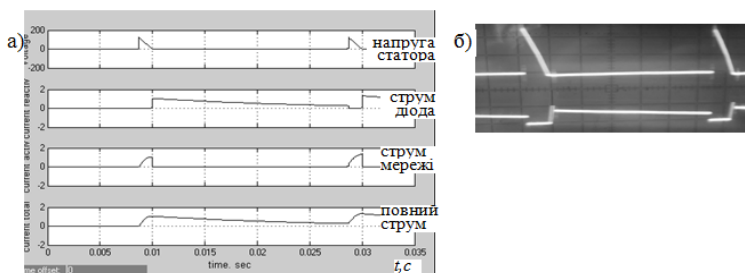


Рисунок 2 – Осцилограми напруги і струмів розраховані на моделі (а) та отримані на реальному двигуні (б)

Результати моделювання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Діючі значення струмів, отримані на моделі

Кут керування тиристора α , сек	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005
Діючий струм мережі (активний) I_a , А	0,08213	0,4564	1,197	2,284	3,649
Діючий струм діода (реактивний) I_p , А	0,269	1,101	2,368	3,923	5,602
Діючий струм обмотки (повний) I_n , А	0,2805	1,192	2,657	4,542	6,69

З осцилограм видно, що напруга статора співпадає за фазою зі струмом мережі, отже, струм мережі є активний струм. При вимкненому тиристорі через зворотній діод протікає струм від ЕРС самоіндукції і не повертається в електромережу, згідно теорії Fryze, це є реактивний струм. Окрім цього, осцилограми миттєвого струму відповідають першому закону Кірхгофа, тобто, алгебраїчна сума струмів вузла електричної схеми дорівнює нулю. Повний миттєвий струм статора складається з активної і реактивної складових. Моделювання на імітаційній моделі, достовірність роботи якої підтверджена осцилограмами на реальному асинхронному двигуні, показало, що теорія Fryze достовірно описує реактивну потужність при несинусоїдних режимах і може бути використана при розрахунках параметрів компенсуючи пристроїв.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИБОРУ ПЕРЕРІЗІВ ЖИЛ КАБЕЛІВ

Бекян Г.О.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

З появою перших ліній електропередачі, вчених і фахівців в області електроенергетики не переставало хвилювати питання вибору оптимального перерізу провідника як з економічної, так і з технічної точки зору.

Серед нормативних документів і довідників одним з основних при проектуванні систем електропостачання є Правила пристрою електроустановок (ПУЕ). Стосовно до вибору перерізів жил кабелів ПУЕ рекомендує методи вибору за нагріванням та за економічною щільністю струму $J_{\text{жк}}$ (в А/мм²). Якщо переріз жили, виходить менше перерізу, необхідного за іншими умовами, то повинне прийматися найбільший переріз, необхідний цими умовами. Навчальна спеціалізована література в області проектування систем електропостачання також рекомендує методи вибору перерізів жил кабелів по нагріванню й по $J_{\text{жк}}$ як основні для КЛ 0,38-10 кВ.

Провідники будь-якого призначення повинні задовольняти вимогам відносно гранично допустимого нагрівання з обліком не тільки нормальних, але й післяаварійних режимів, а також режимів у період ремонту й можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями.

Актуальність досліджень полягає в тому, що після закріплення появи перших норм на економічну щільність струму в державних стандартах, на сторінках наукових журналів розгорнулася сильна полеміка. Вчені вважають необґрунтованим ту думку, що рекомендовані значення $J_{\text{ек}}$ завищені й ці величини мають потребу в перегляді, а, навпроти, акцентують увагу на тому, що дані норми визначають середній рівень витрат, а сама «економічна щільність струму не завжди є головним чинником, що визначає конфігурацію проектованої мережі, але вона дає додатковий критерій для вибору найбільш економічного варіанта».

Можна відзначити, що основна частина досліджень за даною проблемою пов'язана з пошуком підходящої формули для $J_{\text{ек}}$. Переважна більшість вчених електроенергетиків визнавали необхідність перегляду значень $J_{\text{ек}}$ ще із часів її першого нормування. У міру наближення економічних умов в Україні до ринкового з'являється багато робіт, у яких автори призивають до відмови від нормування значень $J_{\text{жк}}$ і пропонують нові методи.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЧНОГО ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВУ

Кіян С.В.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Автоматичне включення резерву (АВР) призначене для швидкого автоматичного включення резервного джерела живлення до споживача в тих випадках, коли має місце відмова основного джерела електроживлення.

АВР є основним видом автоматизації в електропостачанні промислових підприємств. Воно передбачається на вводах, секційних вимикачах і силових трансформаторах і дає можливість швидкого і безпомилкового відновлення живлення, оскільки виключаються неправильні операції, що можуть мати місце при ручних перемикачів.

Цей пристрій, як правило, передбачається для всіх відповідальних споживачів та широко застосовують в міських електричних мережах для забезпечення надійного живлення як розподільних, так і трансформаторних підстанцій. Для автоматичного включення вимикача резервної лінії використовують вантажні або пружинні приводи. Щоб спростити пристрій автоматики, в схемах АВР не передбачено самовідновлення схеми живлення при включенні напруги на лінії основного живлення.

Пристрої АВР широко застосовують на електростанціях, а також підстанціях, що живляться від двох і більше ліній або трансформаторів. На електростанціях пристрої АВР використовують для включення резервних трансформаторів і ліній власних потреб.

Пристрої АВР складаються із двох частин. До першої частини відносяться пристрої захисту мінімальної напруги, що доповнюють пристрої захисту робочого джерела живлення. Останні при включених пристроях АВР забезпечують відключення робочого джерела живлення з боку приймачів у всіх випадках, коли живлення приймачів електроенергією припиняється. До другої частини відноситься автоматика включення, що забезпечує автоматичне включення резервного джерела живлення при відключенні вимикача робочого джерела.

При спрацьовуванні пристрою АВР час перерви живлення споживачів складається із суми часу дії захисту, відключення вимикача робочого джерела живлення й включення вимикача резервного джерела живлення. При наявності швидкодіючих реле, вимикачів і приводів цей час становить 0,4...0,5 с.

ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЧНОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Балюк О.С.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Багаторічний досвід експлуатації ліній електропередачі показав, що значна частина коротких замикань (к.з.), викликаних перекриттям ізоляції, схлестуванням проводів і іншими причинами, під час досить швидкому вимкненні ліній релейним захистом самоусувається. При цьому електрична дуга, що виникла в місці к.з., гасне, не встигнувши викликати істотних руйнувань, що перешкоджають повторному включенню лінії під напругу. Такі uszkodження, що самоусуваються, прийнято називати нестійкими. Статистичні дані про пошкодзованість ліній електропередачі за тривалий період експлуатації показують, що частка нестійких uszkodжень досить висока і складає 50-80%.

З огляду на те, що відшукування місця uszkodження на лінії електропередачі шляхом її обходу вимагає тривалого часу і, що багато uszkodжень носять нестійкий характер, звичайно після ліквідації аварій оперативний персонал робить опробування лінії шляхом її повторного ввімкнення під напругу. Цю операцію називають повторним ввімкненням лінії під напругу. Лінія, на якій відбулося нестійке uszkodження, під час повторного ввімкнення залишається в роботі. Повторні ввімкнення при нестійких uszkodженнях прийнято називати успішними.

Рідше на лініях виникають такі uszkodження, як обриви проводів, тросів або гірлянд ізоляторів, падіння або поломка опор тощо. Такі uszkodження не можуть самоусунутись і тому їх називають стійкими. При повторному ввімкненні лінії, на котрій відбулося стійке uszkodження з коротким замиканням, лінія знову вимикається захистом. Тому повторні ввімкнення ліній при стійких uszkodженнях називають неуспішними. Повторне неавтоматичне ввімкнення ліній на підстанціях з постійним оперативним персоналом або на телекерованих об'єктах займає кілька хвилин, а на підстанціях не телемеханізованих і без постійного оперативного персоналу 0,5-1 години і більш. Тому для прискорення повторного ввімкнення ліній і зменшення часу перерви електропостачання споживачів широко використовуються спеціальні пристрої автоматичного повторного ввімкнення (АПВ).

Час дії АПВ звичайно не перевищує декількох секунд. Тому вони при успішному ввімкненні швидко подають напругу споживачам, що не в змозі забезпечити оперативний персонал. Відповідно до Правил

улаштування електроустановок (ПУЕ) АПВ обов'язково застосовується на всіх повітряних і змішаних (кабельно-повітряних) лініях напругою 1000 В та вище. Успішність дії АПВ досить висока і складає в мережах різної напруги 50-90%. Автоматичне повторне ввімкнення відновлює нормальну схему також і в тих випадках, коли вимкнення вимикача відбувається внаслідок помилки персоналу або помилкової дії релейного захисту. Пристроями АПВ оснащуються також усі поодинокі працюючі трансформатори потужністю 1000 кВА і більше, а також трансформатори меншої потужності, що живлять відповідальне навантаження. Успішність дії АПВ трансформаторів і шин так само висока, як і повітряних ліній, і становить 70–90%.

У ряді випадків АПВ успішно використовуються на кабельних і на змішаних кабельно-повітряних тупикових лініях 6–10 кВ. При цьому, незважаючи на те, що ушкодження кабелів бувають, як правило, стійкими, успішність дії АПВ складає 40–60%. Найбільш ефективне застосування АПВ на лініях з одностороннім живленням, тому що в цих випадках кожна успішна дія АПВ відновлює живлення споживачів і запобігає виникненню аварії внаслідок припинення живлення споживачів електроенергією.

У кільцевих мережах вимкнення однієї з ліній не приводить до перерви живлення споживачів. Однак і в цьому випадку застосування АПВ доцільне, тому що прискорює ліквідацію ненормального режиму і відновлює нормальну схему мережі, при якій забезпечується найбільш надійна й економічна робота. В енергосистемах нашої країни застосовуються трифазні й однофазні пристрої АПВ як однократної, так і багаторазової дії. Однократними називають пристрої АПВ, що включають лінії повторно тільки один раз, і якщо лінія знову відключається захистом, то пристрій АПВ виводиться з дії й вдруге не спрацьовує. Однофазними називають пристрої АПВ, які включають повторно тільки одну фазу.

Пристрої АПВ можуть бути виконані за допомогою електричних реле або механічних пристосувань до привода вимикача. Електричні пристрої АПВ застосовують у вимикачах, які постачені електромагнітними й пневматичними приводами з дистанційним і автоматичним включенням і відключенням, механічні - у вимикачах, постачених ручними автоматичними приводами (вантажними, пружинними).

РОБОТА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ЧАСТОТНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Комеристий Д.М.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Поки в енергосистемі мається обертовий резерв активної потужності, системи регулювання частоти і потужності повинні підтримувати заданий рівень частоти. Після того як обертовий резерв буде вичерпаний, дефіцит активної потужності, викликаний вимкненням частини генераторів або увімкненням нових споживачів, спричинить за собою зниження частоти в енергосистемі. Сучасні потужні енергоблоки теплових і атомних електричних станцій, що складають основу енергетики України мають малий діапазон регулювання активної потужності, що не дозволяє виконати надійне регулювання частоти й активної потужності в необхідному діапазоні. Тому найчастіше застосовують ручне регулювання частоти. Таке регулювання частоти полягає в пуску й зупинці блоків і тому потужність міняється ступінчато, створюючи або дефіцит або надлишок активної потужності. При паралельній роботі енергосистем, вдається втримати частоту близької до номінальної за рахунок того, що по лініях електропередач протікає зрівнювальний перетік потужності, що покриває її надлишок або дефіцит. Невелике зниження частоти, на десяти герца, не представляє небезпеки для нормальної роботи енергосистеми, хоча і спричиняє погіршення економічних показників. Зниження ж частоти більш ніж на 1–2 Гц представляє серйозну небезпеку і може привести до повного розладу роботи енергосистеми. Це в першу чергу визначається тим, що при зниженні частоти знижується швидкість обертання електродвигунів, а отже, знижується і продуктивність приводимих ними механізмів власних потреб теплових електростанцій. Внаслідок зниження продуктивності механізмів власних потреб різко зменшується потужність теплових електростанцій, особливо електростанцій з турбінами високого тиску, що спричиняє подальше зниження частоти в енергосистемі. Це стосується також і атомних електростанцій. Таким чином, відбувається лавиноподібний процес – "лавина частоти", що може привести до повного розладу роботи енергосистеми.

Процес зниження частоти в енергосистемі супроводжується також зниженням напруги, що відбувається внаслідок зменшення частоти обертання збудників, розташованих на одному валові з основними генераторами. Якщо регулятори збудження генераторів і синхронних компенсаторів не можуть втримати напругу, то також може виникнути лавиноподібний процес - "лавина напруги", тому що зниження напруги

супроводжується збільшенням споживання реактивної потужності, що ще більш ускладнює стан енергосистеми.

Аварійне зниження частоти в енергосистемі, викликане раптовим виникненням значного дефіциту активної потужності, протікає дуже швидко, протягом декількох секунд. Тому черговий персонал не встигає прийняти яких-небудь мір. Тому ліквідація аварійного режиму повинна покладатися на пристрої автоматики.

Для запобігання розвитку аварії повинні бути негайно мобілізовані усі резерви активної потужності, які є на електростанціях. Всі обортові агрегати завантажуються до межі з врахуванням допустимих короткочасних перевантажень. Оскільки обортовий резерв невеликий, він не може покрити великий дефіцит потужності, що виник у вузлі.

При відсутності обортового резерву єдино можливим способом відновлення частоти є вимкнення частини найменш відповідальних споживачів. Це і здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – автоматів частотного розвантаження (АЧР), що спрацьовують при небезпечному зниженні частоти.

Слід зазначити, що дія АЧР завжди зв'язана з визначеним збитком, оскільки вимкнення ліній, що живлять електроенергією промислові підприємства, сільськогосподарські та інші споживачі, спричиняє недовиробіток продукції, появу браку тощо. Незважаючи на це АЧР широко використовується в енергосистемі як засіб запобігання значно великих збитків через повний розлад роботи енергосистеми, якщо не будуть прийняті термінові заходи для ліквідації дефіциту активної потужності.

Глибина зниження частоти залежить не тільки від дефіциту потужності в перший момент аварії, але і від характеру навантаження. Споживання потужності одною групою споживачів, до якої відносяться електроосвітлювальні прилади й інші установки, що мають чисто активне навантаження, не залежить від частоти і при її зниженні залишається постійним. Споживання ж іншої групи споживачів – електродвигунів змінного струму при зменшенні частоти знижується. Чим більше в енергосистемі частка навантаження першої групи, тим більше понизиться частота при виникненні дефіциту активної потужності. Навантаження споживачів другої групи буде до деякої міри згладжувати ефект зниження частоти, оскільки одночасно буде зменшуватися споживання потужності електродвигунами.

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ВВОДІВ І ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ ПІД РОБОЧОЮ НАПРУГОЮ

Гапонов Д.С.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Аналіз досвіду експлуатації вводів і трансформаторів струму (ТС) дозволяє зробити наступні висновки:

Для розробки ефективної системи діагностики необхідно встановити характер дефекту, розвиток якого дійсно приводить до ушкодження встаткування, і час розвитку дефекту.

Характер дефекту визначає вибір діагностуючого параметра, а час розвитку дефекту – періодичність між вимірами цього параметра.

Характерними дефектами для вводів є зволоження, утворення провідних відкладень на внутрішній поверхні порцелянової покривки вводу, відхід масла. Розвиток таких дефектів приводить до зміни тангенса кута діелектричних втрат основної ізоляції, у тому числі й до зменшення його величини. У міру розвитку дефекту з'являються часткові розряди і надалі електричний пробій.

Характерними дефектами для ТС є місцеві дефекти, розвиток яких приводить або до теплового пробою, або до появи часткових розрядів і електричному пробію основної ізоляції.

Такі дефекти на ранній стадії розвитку можуть бути виявлені вимірами тангенса кута діелектричних втрат під робочою напругою й тепловізними вимірами.

Швидкість розвитку дефекту в вводах і ТС становить менш одного року, тому необхідно контролювати встаткування не рідше двох разів у рік, а при виявленні дефекту в початковій стадії розвитку - 1 раз в 1-3 місяця залежно від одержуваних показників. Крім того, необхідно контролювати ТС після експлуатаційних впливів, що викликають появу дефекту (вплив струмів КЗ і високочастотних перенапруг).

При переході на виміри під робочою напругою необхідно вирішити наступні три проблеми:

- забезпечити безпечне підключення вимірювальної схеми до апарата без його відключення;
- забезпечити наявність і можливість підключення до еталонного об'єкта при вимірах за мостовою схемою;
- інтерпретувати й нормувати результати вимірів відповідно до вимог директивних документів і наявного досвіду діагностики.

Безпека підключення вимірювального моста до вимірювального виводу високовольтного апарата під робочою напругою забезпечується тим, що ці висновки заздалегідь при черговому відключенні з'єднують

відрізками екранованого кабелю із пристроєм УКІ, що дозволяє без розриву струму в ланцюзі "вимірювальний вивід - заземлення" включити в цей ланцюг вимірювальне або еталонне плече моста. Ці пристрої встановлюють на доступній висоті (~1,5 м) на баку силового трансформатора, вимикача або на стійці ТС.

Пристрій для підключення вимірювальних схем до вимірювального виводу вводу або ТС повинне задовольняти наступним технічним вимогам:

1. Підключення вимірювальної схеми повинне проводитись без розриву струму в ланцюзі заземлення вимірювального виводу вводу.

2. Повинна бути виключена можливість відключення вимірювальної схеми без попереднього заземлення вимірювального виводу вводу або ТС також без розриву струму в ланцюзі заземлення вимірювального виводу.

3. Пристрій не повинен вносити погрішностей у вимірювальну схему.

4. Пристрій повинен зберігати працездатність і високий рівень ізоляції протягом усього строку експлуатації вводу або ТС.

5. Пристрій повинен дозволяти робити прямі виміри стандартів ізоляційних характеристик, прийнятих в "Нормах випробувань електроустаткування", а також будь-яких інших вимірів, для виконання яких необхідне підключення схеми виміру до вимірювального виводу.

Істотною перевагою вимірів під робочою напругою є можливість одночасного виміру всіх апаратів об'єкта при одному режимі роботи встаткування й стабільних параметрів навколишнього середовища. Це дозволяє використовувати статистичний фактор при обробці результатів вимірів і їхній оцінці, що збільшує ефективність діагностики.

При організації контролю треба відповідно до загальноприйнятих правил техніки безпеки скласти інструкцію й методику по проведенню таких вимірів і затвердити в керівника підприємства. Крім того, необхідно підготувати місцеві Норми випробувань і узаконити їх Вказівкою головного інженера підприємства або енергосистеми.

Освоїти практично виміри під робочою напругою простіше всього на встаткуванні, виведеному з роботи, з подачею напруги від іспитової установки з повною імітацією вимірів під робочою напругою. Після отримання необхідних навичок у підключенні схем вимірів і самих вимірів переходять безпосередньо на виміри під робочою напругою.

ВПЛИВ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРОВОДА ЛЕП

Черкашин О.О.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р фіз.-мат. наук, проф.

Актуальність роботи полягає в необхідності вирішення проблеми забезпечення надійної роботи повітряних високовольтних ліній електропередач (ЛЕП) в умовах впливу небезпечних атмосферних факторів, що вкрай негативно впливають на їх роботу.

Метою даної роботи є дослідження та аналіз причин пошкодження і відмов елементів повітряних ЛЕП під дією різноманітних факторів зовнішнього середовища, удосконаленню методики визначення поточного стану конструкцій і елементів ЛЕП з врахуванням різних типів ушкоджень, насамперед виникаючих під дією статичних і динамічних навантажень, з метою запобігання аварійних відключень систем електропостачання, що призводять до великих народногосподарчих втрат, обумовлених простоями технологічного устаткування і робочої сили, псуванням сировини і матеріалів, недовипуском продукції.

Об'єктом дослідження є динамічні процеси що відбуваються в проводах ліній електропередач, під дією ожеледно-вітрових навантажень, паморозі та коливань температури зовнішнього середовища.

Предметом дослідження є високовольтні ЛЕП напругою 110-750 кВ, що розташовані в шести кліматичних зонах України і підлягають дії небезпечних факторів зовнішнього середовища.

Наукова новизна полягає у тому, що на основі обробки численних статистичних даних щодо відмов систем електропостачання, отриманих за великий проміжок часу на ЛЕП різних класів напруг, що знаходяться в різних кліматичних зонах, запропоновані аналітичні вирази, за допомогою яких можна розрахувати необхідні заходи найбільш ефективного застосування пристроїв для запобігання негативній дії факторів зовнішнього середовища на системи електропостачання. Особливу увагу в роботі приділено дослідженню явищу «пляски» проводів, що спричиняє серйозні ушкодження та аварії на ЛЕП. Наявні дані свідчать, що до 90% випадків «пляски» призводять до порушень режиму роботи ЛЕП або ушкоджень їх елементів, причому тільки 30% порушень обмежуються короткочасними відключеннями і не супроводжуються перебоями в роботі ліній тривалістю від декількох годин до декількох діб. У більшості випадків ремонтно-відновлювальні роботи вимагають значних витрат і тривалого відключення ліній.

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропонована методика експертної оцінки вірогідності виникнення «пляски» проводів,

яка враховує всі фактори, що можуть зруйнувати конкретну ділянку ЛЕП. При відсутності об'єктивних даних про «пляску» чинники, що роблять найбільш суттєвий вплив на частоту, повторюваність і інтенсивність, кількісно можуть бути визначені за експертною оцінкою шляхом перемножування величин окремих чинників «пляски»: чинник вітрової активності R1 – визначається середньомісячною тривалістю дії вітрів швидкістю 6 ± 20 м/с, спрямованих під кутами від 30° до 45° до траси передбачуваної ЛЕП; R2 – інтенсивність ожеледоутворення впродовж сезону ожеледі та ін.

Результатом досліджень стали також аналітичні вирази, що діють змогу розрахувати необхідні параметри та місця розміщення пристроїв для запобігання цього та інших руйнівних явищ. Зокрема визначені відповідні коефіцієнти та формули для розрахунку параметрів ЛЕП з метою підвищення їх надійності при капітальному ремонті або реконструкції, які повинні виконуватись, щоб запобігти виникненню «пляски» провідів і подальшим їх негативним наслідкам для надійної роботи високовольтних ЛЕП.

МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Рогозенко Д.С.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р фіз.-мат. наук, проф.

Впровадження мікропроцесорних пристроїв в системах захисту та керування режимами роботи електромереж дає змогу підняти на якісно новий рівень надійність та керованість систем електроенергетики. Згідно вимог щодо правил користування електроенергією (ПКЕЕ) на об'єктах електроенергетики потужністю більш, ніж 150 кВт, необхідно впроваджувати автоматизовану систему контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ). Водночас такі об'єкти, як правило, мають окремі комплексні розподільчі пункти (РП), для захисту ліній в яких використовують захисні мікропроцесорні пристрої. Найбільш широке розповсюдження отримали однокристальні багатофункціональні мікроконтролери, які використовуються, зокрема, в системах захисту, автоматики та управління приєднаннями. Аналіз можливостей таких пристроїв свідчить, що функціональні можливості однокристальних мікропроцесорів в принципі дають змогу комплексно використовувати їх одночасно як в системах захисту та керування мереж, так і в системах автоматичного обліку електроенергії, що дозволить суттєво заощаджувати кошти при розродці таких систем.

З метою оцінки можливості реалізації такого комплексного використання багатофункціонального мікропроцесорного апарату захисту, автоматизації та управління приєднаннями, проведено аналіз його функціональних параметрів на прикладі пристрою МРЗС-5 виробництва ЗАТ «Київприлад», яким обладнуються сучасні комплексні розподільчі пристрої. Для організації системи автоматичного контролю та обліку електроенергії сучасні електронні лічильники мають такі основні функціональні елементи:

- датчики струму та напруги;
- аналого-цифровий перетворювач сигналів;
- процесор для здійснення операцій;
- інтерфейси для вивода інформації.

Такі функціональні можливості мають, наприклад, електронні лічильники на базі однокристалного мікропроцесора сімейства MCS-51. Завдяки використанню спеціалізованих математичних функцій облік електроенергії здійснюється безпосередньо в самому процесорі.

В свою чергу, мікропроцесорний пристрій МРЗС-05, окрім безпосередніх функцій захисту та автоматичного управління роботою електромереж, має додаткові функціональні можливості щодо здійснення обліку та контролю електричних параметрів мереж:

- контроль фазних та лінійних напруг;
- контроль трифазних струмів;
- контроль струмів нульової послідовності;
- контроль активної та реактивної напруги;
- контроль частоти напруги в мережі

Наявність цих функцій. В принципі, дає змогу реалізувати систему автоматичного контролю та обліку електроенергії в мережі, на базі однокристалного процесора типу МРЗС-05, розташувавши датчики струму та напруги у відповідних точках обліку та приєднавши їх до мікропроцесора. Для обробки отриманої інформації мікропроцесорний пристрій перед введенням в експлуатацію проходить конфігурацію у відповідності до конкретних потреб. Процес конфігурації може здійснюватись за допомогою персонального комп'ютера за спеціальною програмою «Конфігуратор», наприклад, через інтерфейс RS232, а передачу даних обліку на автоматизований диспетчерський пульт здійснювати через інтерфейс RS485. Таким чином, мікропроцесорний пристрій захисту, автоматики та управління функціонально придатні для комплексного використання його в тому числі і при впровадженні системі АСКОЕ, що дозволить підвищити ефективність та заощадити значні фінансові ресурси.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Соляник О.В.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р фіз.-мат. наук, проф.

В умовах скорочення споживання електроенергії промисловими підприємствами завантаження у вузлах деяких електромереж суттєво знизилось. Так, завантаження деяких силових трансформаторів інколи не перевищувало 10-15% від номінального значення, що призводить до виникнення суттєвої від'ємної похибки у системах автоматичного контролю та обліку електроенергії і, відповідно, до значних фінансових втрат енергопостачальних компаній. Завданням даної роботи було проведення дослідження впливу навантаження електромережі на величину від'ємної похибки, що виникає в системах обліку споживання електроенергії та пошук математичної моделі, що дозволяла б визначати та враховувати величину даної похибки у всьому діапазоні навантаження електромережі. Першоджерелом від'ємної похибки, що виникає в системах обліку електроенергії, як показує проведений аналіз, є, насамперед, первинні датчики струму та напруги, в якості яких використовують трансформатори струму та напруги. Причиною виникнення від'ємної похибки вимірювання струму є нелінійна залежність величини вторинного струму від первинного струму навантаження у всьому діапазоні роботи трансформатора, внаслідок чого виникає так звана струмова похибка, яка вимірюється у відсотках відносно номінального струму. Одночасно, завдяки виникненню фазового зсуву між векторами первинного струму та вторинного, виникає кутова похибка, яка також надає свій внесок в сумарну похибку датчика струму і вимірюється в градусах та хвилинах. Дослідження величини цих похибок проводилось у трансформаторів струму найбільш розповсюджених типів: ТПОЛ10-600/5, ТЛШ10-2000/5 та ТПШФД-10-3000/5 в діапазоні навантажень по первинному струму 1 – 100% номінального значення. Було встановлено, що для діапазону 1 – 10% від номінального струму навантаження трансформатора алгоритм визначення величини від'ємної похибки має вигляд:

$$\Delta f(\%) = 0,8428 \cdot \ln I_1 - 1,9617, \quad (1)$$

де I_1 – первинний струм трансформатора. Відповідно, для діапазону вимірювань 10 ÷ 100% навантаження трансформатора величина похибки може бути визначена згідно виразу: $\Delta f(\%) = 0,0841 \cdot \ln I_1 - 0,3919$. Запропонована методика врахування струмової похибки

трансформатора струму в автоматичних системах обліку електроенергії дає змогу об'єктивно оцінювати об'єм електроенергії, яка відпускається споживачам, дозволить зменшити величину небалансу електроенергії по підстанціям і отримати від цього значний економічний ефект. Експериментально встановлено, що кутова похибка, на відміну від струмової, навіть при незначних навантаженнях трансформатора досить незначна і нею можна знехтувати. В результаті проведених досліджень з'ясувалось, також, що в діапазоні виміру первинного струму навантаження $1 \div 25\%$ струмова похибка дійсно має від'ємний знак, а із збільшенням первинного струму навантаження величина струмової похибки зменшується. Таким чином, кількість електроенергії, що відпускається споживачам, завдяки існуванню від'ємної струмової похибки в деяких режимах навантаження електромережі, виявляється заниженою по відношенню до дійсної. Тому запропонована методика врахування струмової похибки трансформатора струму в автоматичних системах обліку електроенергії дає змогу об'єктивно оцінювати об'єм електроенергії, яка відпускається споживачам, дозволить зменшити величину небалансу електроенергії по підстанціям і отримати від цього значний економічний ефект.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРУ КРУТНОГО МОМЕНТУ ТА ПРИСКОРЕННЯ ВАЛУ

Глазов О.Є.

Науковий керівник – Смирний М.Ф., д-р техн. наук., професор

Мета роботи: вдосконалення пристрою для виміру крутного моменту та прискорення валу шляхом того, що застосовано додаткові імпульсні датчики, розташовані від основних імпульсних датчиків на відстані, що дорівнює ширині зуба зубчастого диску, причому виходи кожної з пар імпульсних датчиків з'єднано за диференційною схемою та через додаткову схему нуль-перетинання підключено до входу блока реєстрації та обробки сигналів, що забезпечить підвищення точності пристрою.

Наукова новизна роботи обумовлюється тим, що застосовано додаткові імпульсні датчики, розташовані від основних імпульсних датчиків на відстані, що дорівнює ширині зуба зубчастого диску, причому виходи кожної з пар імпульсних датчиків з'єднано за диференційною схемою та через додаткову схему нуль-перетинання підключено до входу блока реєстрації та обробки сигналів рисунок 1.

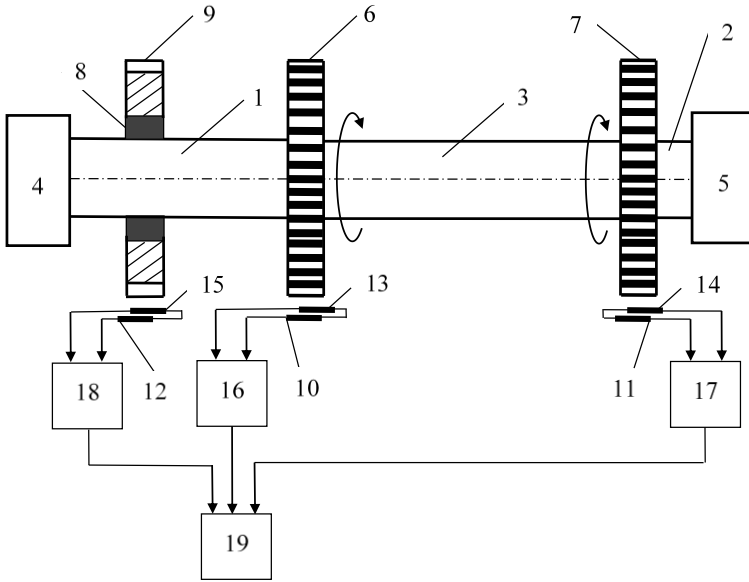


Рисунок 1 - Пристрій для виміру крутного моменту та прискорення валу

Пристрій для виміру крутного моменту та прискорення валу працює таким чином. Під час обертання валів 1, 2 та торсійного валу 3 без навантаження та при постійній частоті їх обертів сигнали імпульсних датчиків 10, 11, 12 однакові, також однакові сигнали імпульсних датчиків 13, 14, 15, короткі інформаційні імпульси, які формуються у вузькій зоні по центру зубів зубчастих дисків 5, 6, 9 завдяки високій крутості спільних діаграм направленостей кожної з пар імпульсних датчиків 10-13, 11-14, 12-15 на виході схем нуль-перетинання 16-18 виникають одночасно, тому сигнали на виході блока 19 реєстрації та обробки сигналів відсутні.

Під час прискорення валу 1 та в умовах навантаження кінці торсійного валу 3 зміщуються радіально відносно один іншого в межах крутної деформації, тому разом з ними зміщується зубчастий диск 7 радіально відносно зубчастого диска 6, водночас додатковий зубчастий диск 9 також зміщується радіально відносно зубчастого диска 6 у межах пружних властивостей пружного елемента 8, при цьому зсув інформаційних імпульсів на виході пар імпульсних датчиків 11-14, 10-13 пропорційний навантаженню, а зсув інформаційних імпульсів на виході пар імпульсних датчиків 12-15, 10-13 пропорційний прискоренню валу. Далі ці сигнали через схеми нуль-перетинання 16-18 переда-

ються у блок 19 реєстрації та обробки сигналів, де виробляються відповідні величини крутного моменту та прискорення валу.

Висновок: запропонований варіант забезпечить підвищення точності пристрою.

ДАТЧИК КРУТНОГО МОМЕНТУ

Глазова А.О.

Науковий керівник – Смирний М.Ф., д-р техн. наук., професор

Мета роботи вдосконалення датчика обертального моменту, що дозволить підвищити чутливість та покращити метрологічні характеристики датчика.

Наукова новизна роботи обумовлюється тим що як екран застосовано кільцевий постійний магніт, як магнітопровід, котушки збудження та вимірювальну котушку застосовано два перетворювачі Хола, розташовані з протилежних боків кільцевого постійного магніту, причому виходи перетворювачів Хола з'єднані між собою за градієнтною схемою, що дозволить підвищити чутливість та покращити метрологічні характеристики датчика

Поставлене завдання досягається тим, що у датчику обертального моменту, що містить корпус, магнітопровід, котушки збудження, вимірювальну котушку, вихідний знімний вал, вхідний вал, на якому розташована пружина, що складається з двох секцій, з'єднаних у центральній частині перемичкою, екран, який кріпиться до неї через діелектричне кільце, згідно з корисною моделлю, як екран застосовано кільцевий постійний магніт, як магнітопровід, котушки збудження та вимірювальну котушку застосовано два перетворювачі Хола, розташовані з протилежних боків кільцевого постійного магніту, причому виходи перетворювачів Хола з'єднані між собою за градієнтною схемою рисунок 1.

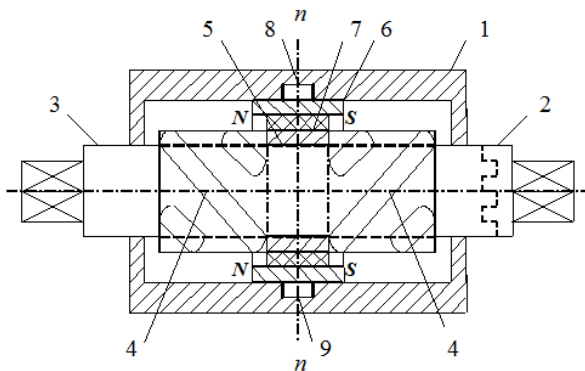


Рисунок 1 – Датчик крутного моменту

Суть пристрою пояснюється кресленням, де зображено датчик обертального моменту, що містить корпус 1, вихідний знімний вал 2, вхідний вал 3, на якому розташована пружина 4, що складається з двох секцій, з'єднаних у центральній частині перемичкою 5, кільцевий постійний магніт 6, який кріпиться до неї через діелектричне кільце 7, два перетворювачі Хола 8, 9, розташовані з протилежних боків кільцевого постійного магніту 6, причому виходи перетворювачів Хола 8, 9 з'єднані між собою за градієнтною схемою.

Суть пристрою пояснюється кресленням, де зображено датчик обертального моменту, що містить корпус 1, вихідний знімний вал 2, вхідний вал 3, на якому розташована пружина 4, що складається з двох секцій, з'єднаних у центральній частині перемичкою 5, кільцевий постійний магніт 6, який кріпиться до неї через діелектричне кільце 7, два перетворювачі Хола 8, 9, розташовані з протилежних боків кільцевого постійного магніту 6, причому виходи перетворювачів Хола 8, 9 з'єднані між собою за градієнтною схемою.

Датчик обертального моменту працює наступним чином. При відсутності обертального моменту перетворювачі Хола 8, 9 знаходяться у площині магнітної нейтралі $n-n$ кільцевого постійного магніту 6, тому вихідний сигнал датчика дорівнює нулю. При дії обертального моменту пружина 4 деформується, кільцевий постійний магніт 6 зміщується на відстань, пропорційну величині моменту, у результаті чого величина та фаза подвоєного сигналу перетворювачів Хола 8, 9 відповідають величині та знаку прикладеного моменту.

Висновок: пропонуваній пристрій забезпечить підвищення чутливості та покращення енергетичних характеристик датчика.

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТРАМВАЙНИХ ВАГОНІВ НА ПОВЗДОВЖНЬОМУ УХИЛІ

Дорогавцев Д.О.

Науковий керівник – Кульбашина Н. І., канд. техн. наук, ст. викладач

Під час експлуатації трамвайних вагонів виникає багато аварійних ситуацій, які пов'язані з важкими умовами руху і незадовільним станом рухомого складу. До важких ділянок руху трамвайних вагонів належать затяжні ухили, на яких поширеними аварійними ситуаціями є схід вагонів і зіткнення з транспортними засобами. Тому вирішення питання безпеки руху трамвайних вагонів по повздовжнім ухилам є актуальним завданням.

Небезпечним з погляду безпеки руху є Немишлянський ухил м. Харкова. Правилами експлуатації трамвая і тролейбуса встановлено вимоги щодо перевірки водієм гальмівної системи трамвая перед початком руху на ухил. Надійність проїзду затяжного ухилу в разі виконання такого заходу не є стовідсотковою, і, якоюсь мірою, залежить від прийняття рішення водієм. Тому метою роботи є розробка комплексу автоматизованих пристроїв, які оцінюють стан гальмівної системи і акумуляторної батареї трамвайних вагонах.

Пропоноване рішення складається в тому, що в разі виявлення відповідних несправностей пропонується пристрій, що розташовується в зоні стрілочного перевалу, який знаходиться неподалік від початку ухилу. Система керування цього пристрою не уможливає рух трамвайного вагону на ухил і він автоматично направляється іншим шляхом – в об'їзд небезпечної ділянки.

Сутність пристрою складається в наступному. Трамвайний вагон рухаючись трамвайною колією у бік ухилу «Немишлянський» під'їжджає до пункту перевірки гальм, перед вхідним повітряним контактом, який являє собою сам контакт типу «саласки» і передавач радіосигналу. Від радіопередавача передається сигнал на бортовий блок керування системою перевірки акумуляторної батареї і екстрених гальм, що представляє собою електронний вольтметр, який знімає показання в низьковольтній ланцюга вагона (акумуляторної батареї) і з допомогою радіопередавача передає їх на блок керування стрілкою, який в свою чергу представлений мікропроцесором (рис. 1).

Якщо показання вольтметра менше 18 вольт, мікропроцесор дає сигнал на живлення котушки стрілочного переключача, яка переводить перо стрілки у положення, в якому вагон поїде в бік 602 мікрорайону –

це сигналізує про те, що вагон несправний і продовжувати рух ухилом йому заборонено.



Рисунок 1 – Схема автоматизованої системи для визначення можливості руху трамвайного вагону на ухил

В протилежному випадку стрілка переводиться в напрямку Нещинського ухилу. Після проходження струмоприймачем трамваю вихідних контактів система розблокується і до ділянки може в'їжджати наступний вагон.

До комплексу автоматизованих пристроїв, які дають змогу технічно реалізувати оцінювання стану гальмівної системи пропонується такі: 1) тензометричні пристрої для виявлення несправності механічних гальм трамваю, що встановлюють на ходових частинах і які визначають силу притискання гальмівних колодок до барабану; 2) датчики виникнення магнітного поля і тензодатчики контакту, що розташовується на рейках перед підйомом і спуском у зоні перевірки дії рейкового гальма; 3) обмежувальний резистор, який додається до схеми електроживлення низьковольтних ланцюгів керування під час аварійного гальмування, коли надмірне навантаження призводить до передчасного зносу акумуляторної батареї, або у разі зникнення високовольтної напруги в результаті аварії на лінії, коли все навантаження падає на акумуляторну батарею; 4) тензометричну станцію для передачі інформації про відмову гальмівних механізмів до Центрального диспетчерського пункту.

Впровадження пропонованих пристроїв значно підвищить безпеку руху трамвайних вагонів на Немишлянському ухилі у разі їхньої практичної реалізації.

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ «ВОДІЙ – РУХОМИЙ СКЛАД – ДОРОЖНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»

Гребенчук С.О.

Науковий керівник – Кульбашина Н.І., канд. техн. наук, ст. викладач

Сьогодні в Україні багато вчених працюють над вирішенням таких питань, як забезпечення безпеки перевезень, але загальна кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) практично залишається на одному рівні. На сьогодні існує безліч методик, прийомів, алгоритмів, які дозволяють виявити причини пригод. Однією з них є визначення надійності об'єктів. Але встановлення надійності об'єктів – завдання завжди складне. Необхідно довгий час спостерігати за об'єктом, проводити натурні спостереження, вести статистику з відповідних відомов. На допомогу вирішення цього питання має прийти технічні засоби, які мають автоматично збирати відповідну інформацію на будь-якій ділянці маршруту, що буде створювати підстави про розробку певних заходів щодо безпеки руху.

Отже, метою представленої роботи є розробка технічних пристроїв для оцінки надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище», що забезпечить системний підхід в сфері безпеки руху на підставі автоматичного збирання інформації про відмови елементів системи.

Надійність елементів розглядувальної системи зменшується внаслідок як помилкових і невчасних дій водія, так й незадовільного стану гальмівної системи рухомого складу. Процес гальмування розглянуто в ймовірнісному аспекті, результат – виникнення ДТП – це несприятливе сполучення чотирьох параметрів: ефективності гальм першого і другого транспортного засобу, дистанції між ними до початку гальмування, та часу реакції водія транспортного засобу, що йде позаду. Отже система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» має чотири елементи, а загальна кількість станів, в якому вона знаходиться визначається як [1]:

$$R_1 + F_1 + R_2 + F_2 = R_1R_2 + R_1F_2 + F_1R_2 + F_1F_2 = 1, \quad (1)$$

де R_{T1} – ймовірність випадкового гальмування першого транспортного засобу, а F_{T1} – аварійного його гальмування; R_{T2} – ймовірність справних гальм другого транспортного засобу, а F_{T2} – їхньої несправності; $R_{Д2}$ – ймовірність прави-

льного вибору дистанції другим водієм, а $F_{Д2}$ – небезпечної дистанції; R_{P2} – ймовірність швидкої реакції другого водія, а F_{P2} – поганої його реакції.

Визначено сім несприятливих станів розглянутої системи, що визначає ймовірність виникнення ДТП:

$$F_T = F_{T1}(R_{T2}R_{Д2}F_{P2} + R_{T2}F_{Д2}R_{P2} + F_{T2}R_{Д2}R_{P2} + R_{T2}F_{Д2}F_{P2} + \\ + F_{T2}R_{Д2}F_{P2} + F_{T2}F_{Д2}R_{P2} + F_{T2}F_{Д2}F_{P2}), \quad (2)$$

де F_T – ймовірність виникнення ДТП.

Пропонуються пристрої для статистичного визначення відповідних ймовірностей з формули (2). Пристрій для вимірювання в стаціонарних умовах часу зорово-моторної реакції водія рухомого складу складається з трьох головних вузлів: тренажера, відеомонітора і центрального процесорного блоку. В процесі визначення часу реакції випробуваний водій здійснює певні дії (впливає на педаль гальма) в залежності від появи на відеомоніторі заданих дорожніх ситуацій. При цьому замикаються або розмикаються контакти датчика натискання на педаль гальма. Сигнал від датчика натискання на педаль гальма надходить у процесор, де він переробляється, а за допомогою плати індикації відображаються результати вимірювань часу реакції.

Для забезпечення безпечної дистанції між транспортними засобами розроблено пристрій, реалізація якого створюється шляхом розміщення на кожному транспортному засобі приймача і передавача та блок визначення гальмівного шляху. Блок визначення гальмівного шляху у відповідності із швидкістю й станом дорожнього покриття виробляє сигнал про величину гальмівного шляху власного транспортного засобу. У разі зменшення гальмівного шляху спрацьовує система автоматичного гальмування, а інформація про аварійне гальмування записується у бортовий комп'ютер.

Для перевірки ефективності гальмівних систем рухомого складу пропонується використовувати прилад, який призначений для перевірки технічного гальм методом дорожніх випробувань за параметрами сталого уповільнення, гальмівного шляху та часу спрацьовування гальмівної системи. Конструктивно прилад складається з електронного блоку обробки і відображення інформації з органами управління і датчика сили.

Таким чином, якщо на рухомому складі встановити пропоновані пристрої, з'явиться можливість отримання статистичних вибірок для оцінювання надійності елементів системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище», а також і всієї системи.

РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ЕЛЕКТРОННОЇ УСТАНОВКИ ЗУПИНОЧНОГО ПУНКТУ НА ПІДСТАВІ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ

Афанасьєв Д.С.

Науковий керівник – Кульбашина Н.І., канд. техн. наук, ст. викладач

В сучасних дослідженнях для опису процесів, які створюються на зупиночних пунктах масового пасажирського транспорту, запропоновано певну кількість моделей, методів і програмного забезпечення.

В. Є. Гозбенко, М. М. Кріпак та інші розглядають підвищення ефективності функціонування транспортної мережі міського пасажирського транспорту шляхом використання автоматизації моделі вибору оптимального рухомого складу. Одним з головних критеріїв дослідження є інтервал руху транспортного засобу, яким визначається час очікування на зупиночному пункті, що мінімізує затримки пасажирів.

А. Н. Сочневим проведено імітаційне моделювання руху маршрутних автобусів із вибором двох видів моделей маршруту: перша модель реалізована засобами програмної системи GPSS, друга – формалізмами мереж Петрі. Лістинг запропонованої програми містить дві великі частини – фрагмент програми, пов'язаний зі станом автобуса як його рух, і фрагмент програми, пов'язаний із станом пасажирів на зупинках у вигляді їхніх потоків.

С. Ш. Аксьонов, М. К. Баймульдин, В. В. Яворський пропонували модель аналізу обслуговування і проектування мережі маршрутів міського пасажирського транспорту, в якій розглядали зупиночний пункт маршруту як систему масового обслуговування. Вхідним потоком для вимог на обслуговування в цьому випадку є потенційний пасажиропотік на зупинку, який вважається пуассоновським.

М. Є. Корягін розглядає рівноважні моделі системи міського пасажирського транспорту в умовах конфлікту інтересів. Одним з досліджень вченого є моделювання транспортного засобу як багатоканальної системи масового обслуговування з відмовами у посадці на зупиночному пункті. А. О. Сорокіним проведено моделювання зупинного пункту системи міського пасажирського транспорту в середовищі пакета GPSS World 127.

А. В. Ліпенковим, О. А. Ліпенковою, М. Є. Єлісеєвим проведено моделювання маршрутної мережі міського пасажирського транспорту в програмі Anylogic. В Anylogic транспортна мережа створюється у вигляді прямокутників, що виконують роль зупинок суспільного транспорту. Об'єкт, моделюючий зупиночний пункт BusStop між регіонами маршруту, складається з таких об'єктів: SourcePed – генера-

тор пасажирів на зупинчному пункті (враховує, що кожен пішохід має певну мету для поїздки); Queue – моделює чергу очікуючих посадку пасажирів; Pickup – разом з об'єктом Dropoff моделює посадку-висадку пасажирів, де перевіряється умова переважності рухомого складу. Зафіксована кількість пасажирів, які отримали відмову в обслуговуванні, що може бути одним з критеріїв подальшої оптимізації маршруту і всієї мережі.

Застосування комп'ютерних програм математико-статистичної обробки даних дозволяє повно і всебічно аналізувати зібрану інформацію. Головні переваги, що забезпечують користувачеві пакети статистичної обробки даних і відповідного моделювання, незаперечні. Комп'ютерні програми дають можливість грамотно і різнобічно провести аналіз статистичних даних та моделювання певних процесів, не заглиблюючись у спеціальні і досить складні математичні розрахунки.

Створення електронної установки (фізичної моделі) зупиночного пункту уможливорює з погляду електромеханіки досліджувати процеси прибуття, відправлення і перевезення пасажирів, надання їм послуг, формування пасажиропотоків, розробляти режими та алгоритми роботи засобами іншої «технічної мови». Для такого підходу, природно, що фізична модель зупиночного пункту має складатися з електромеханічних пристроїв. Під час її розроблення треба врахувати, що кожний зупиночний пункт має свій потенціал привабливості. Вхідним параметром для нього є рухомі одиниці, які прибувають. Цей процес можна представити мультівібратором, який виробляє імпульси відповідної частоти. Частота і амплітуда цих імпульсів залежить від наповнення салонів рухомого складу. Можливо кожний рухомий склад представити мультівібратором і далі поєднати комутатором. Також має сенс оцінити змінювання пасажиропотоку після відправлення рухомого складу, тобто врахувати «перепад» пасажиропотоку за допомогою пристрою, наприклад, перетворювача. Важливо оцінити потоки пасажирів, які надходять до зупиночного пункту і виходять з його зони. Для цього до моделі треба додати вимірювальний пристрій для підрахунку пасажирів, які входять і виходять до рухомого складу, та тих, які залишаються на зупинці.

Таким чином, створюються підстави для розроблення нового методу моделювання роботи зупиночного пункту.

ВРАХУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Середя Н.С.

Науковий керівник – Кульбашина Н.І., канд. техн. наук, ст. викладач

Вимога безперервного підвищення якості електричних машин має об'єктивний характер і обумовлена закономірностями розвитку економіки, науки і техніки. У зв'язку з загостренням проблеми ресурсозбереження в Україні розробка та впровадження систем оцінювання технічного стану та енергоефективності роботи електричних двигунів має в наш час важливе значення для розвитку житлово-комунальних підприємств.

Надійність роботи електричних двигунів змінного струму за останні 10...15 років знизилася у кілька разів. Щорічно виходять з ладу і ремонтуються до 30% електродвигунів, які використовують у промисловості, та до 70%, що використовують у транспорті. Кількість ремонтів в окремих випадках складає 3...4 на рік при значному зменшенні часу напрацювання на відмову до 0,5...1,5 року.

Завдання енергозбереження вимагають оптимального рішення не тільки в процесі експлуатації електричних машин, але і під час їх проектування. Одним з головних напрямів вдосконалення електродвигунів до теперішнього часу було підвищення ступеня використання активних частин шляхом збільшення електричних і магнітних навантажень за рахунок застосування нових матеріалів із поліпшеними властивостями. На сучасному етапі проектування електродвигунів на основі нових матеріалів виявилось вичерпаними. Однак в процесі проектуванні нових серій, як і раніше, стоїть завдання подальшого зниження матеріаломісткості і підвищення технічного рівня.

В той же час важливим в проектуванні є правильний вибір потужності двигуна. Так, вибір двигуна завищеною номінальною потужністю призведе до зниження його техніко-економічних показників (ККД і коефіцієнта потужності), викликаних недовантаженням двигуна. Таке рішення під час вибору двигуна призведе до зростання капітальних вкладень (зі збільшенням потужності збільшується вартість двигуна), так і експлуатаційних витрат, оскільки із зменшенням ККД і коефіцієнта потужності зростають втрати, а, отже, зростає непродуктивна витрата електроенергії. Застосування двигунів заниженої номінальної потужності викликає їхнє перевантаження. Внаслідок цього зростає температура перегріву обмоток, що сприяє зростанню витрат і викликає скорочення терміну служби двигуна.

Для вирішення питання скорочення часу і трудовитрат на допомогу приходять системи САПР. Проектування в автоматизації конструкторських графічних робіт стало можливим лише останніми роками і пов'язана значною мірою з успіхами в створенні різноманітних електронних і електронномеханічних пристроїв відображення графічної інформації. Автоматизація конструювання вимагає, щоб був проведений попередній аналіз існуючих конструкцій деталей і вузлів з урахуванням можливої уніфікації і виділені найбільш стабільні, рідко змінні конструкції. Креслення виконуються з використанням графічних пакетів і для модернізації конструкцій не потрібна переробка програм. Об'єднання технічних засобів і математичних методів та програм в єдину систему автоматизованого проектування (САПР) дозволяє перейти від окремих розрахунків до комплексної автоматизації проектування.

Отже метою роботи є врахування енергозбереження під час проектування електричних машин з метою створення двигунів з оптимальними параметрами з використанням графічних редакторів САПР.

Наукова новизна полягає у запропонованій методиці проектування і виготовлення на базі CAD/CAM-систем електричних машин, що уможлиблює на стадії проектування прогнозувати якість двигунів, скоротити тривалість технологічного процесу на їх створення і забезпечити конкурентоспроможність виробів на ринку.

За запропонованою методикою уможлиблюється створення оптимального з погляду ресурсовитратності двигуна. Оптимізація двигуна – процес знаходження оптимальних, тобто якнайкращих в певному значенні, його параметрів або структури. Завдання вибору оптимальної структури двигуна, або структурна оптимізація, полягає у виборі конструкцій окремих вузлів і елементів, числа цих елементів і взаємозв'язку між ними, у визначенні просторового розташування цих елементів. Наприклад, може бути вибрана конструкція двигуна з хвильовою або петлевою обмоткою якоря, з шихтованим або нешихтованим ярмом остову й тощо. Закладені у програму відповідні параметри двигуна (регульована маса, потужність й ін.) уможлиблюють його розробку без залучення математичного апарату і, в подальшому, розрахунку техніко-економічних показників, що оцінюють ефективність запропонованих рішень.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИЛОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА МОТОР-КОЛЕСА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Валуї С.С.

Науковий керівник – Донець О.В., канд. техн. наук, доцент

Нині найпоширеніше і найбільш комфортне транспортний засіб - це автомобіль. Не дивлячись на те, що автомобілі мають ряд переваг, також вони мають і множину недоліком. Перший і найголовніший недолік це їх токсичні викиди в довкілля. Так, приміром, у великих містах, таких як Київ і Санкт-Петербург, доля викиду токсичних речовин автомобілів в атмосферу складає близько 80- 90%. Зважаючи на це багато розвинених країн прагнуть зменшити кількість викидів вихлопних газів від автомобілів. Один з шляхів вирішення цієї проблеми це повна або часткова електрифікація транспорту.

У зв'язку з погіршенням екологічної ситуації і виснаженням природних ресурсів, є доцільним перехід на електричну тягу в легковому транспорті.

Друга проблема автомобіля - це велика кількість споживаного палива. Застосування електромобілів дозволить економніше використовувати корисні копалини, також можна реалізувати процес рекуперативного гальмування, при якому енергія, що виробляється при гальмуванні транспортного засобу накопичуватиметься в батареях, що дозволить використовувати її повторно.

Найбільше поширення на даний момент мають гібридні автомобілі, проте майбутнє, поза сумнівом, за повністю електричними тяговими установками. Вартість гібридного двигуна невиправдано висока в порівнянні із звичайним двигуном внутрішнього згорання, при невеликому екологічному вигоді, тоді як повністю електрична тягова установка не має викидів і значно простіше за як гібридні установки, так і ДВЗ, що значно підвищує надійність і знижує вартість обслуговування автомобіля.

За рахунок меншої кількості складових частин і використання тільки одного виду енергоресурсу, електричний привід простіше розробити, чим привід з гібридною силовою установкою, тому виробництво електромобілів перспективніше.

В даний момент велика частина громадського транспорту переведена на електричну тягу, але її доля в порівнянні із загальною масою індивідуальних транспортних засобів мала. Також вартість сучасних електромобілів досить висока.

Основна і загальна проблема для автономного тягового електроприводу, незалежно від типу використовуваного двигуна - це енер-

гозбереження. Середній пробіг існуючих на ринку моделей електромобілів складає 150 -160 кілометрів на одній зарядці.

Основний шлях збільшення цього параметра на сьогодні - розробка і використання досконаліших акумуляторів. Так, в 2010 році, електромобіль IekkerMobil, конвертований з AudiA2 і оснащений новітнім літій-іонним акумулятором "Kolibri" фірми DBMEnergy проїхав на одній зарядці 605 кілометрів в умовах реального руху і при функціонуванні усіх допоміжних систем (у тому числі опалювання).

Інший метод має на увазі енергозбереження за рахунок використання рекуперації енергії. Аналіз графіків руху на автомобілі по місту і кільцевим автобанам, показує, що 60% кінетичної енергії витрачається на прискорення. Приблизно 30% цієї енергії можливо відновити в час.

ВПРОВАДЖЕННЯ БАГАТОРІВНЕВОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ В ЕЛЕКТРОМОБІЛІ

Трикашній О.М.

Науковий керівник – Донець О.В., канд. техн. наук, доцент

Стратегічною метою державної політики України в розвитку електрорухомого складу (ЕРС), є створення конкурентоздатного з високими техніко-економічними показниками.

Для перспективного ЕРС пріоритетним є вживання:

1. Сучасного тягового асинхронного електроприводу для зменшення питомих енерговитрат;
2. Статичних перетворювачів на базі IGBT-транзисторів;
3. Автоматизованих систем управління, діагностики і безпеки руху на базі мікропроцесорів і мікроконтролерів, що істотно збільшує термін служби електроустаткування і знімає експлуатаційні витрати.

Вживання на ЕРС мікропроцесорів дозволяє істотно удосконалити систему управління, експлуатацію і діагностику ЕРС. Задані характеристики електроприводу мікропроцесорної системи (МПС) керування підтримуються в перебігу всього терміну служби ЕРС і при необхідності поліпшуватися шляхом коректування алгоритмів на програмному рівні.

Вживання бортових МПС дозволяє здійснювати оптимальні режими управління тяговими і допоміжними навантаженнями, підвищити ефективність захисту від буксування і юза, що зменшує знос елементів путньої структури, покращує експлуатаційні показники, підвищує безпеку руху, дозволяє проводити самодіагностику.

Забезпечення конкурентоспроможності міського електротранспорту (МЕТ) з іншими видами міського транспорту пов'язано з упрощенням нового пасажирського складу і одночасним зниженням експлуатаційних витрат. В економічно розвинених країнах міський електротранспорт практично повністю перейшов на асинхронний тяговий привід, який володіє наступними перевагами порівняно з традиційним приводом колектора:

- збільшена в 1,5-2 рази осьова потужність;
- дякуючи жорсткій механічній характеристиці АД – підвищення на 20-30% зчпних властивостей в режимах буксування.

Економічна оцінка ТАП показує, що ТАД є сучаснішим і в економічному аспекті в порівнянні з ДПТ. Так, питомі витрати електротехнічної сталі на виготовлення ТАД на 20% менше, мідь в 2,5 рази, сталевого литва в 3 рази. Останнє з розрахунку на вагон електропоїзда, зменшує викид пилу в атмосферу на 20кг, оксидів вуглецю на 4кг, оксидів сірки і азоту на 20кг, кожної групи фенолів майже на 10кг. Пропорційно знижується потреба води при литві.

Вживання ТАД дозволяє істотно понизити споживання ізоляційних матеріалів і, як наслідок, виділення шкідливих розчинників, олов'яно-свинцевих припоїв. Зниження викидів в оточуюче середовище забруднювачів при виробництві, експлуатації і ремонті ЕПС зменшує захворювання персоналу, зайнятого виготовленням і обслуговуванням ЕПС.

ТАД практично не вимагає періодичних оглядів кваліфікованими слюсарями і його обслуговування зводиться до заправки мастила в підшипники. Особливу увагу треба уділяти при виробництві ТАД на виготовлення його ротора методом заливки. Досвід показує, що в стрижнях ротора при його виготовленні виникають пори і інші неоднорідності в перетині обмотки. Це приводить до значної розбіжності в значеннях опорів роторної обмотки, що може привести до перерозподілу навантажень між окремими ТАД.

З'являється можливість вибрати мінімальним повітряний зазор, що відповідає мінімуму сумарних втрат, використовувати моторно-якірні підшипники з необхідною високою довговічністю їх роботи, застосувати масляно-струменеву систему охолодження.

При вживанні асинхронного приводу відбувається істотне поліпшення тягових властивостей автономних транспортних пристроїв, завдяки жорсткій механічній характеристиці ТАД в режимах буксування. Автоматизація процесів управління режимами дозволяє реалізувати граничні можливості автономних транспортних засобів по зчепленню. Через зменшення контакторних елементів в силових ланцю-

гах і в ланцюгах управління в цілому підвищується надійність всієї системи електроустаткування перетворення енергії і пристроїв управління режимами роботи ТАД.

Метою бакалаврської роботи є впровадження багаторівневого інвертора напруги в електромобілі.

Завданням є виконати аналіз існуючих перетворювачів напруги використовуваних в електроприводі електромобіля та усунути їх недоліки за рахунок впровадження багаторівневого інвертора напруги в електромобілі.

ВИКОРИСТАННЯ ТИРИСТОРІВ GTO ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТРОЛЕЙБУСА TROLZA

Прасол О.Ю.

Науковий керівник – Донець О.В., канд. техн. наук, доцент

Характерною особливістю швидкозростаючого сучасного міста є розмежування міської території на відособлені промислові і житлові масиви. В містах зводяться крупні спортивні комплекси, культурні і торгові центри, в передмістях виникають зони масового відпочинку.

Ці обставини значною мірою підвищують потребу мешканців міст в переміщеннях, приводить до швидкого зростання так званої «транспортної рухливості» населення.

Тихий екологічно чистий безрейковий електричний транспорт - тролейбус. Сучасний тролейбус - достатньо складна машина, що включає механічні, пневматичні, гідравлічні, електромеханічні, електронні вузли. У зв'язку з цим якісно змінюються і вимоги до його технічного змісту, що передбачають відповідну перебудову і складніші виробничі засоби для виконання оглядових і ремонтних робіт.

Безперервне вдосконалення методів оглядів і ремонтів рухомого складу, зростання технічної оснащеності ремонтних баз, спеціалізація і кооперація, упровадження новітніх технологічних процесів, чітка організація механізація і автоматизація виробництва сприятиме подальшому підвищенню якості обслуговування пасажирів міським транспортом при одночасному зниженні собівартості експлуатації рухомого складу.

Якість технічного обслуговування і ремонту зумовлює техніко-економічні показники роботи рухомого складу на лінії, його надійність, безпеку руху.

Сучасний парк міських депо укомплектований в основному рухомим складом, що виробив свій ресурс експлуатації. В зв'язку з цим

актуальною є задача ремонту рухомого складу, в першу чергу, його електроустаткування.

Будь-яке крупне депо зараз береться самостійно ремонтувати тягові двигуни, при недоліку матеріалів, досвіду або технологічного устаткування не завжди такі ремонти забезпечують успішну експлуатацію.

Зменшення витрати електричної енергії при заданих швидкостях повідомлення визначаються властивостями тягових машин і системою електроприводу і можуть бути зменшені шляхом їх вдосконалення.

Сьогодні на рухомому складі міського електротранспорту застосовується електропривод (ЕП) з тяговими електродвигунами (ТЕД) постійного струму, з реостатно-контролерною системою живлення ТЕД від контактного дроту через електромеханічний контролер.

Як ключі використовуються контактні апарати, частота комутації в яких була обмежена в межах 5-20Гц. При таких значеннях частоти комутації електромагнітна постійна часу двигуна значно менше часу комутації контактора. Внаслідок цього пульсації струму, моменту і швидкості досягали істотних значень, втрати в двигуні значно перевищували втрати, що виникають в системах генератор-двигун і керований випрямляч – двигун.

У сучасних імпульсних перетворювачах як комутуючі ключі застосовані напівпровідникові прилади, що забезпечують частоту комутації від 1 до 25кГц. При цьому електромагнітна постійна часу двигуна значно більше часу комутації імпульсного перетворювача, пульсації струму і відповідно втрати в обмотці якоря істотно понижені (КПД складає 89%).

Електричне гальмування засноване на принципі оборотності ТЕД у генератори.

Електрична енергія, вироблювана генераторами при гальмуванні, виходить за рахунок кінетичної енергії, запасеної в рухливому составі при його розгоні, або за рахунок потенційної енергії при підгальмуванні на спусках.

Електричне гальмування називається реостатним, якщо електроенергія генераторів гаситься в резисторах, або рекуперативним, якщо енергія передається в контактну мережу.

На всіх видах сучасного рухливого состава міського транспорту застосовують електричне гальмування, тому що воно дозволяє підвищити надійність й істотно знизити експлуатаційні витрати на зміну гальмових колодок і ремонт гальмової системи.

Велика частина кінетичної енергії в процесі реостатного гальмування перетворюється в теплову, яка виділяється у вигляді втрат в

гальмівних резисторах, тягових машинах, передатних механізмах і гальмівних колодках.

В даному дипломі розглянуто рекуперативне гальмування, тому що воно використовується як засіб зниження швидкості й для підгальмування на спусках. Керування рекуперативним гальмуванням здійснюється переміщенням вала контролера керування з позицій високої на позиції низької швидкості.

Перевагою рекуперативного гальмування є те, що воно допомагає заощаджувати електроенергію до 15% (за рахунок часткового повернення в мережу), зменшує експлуатаційні витрати на механічні гальма, підвищує надійність руху електричного гальма через наявність стійкої механічної характеристики, при цьому обладнання, яке використовується не є багатощинним та своє впровадження дозволяє окупити за незначний період часу.

Метою бакалаврської роботи є використання тиристорів GTO під час модернізації електроприводу тролейбуса TROLZA.

Завданням є дати аналіз використанню тиристорів GTO під час модернізації електроприводу тролейбуса TROLZA. Запропонувати схему електроприводу яка дозволяє отримати більш якісні регулювальні характеристики під час пуску та гальмуванні тролейбуса.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТИРИСТОРНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА РТ-300 ВАГОНА МЕТРОПОЛІТЕНУ

Іваннікова К.О., Іваннікова Ю.О.

Науковий керівник – Донець О.В., канд. техн. наук, доцент

Тіристорно-імпульсна система керування (TICK) - комплекс електронного та електромеханічного управління для управління тяговими двигунами (ТД) рухомого складу трамваїв і тролейбусів, метрополітену. Основним принципом роботи TICK є регулювання обертів і обертаючого моменту ТД шляхом пропускання через нього імпульсів електричного струму із заданою частотою і шпаруватістю проходження. При необхідності збільшення оборотів або обертаючого моменту імпульси стають частішими і тривалими у часі, таким чином зростає середній струм через ТД. Якщо потрібно знизити обороти або розвивається момент, то ІСК формує більш рідкісні і короткі імпульси в їх часовій послідовності, забезпечуючи зменшення середнього струму, що проходить через обмотки ТД.

Функціонально TICK складається з генератора імпульсів; контролера, керуючого параметрами генерується послідовності імпульсів в залежності від вимог водія і характеристик ТД, електромеханічних

запобіжних пристроїв (контактори, реле захисту) від перевищення струмового навантаження. Оскільки генератор імпульсів разом з контролером видають низьковольтні керуючі сигнали, то для комутації струму в силових ланцюгах ТД застосовуються сільноточніе тиристри, чому вся система і отримала свою назву.

Конструктивно і по електричній схемі регулятори РТ300 / 300 на вагонах 81-717 (714) і на вагонах Еж3 (Ем508Т) практично однакові. Однак, на вагонах метро 81-717 (714) між анодами головних, допоміжних тиристорів і тиристором захисту силового блоку БС-29 відсутня перемичка, в зв'язку з тим, що тиристор захисту Т8 другої групи включається в схему через додаткову котушку реле перевантаження РЗ-3, яка при спрацьовуванні тиристора Т8 розбирає електричну силову схему вагона. На вагонах Еж3 (Ем508Т) при спрацьовуванні тиристорів захисту через встановлену витримку часу реостатний контролер йде з 1-ї позиції і починає відтворення пуско-гальмівних резисторів.

Крім того, значення струмів уставок регуляторів РТ300 / 300 для вагонів метро 81-717 (714) і Еж3 (Ем508Т) відрізняються в зв'язку з відмінністю потужності і характеристик тягових двигунів ДК-117Д і ДК-116А.

Основні особливості регуляторів РТ300 / 300 пов'язані з регулюваннями регулятора при використанні на вагонах метро 81-717 (714) і Еж3 (Ем508Т), і в вузлі корекції струму якоря. На вагонах метро 81-717 (714) на 13-ту клему блоку БУ-13А тиристорного регулятора подається сигнал з авторежимного пристрою вагона на клему 6І, який збільшує уставку регулятора в міру завантаження вагона пасажирями з 250 до 350А, зберігаючи характер підтримки струму в усьому діапазоні швидкостей гальмування в зоні регулювання поля приблизно постійним.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІМПУЛЬСНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Кода В.О., Живогляд Б.О.

Науковий керівник – Петренко О.М., д-р техн. наук., доцент

Сучасний міський електричний рухомий склад є масовим суспільним транспортом, призначеним для маршрутного використання і впливає на розвиток міста. Як відомо з практики, ціни на енергоносії зростають з темпом до 10% на рік. Це відповідно веде до збільшення енергетичної складової затрат в енергоємних галузях до яких належить і електричний транспорт. У цих умовах перспективним напрямком підвищення ефективності

електричного транспорту є розробка та впровадження сучасних пристроїв та технологій, які б сприяли зниженню витрат енергії на рух транспортних засобів.

Основною метою роботи є запропонування варіанту розробки нового енергоефективного електроприводу, що володіє якісно новими властивостями і є невід'ємною складовою на шляху до підвищення транспортної енергоефективності.

В роботі виконано аналіз режимів руху тролейбуса в умовах сучасного міста та розраховано розподіл енергії гальмування, яка може бути повторно використана для пуску за рахунок її накопичення в імпульсних конденсаторах.

При заряді ІНЕ енергія від джерела постійної напруги E поступає на згладжуючий фільтр з реактора L і конденсатора $C1$. Ключовий режим роботи регулюючих напівпровідникових приладів $VS1$ і $VS2$ формує в кожному зарядному контурі послідовність імпульсів з необхідною частотою (періодом T) і тривалістю імпульсу t_i .

При відкритому напівпровідниковому ключі $VS1$ збільшується струм через гілку з послідовно сполученими реактором $L1$ і ІНЕ, індуктивний елемент $L1$ запасає енергію в магнітному полі.

Управління потужністю в режимі заряду ІНЕ здійснюється за рахунок зміни частоти і тривалості імпульсів напруги (струму) і, отже, зміни об'ємів електричної енергії передаваної від джерела живлення в ІНЕ з кожним імпульсом.

Для розряду ІНЕ паралельно включені напівпровідникові ключі $VS3$ і $VS4$. Ключовий режим роботи цих елементів формує послідовність імпульсів струму, що проходять через силові діоди $VD3$ і $VD4$ відповідно, що зв'язують розрядні контури з ІНЕ і контур з джерелом постійної напруги E . При відкритому напівпровідниковому ключі $VS4$ збільшується струм через гілку з послідовно сполученими реактором $L2$ і ІНЕ, індуктивний елемент $L2$ запасає енергію в магнітному полі. На інтервалі часу з відкритим ключем $VS4$ напівпровідниковий ключ $VS3$ закритий, енергія, запасена в індуктивному елементі $L1$ (на інтервалі часу з відкритим $VS3$), передається в джерело живлення, струм протікає через діод $VD3$. Відповідно до закону комутації при закритті напівпровідникового ключа $VS3$ струм в індуктивному елементі $L1$ не може змінитися миттєво, струм міняє шлях протікання і проходить через діод $VD3$, згладжуючий фільтр і джерело живлення E . Далі напівпровідниковий ключ $VS4$ закривається, а $VS3$ відкривається, процеси повторюються.

Основними висновками роботи є:

1. Запропоновано методика вибору енергоємності імпульсних накопичувачів енергії для застосування в електроприводах тролейбусів з урахуванням реальних режимів руху.

2. Виконано електричну принципову схему електроприводу постійного струму, яка буде мати наступні переваги перед існуючими:

- можливо реалізувати плавне регулювання потужності в заданому діапазоні при заряді і розряді ІНЕ;

- забезпечити заряд і розряд ІНЕ при напрузі джерела живлення в робочому діапазоні (270 - 600 В);

- зменшити пульсації струму, що протікає через ІНЕ при його заряді та розряді;

- забезпечити високий ККД циклу "заряд-розряд" вище 95%;

- використовувати ІНЕ з робочим діапазоном напруги меншим, ніж у джерела живлення;

- зменшити кількість необхідних комутаційних апаратів.

Отримані залежності строку окупності від енергоємності імпульсного накопичувача при різних річних пробігах тролейбуса. Показано, що строк окупності до 6 років можливий при енергоємності ІНЕ до 300 КДж.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ККД ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ПЕРЕМІЖНОМУ РЕЖИМІ S6

Белевцов Є.В., Дирява Є.О.

Науковий керівник – Петренко О.М., д-р техн. наук, доцент

У зв'язку з постійним зростанням цін на енергетичні ресурси зростає їх питома вага в собівартості продукції. На сьогоднішній день питома вага становить 30-50%, що в кілька разів перевищує аналогічні показники закордонних фірм і призводить до неконкурентоспроможності продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках. Високий рівень залежності вітчизняної економіки від зовнішніх джерел енергетичних ресурсів і постійне зростання їх цін зумовлюють актуальність проблеми енергозбереження.

Основним споживачем (близько 60%) виробленої електроенергії є електричні двигуни. Серед них найбільше застосування знаходять асинхронні двигуни. Тільки в промисловості України в експлуатації знаходиться близько 6 млн. шт. асинхронних двигунів, а в цілому в Україні експлуатуються десятки мільйонів асинхронних двигунів. У зв'язку з цим навіть незначне поліпшення техніко-економічних показників електроприводів на базі асинхронних двигунів в масштабах країни дає значну економію електроенергії.

Одним з найбільш ефективних способів поліпшення техніко-економічних показників електроприводів є заміна нерегульованих елект-

роприводів регульованими. У розвинених країнах частка регульованих електроприводів досягається 40-50% від загальної кількості. В Україні ця частка становить кілька відсотків. У той же час, використання регульованих приводів дає такі переваги:

- рішення задач подальшої механізації і автоматизації виробництва;
- удосконалення існуючих і розробки нових технологічних процесів;
- зниження собівартості, підвищення якості і конкурентоспроможності продукції;
- розширення внутрішніх і зовнішніх ринків збуту продукції.

У залежності від призначення, діапазону регулювання, потужності і багатьох інших чинників можуть використовуватися ті чи інші типи регульованого електроприводу. Протягом останніх 40 років найбільш перспективним є регулювання електроприводу на базі асинхронних двигунів і напівпровідникових перетворювачів частоти (РЕП АД). Застосування РЕП АД забезпечує:

- вдосконалення технологічних можливостей устаткування;
- суттєве енерго – та ресурсозбереження шляхом оптимізації режимів роботи обладнання;
- збільшення ресурсу роботи електротехнічного і механічного устаткування за рахунок плавного регулювання, відсутності пускових струмів підвищення кратності і механічних ударних навантажень;
- автоматизацію управління комплексами технологічних установок.

Новим напрямком у застосуванні РЕП АД є їх використання в цілях підвищення енергетичних показників двигунів.

Характерною особливістю роботи асинхронних двигунів в складі багатьох приводів є нерівномірність навантаження, що викликається технологічними умовами виробництва. Наприклад, для асинхронних двигунів системи власних потреб електростанцій по мірі завантаження двигуни розділяються:

(1,0-0,75) P_{2N} - 32% загальної кількості;

(0,75-0,5) P_{2N} - 45% загальної кількості;

(0,5-0,25) P_{2N} - 23% загальної кількості.

Таким чином, більшість асинхронних двигунів системи власних потреб суттєво недовантажені, що призводить до значного зниження їх енергетичних показників. Зменшення навантаження до 0,5 P_{2N} призводить до зниження ККД на 3-4% $\cos \varphi$ на 20-22%, при зменшенні навантаження до 0,25 P_{2N} зниження становить 13-16% і 37-45% відповідно [1].

Радикальним заходом, що забезпечує поліпшення енергетичних по-

казників двигунів працюючих при широкому діапазоні навантажень, є заміна нерегульованих асинхронних двигунів на регульовані. Найбільш ефективна така заміна в приводах з вентиляторним навантаженням. При цьому регулювання потужності двигуна відбувається за рахунок зміни частоти і напруги за квадратичним законом. На прикладі асинхронного двигуна привода димососа АН-4-17-45-10 встановлено, що для нижчого порогу корисної потужності $P_2 = 0,4 P_{2N}$ при використанні квадратичного закону регулювання енергетичний коефіцієнт K_e дорівнює добутку ККД і $\cos\varphi$ збільшується на 25,7 % від свого значення для нерегульованого двигуна.

ВПРОВАДЖЕННЯ ПНЕВМОРЕСОРНОЇ ПІДВІСКИ ДЛЯ ВАГОНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Колесніков О.В., Клець М.В.

Науковий керівник – Скуріхін В.І., канд. техн. наук

Метрополітен повинен забезпечувати високу надійність і безпеку руху; надання максимум зручностей для пасажирів при мінімальній вартості перевезень; високу швидкість повідомлення і достатню провізну спроможність; необхідну частоту і регулярність руху на лінії; гарну маневреність і високі тягово-динамічні властивості, як при відокремлених дорожніх пристроях, так і при роботі в загальному транспортному потоці; мінімальний шум, створюваний рухомим складом.

Важливою системою вагона є ресорне підвішування від якого залежить комфортність пересування пасажирів. На сучасних вагонах метрополітену використовується ресорне підвішування на циліндричних пружинах центральній та буксовій ступені. Але ж така підвіска має постійну жорсткість при різній вазі кузова вагона. В роботі пропонується пневматична підвіска, яка в залежності від ваги надресорної будови міняє свою жорсткість.

Виходячи з досліджень пневматичне ресорне підвішування має кращі показники в порівнянні з пружинним підвішуванням.

Значення коефіцієнтів динаміки з пневматичним підвішуванням $K_{дц1,2}$ менше на 31,8-34,9% у порівнянні з пружинним підвішуванням, а для коефіцієнта динаміки $K_{дц3,4}$ - на 32,6-30,5%.

Коефіцієнт плавності ходу для пневматичного підвішування візка 1 вагона метрополітену у всьому діапазоні швидкостей значення цього коефіцієнта менше на 9,2-15,6%, ніж для пружного підвішування, а для візка 2 – на 13,3-4,5%.

Таким чином, аналізуючи результати виконаних розрахунків можна рекомендувати пневматичне ресорне підвішування для використання у вагонах метрополітену.

В процесі досліджень було проведено експериментальні дослідження і проведено розрахунки пов'язані з аналізом пружинного та пневматичного ресорного підвішування. В ресорному підвішуванні, що пропонується використовуються: на центральному підвішуванні елементи діафрагмового типу, а на буксовому – балонного.

Висновки

- проведено порівняльний аналіз пружинних та пневматичних елементів ресорного підвішування, доведено, що пневматичні ресори мають змінну жорсткість ресорної підвіски на відміну від пружинної;

- встановлено закономірність показників динамічних якостей вагона метрополітену від швидкості руху, а саме коефіцієнта плавності ходу та коефіцієнтів вертикальної динаміки, амплітуда коливань надресорної будови при використанні пневматичних ресор менша ніж при використанні пружин;

- обгрунтовано використання пневматичної підвіски на вагоні метрополітену та доведено, що дане ресорне підвішування забезпечує комфортність руху для пасажирів

ПРИСТРІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОЛІСНИХ ПАР ЗАЛІЗНИЧОГО ЕКПАЖУ

Троцай А.В.

Науковий керівник – Смирний М.Ф., д-р техн. наук, професор

З першого дня існування залізниці велику увагу приділяли технічному стану ходової частини. Створення руху між рейкою та рухомим складом забезпечує колісна пара, тому від її справності залежить безпека перевезення на залізниці. Однією з найнебезпечніших несправностей є проворот бандажу відносно колісного центру.

На даний час цю несправність діагностують за допомогою контрольної мітки, яка наноситься фарбою. Цей метод є не зовсім надійним, оскільки точність замала. Отже, цю систему необхідно модернізувати.

За прототип для аналізу взято відомий пристрій безперервного діагностування технічного стану колісних пар. Та його суттєвим недоліком є те, що під час експлуатації можливі зміни величини напруженостей магнітних полів міток, тому диференційна схема недостатньо чітко фіксує взаємні зміщення, що знижує надійність роботи пристрою.

В основу розробленої корисної моделі поставлено завдання вдосконалення вже відомого пристрою шляхом того, що застосовано додатковий ферозонд. Розташований в одній площині з першим ферозондом перпендикулярно до його осі.

Пристрій працює таким чином. При котінні колісної пари по рейці перший та другий 4, 5 ферозонди зчитують горизонтальну складову зовнішнього поля магнітних міток, нанесених головкою запису стрижневого типу (епюра 4, 5), а додатковий ферозонд 6 зчитує вертикальну складову поля магнітної мітки (епюра 6). З виходу першого ферозонда 4 сигнал через амплітудний детектор 7 (епюра 7), перший пороговий елемент 9 (епюра 9) та елемент НЕ 10 (епюра 10) подається на перший вхід елемента І 11, на другий вхід якого поступає сигнал з другого порогового елемента 8 (епюра 8). З виходу елемента І 11 (епюра 11) короткий імпульс поступає на керуючий вхід аналого-цифрового перетворювача 12, на інформаційний вхід якого надходить сигнал з виходу другого ферозонда 5.

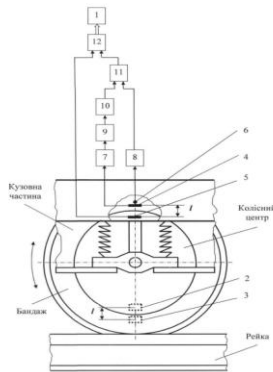


Рисунок 1– Схематичне зображення пристрою

Пропонована корисна модель забезпечить підвищення точності та надійності пристрою.

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ГІБРИДНИХ ТРОЛЕЙБУСІВ

Чопко В.С.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

Тролейбус займає особливе місце серед міського пасажирського транспорту. Доведено, що це найбільш екологічний вид транспорту після метро. Це малозумний вид громадського транспорту. Сучасні

тролейбуси за рівнем комфорту не поступаються автобусам і навіть перевершують їх.

Тролейбусні системи розглядаються як більш гнучкі в плані експлуатації. Серед переваг можна також відзначити: відсутність забруднення повітря продуктами згоряння; тривалий термін служби рухомого складу троллейбуса; витрати на обслуговування троллейбусного парку менше, ніж, наприклад, на обслуговування автобуса.

В даний час в світі більше 400 міст, які використовують троллейбуси як наземного транспорту і майже 40 000 троллейбусів курсують за своїми маршрутами, 75% з яких - в країнах Східної Європи. Тролейбуси з успіхом функціонують у багатьох великих містах планети, у тому числі у Ванкувері, Сан-Франциско, Женеві, Ліоні, Зальцбурзі, Афінах, Веллінгтоні - у багатьох з них троллейбуси складають основу міської транспортної системи. Найбільший троллейбусний парк в Європі (за винятком СНД) знаходиться в Афінах. Загальна протяжність контактної мережі більше 350 км.

Застосування нових гібридних троллейбусів дозволяє продовжити існуючі троллейбусні маршрути на 10-15 кілометрів та розширити троллейбусну маршрутну мережу за рахунок можливості пересування від однієї троллейбусної лінії до іншої. Новий троллейбус з можливістю автономного ходу крім екологічних буде вирішувати проблеми забезпечення жителів віддалених мікрорайонів громадським транспортом. Це дасть можливість обійтися без будівництва контактної мережі та тягових підстанцій, допоможе заощадити міський бюджет.

Відмови силового електрообладнання, зокрема тягових електричних двигунів (ТЕД) багато у чому залежать від властивостей конструкції, матеріалів, режимів навантаження та умов експлуатації. Кількісно вони можуть оцінюватися імовірно-статистичними характеристиками.

Елементна база ТЕД має значну кількість різного роду з'єднань між деталями, що утворюють вузли, якість яких визначається умовами виготовлення, а постійність характеристик - умовами експлуатації.

Аналіз статистичних даних відмов показав, що природа їх виникнення і наслідки залежать від складності структури, функціональних зв'язків параметрів ТЕД і різноманіття впливу експлуатаційних факторів.

У зв'язку з цим виникає завдання більш глибокого вивчення імовірно-статистичних властивостей відмов елементів системи, на підставі яких буде можливо отримати оцінки надійності системи, при раціональному підборі параметрів надійності елементів тягових електричних двигунів.

У процесі роботи електричного обладнання тролейбусів, зокрема тягових електричних двигунів, відбувається деградація параметрів ряду його елементів, що у кінцевому підсумку призводить до наступних найбільш значущих негативних наслідків:

- втрати працездатності тягових електричних двигунів (ТЕД);
- наявності на корпусі двигуна небезпечної для пасажирів і персоналу напруги;
- збільшеного проти природного темпу зношування окремих елементів тягового електричного двигуна;
- підвищених вібрацій з негативним впливом на комфортність поїздки і безвідмовність роботи інших елементів тролейбуса, що ушкоджуються вібрацією двигуна.

Таким чином, технічний стан ТЕД впливає на рівень обслуговування пасажирів, а саме на безвідмовність рухомого складу, комфортність, електробезпеку, економічні показники.

Одним з більш важливих напрямків роботи з істотного підвищення продуктивності праці, скорочення витрат на утримання та експлуатацію тролейбусів є удосконалення технологічних процесів із застосуванням сучасних методів і засобів діагностування, сучасної нової техніки, тобто здійснення заходів щодо механізації та автоматизації технічного обслуговування і ремонту сучасних тролейбусів в умовах депо.

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Твердохлібов Є.О.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

З усього різноманіття засобів діагностики в електротехніці найбільше застосування в даний час знаходять апаратні засоби для визначення працездатності та справності окремих складальних одиниць електричного обладнання. Програмні і програмно-апаратні засоби діагностування широко впроваджуються у міру поширення мікропроцесорних систем та обчислювальної техніки.

Важливість забезпечення надійності електричних машин міського електротранспорту на основі застосування методів і засобів діагностики висуває до останніх високі вимоги.

При проектуванні та експлуатації засобів діагностики ці вимоги характеризуються:

- номінальними і допустимими значеннями вхідних і вихідних сигналів;

- статичною та динамічною точністю їх вимірювання;
- глибиною діагностування (числом діагностованих сигналів);
- достовірністю діагностування;
- технічною і метрологічною надійністю;
- способом зв'язку з об'єктом діагностування;
- формою представлення результатів.

Перераховані показники взаємопов'язані та повинні бути узгоджені між собою. Технічні засоби діагностування можуть мати похибку вимірювання, що задовольняє ряду ± 5 ; $\pm 2,5$; $\pm 1\%$.

На величину похибки впливають:

- вид сигналу (аналоговий або дискретний);
- спосіб і форма передачі інформації;
- статичні та динамічні характеристики контрольованих

параметрів електричних машин.

Здійснюючи самоконтроль, можна підвищити достовірність отриманих результатів за оцінкою стану об'єкту. Це завдання може бути вирішено повторним виконанням тієї або іншої операції та звіркою отриманих результатів.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Білик С.І., Євтухов О.В.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

Для забезпечення експлуатаційної надійності та зниження витрат особливо важливе теоретичне та практичне значення набуває проблема розробки науково обґрунтованих методів організації та режимів профілактичного обслуговування та ремонту рухомого складу, зокрема тролейбусів.

Відомо, що виникнення окремих несправностей (відмов) в механізмах рухомого складу часто носить випадковий характер. Тому ніякі норми не можуть відобразити істинні потреби його в технічному обслуговуванні. Для кожного тролейбуса немає гарантії, що він відпрацює певний заздалегідь запланований період.

Поняття «відмова» безпосередньо пов'язане з поняттям «надійність». До основних причин виникнення відмов належить конструктивні помилки та не опрацювання, виробничі недоліки, порушення правил експлуатації та технічного обслуговування, неякісний ремонт або пошкодження деталей під час роботи, природний знос та ін.

Статистичний аналіз різних несправностей в агрегатах тролейбусів показує, що майже завжди вони підкорюються певним законам

розподілу. Так, фактична потреба в ТО-2 тролейбусів одного типу змінюється в межах 5-16 тис. км та підкорюється нормальному закону розподілу. Потреба в ТО-1 змінюється від 2 до 5 тис. км.

Як видно з рисунку 1, середній пробіг тролейбусів до ТО-2 складає 13 тис. км і цьому пробігу відповідає найбільша кількість тролейбусів. Якщо середній пробіг l (штрих у верху) за періодичність ТО-2, приблизно для 67 % тролейбусів ця періодичність буде більшою, а для 33 % – меншою.

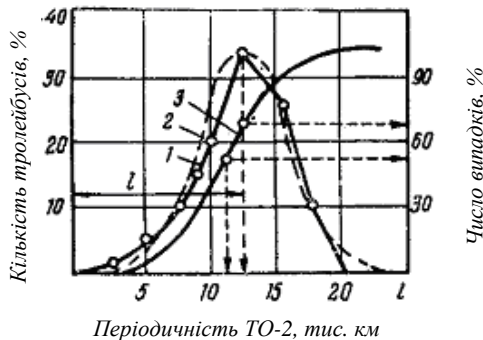


Рисунок 1 – Криві розподілення пробігу тролейбусів до ТО-2:
1 – експериментальна; 2 – теоретична; 3 – кумулятивна.

Під час роботи тролейбусів в різних умовах експлуатації та при різній кваліфікації водіїв потрібність в технічному обслуговуванні та характер розподілення робіт за поточним ремонтом неоднакові. Фактично, за даними підприємств, об'єми робіт і затрати на обслуговування та ремонт за окремими агрегатами відрізняються у два – три рази.

Періодичність обслуговування та об'єм робіт у більшій мірі залежить від типу, технічного стану тролейбуса, інтенсивності відмов у роботі окремих вузлів та механізмів. Наприклад, в залежності від технічного стану тролейбуса об'єм робіт з кріплення може відрізнитися більш ніж у 1,5 рази.

Примусове обслуговування та ремонт економічно доцільно виконувати в тому випадку, коли спостерігається невелике розсіювання строків появи тих або інших відмов в агрегатах тролейбусів. Для ЩО та ТО-1 з достатньою для практичних цілей точністю можна установити середні періодичності обслуговування.

Для ТО-2 періодичність обслуговування коливається в значних межах і встановити будь-яку середню норму пробігу важко. У зв'язку з цим більшість робіт з ТО-2, як і поточний ремонт, необхідно виконувати по мірі виявлення граничних станів, близьких до відмовних.

Отже, діючі режими та методи організації технічного обслуговування та поточного ремонту потребують подальших досліджень та уточнень, а задача визначення оптимальних моделей профілактики може розглядатися як знаходження оптимального керування випадковим процесом.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРОЛЕЙБУСІВ У М. ХАРКОВІ

Рудаков С.С.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

Тролейбусне господарство міста Харкова являє собою сукупність усіх технічних засобів троллейбусного транспорту, куди входять рухомий склад, депо, швидка технічна допомога, лінійні ремонтні пункти, тягові підстанції, кабельна і контактна мережа та ін.

Задачі з підвищення ефективності роботи міського електричного транспорту, зокрема троллейбусів, мають велике значення і повинні бути спрямовані на зниження трудомісткості технічного обслуговування рухомого складу, ощадливій витраті ресурсів і безперерйне обслуговування пасажирів. Важливу роль у вирішенні цих задач відіграє технічна діагностика систем і агрегатів рухомого складу.

Метою роботи є обґрунтування необхідності впровадження та застосування сучасних засобів і методів технічного діагностування механічного обладнання рухомого складу електричного транспорту на підприємствах МЕТ.

Встановлено, що умови експлуатації рухомого складу електричного транспорту істотно впливають на працездатність як окремих його систем і агрегатів так і рухомої одиниці у цілому. Аналіз умов експлуатації полягає в оцінюванні сукупності зовнішніх факторів, які істотно впливають на працездатність систем троллейбусів. До таких факторів належать температура навколишнього середовища, вологість, атмосферний тиск, вібрації тощо. У процесі роботи можливі зміни умов експлуатації.

Енерго- і ресурсозбереження вимагає забезпечення оптимального режиму роботи електротранспорту, його систем, вузлів та агрегатів.

Отже, важливим є своєчасний технічний контроль відповідних параметрів.

Діагностування повинно бути складовою частиною процесу керування технічним станом рухомого складу електричного транспорту з метою збереження високої надійності (довговічності і безвідмовності) під час експлуатації при мінімальних затратах. При діагностуванні визначають, яким діям необхідно піддати обладнання для запобігання відмов і відновлення рівня його працездатності. До таких дій належать операції, скеровані на підвищення або відновлення ресурсу окремих деталей і вузлів і механічного обладнання загалом.

При застосуванні нової форми системи планово-попереджувальних ремонтів (ППР) за даними діагностування можна використовувати такі показники: напрацювання між діагностуваннями, допустимі без технічних дій відхилення параметрів стану, похибка вимірювання, залишковий ресурс. Потрібно відзначити, що швидкість зміни параметрів стану навіть одного і того ж елемента в різних системах різна, бо вона відбиває вплив технології виготовлення, режимів роботи і умов експлуатації. У зв'язку з цим на практиці завжди спостерігається розкид значень, параметрів.

На основі обробки статистичних даних та у результаті проведеного аналізу характеру відмов основних систем механічного обладнання тролейбусів та порівняльного аналізу експлуатаційних показників надійності тролейбусів за останні роки, зроблено висновки, що доцільно впровадження та застосування сучасних засобів технічного діагностування основних вузлів і агрегатів механічного обладнання та контролю відповідних параметрів. Це підвищить експлуатаційну надійність та економічну ефективність рухомого складу та знизить затрати на його обслуговування.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ

Омельчук А.В.

Науковий керівник – Павленко Т.П., д-р техн. наук., професор

Тролейбус є найпоширенішим видом міського електричного транспорту. Він не виділяє токсичних газів, безшумно пересувається та має достатні динамічні характеристики.

Головне завдання підприємств міського електричного транспорту – це надійна експлуатація рухомого складу, яка забезпечується ефективним транспортним обслуговуванням міського населення. Основними критеріями надійності рухомого складу та транспортного підп-

риємства є: максимальне зменшення витрат часу на переміщення і зниження транспортної втомлюваності; максимальний випуск рухомого складу на лінію, висока регулярність руху і транспортний комфорт пасажиро перевезень. Для забезпечення високих якісних показників міських перевезень прямо або опосередковано працюють всі структурні одиниці багатогалузевого транспортного господарства.

Актуальність роботи полягає у визначенні питань якісного технічного діагностування основних елементів та агрегатів рухомого складу міського електричного транспорту. Тому що це забезпечує безпеку пасажирів, роботу та розвиток транспортної інфраструктури міста, регулювання транспортних потоків та процесів і інше.

Ефективність роботи МЕТ повинна зростати не тільки внаслідок створення нових типів електрорухомого складу, але й в результаті підвищення надійності, поліпшення тягових, гальмових і техніко-економічних характеристик існуючого електротранспорту.

Метою роботи є підвищення надійності ресурсу технічних транспортних систем шляхом їх діагностування.

Як відомо, найважливішим показником надійності є відсутність відмов під час експлуатації технічної системи. Відмова вузлів та агрегатів у роботі під навантаженням може призвести до важких наслідків. Технічна діагностика завдяки ранньому виявленню дефектів і несправностей дозволяє усунути подібні відмови в процесі технічного обслуговування, що підвищує надійність і ефективність експлуатації, а також дає можливість експлуатації технічних систем відповідального призначення за станом.

Рішення задач технічної діагностики завжди пов'язане з прогнозуванням надійності на найближчий період експлуатації (до наступного технічного огляду). Технічні рішення повинні ґрунтуватися на моделях відмов, що вивчаються в теорії надійності.

Наприклад, одним з основних агрегатів тролейбуса є тяговий електричний двигун (ТЕД), тому до його показників надійності висуваються особливі вимоги, які залежать від режимів роботи та експлуатації. Діагностування двигунів здійснюється або людиною безпосередньо (наприклад, зовнішнім оглядом, «на слух», оцінкою ступеня нагріву через дотик рукою та ін.), або за допомогою апаратури.

Таким чином, об'єкт і засоби діагностування в сукупності утворюють систему діагностування.

Вимоги щодо точності системи діагностування визначаються припустимим мінімальним відхиленням діагностичного параметра, викликаним деякими пошкодженнями. На підставі аналізу результатів досліджень сумарна похибка вимірювального каналу і похибка обчис-

лення діагностичного параметра не повинні перевищувати одного відсотка.

Основними оціночними показниками надійності рухомого складу (РС) є коефіцієнт відмов, параметр потоку відмов, середнє напрацювання на відмову та ймовірність безвідмовної роботи рухомого складу та його елементів.

Коефіцієнт відмов – це величина, що показує, який відсоток становлять від загальної кількості відмови i -того агрегату чи системи рухомого складу, і визначається за формулою.

Параметр потоку відмов – це величина, що визначає кількість відмов РС чи його елементів на один кілометр пробігу за відповідний період.

Середнє напрацювання на відмову – це величина, яка визначає середнє значення пробігу до першої відмови РС або його елементів:

Ймовірність безвідмовної роботи – це є визначення роботи РС або його елементів без відмов на протязі заданого періоду напрацювання:

Під час використання аналітичних методів розрахунку встановлено нормативний рівень ймовірності безвідмовної роботи для вузлів і елементів рухомого складу, який не може бути меншим для систем і агрегатів, що забезпечують безпеку руху на лінії (гальмівна система, колеса, рульове керування та інші), а саме $P(L) = 0,9-0,95$, для інших $P(L) = 0,85-0,9$.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА УМОВИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Криволапов І.В.

Науковий керівник – Лукашова Н.П., асистент

Розвиток електротранспорту у даний час — це є загальносвітовий тренд. За даними Міжнародного союзу громадського транспорту, міський електротранспорт визнаний самим екологічним, а значить, найбільш перспективним. У тих країнах, де була скорочена або демонтована мережа міського електротранспорту, через 20-30 років вкладалися значні капіталовкладення для його відновлення.

Особливе місце серед міського пасажирського транспорту займають тролейбус і трамвай, а також системи, що приймають участь у його обслуговуванні, а саме:

- підприємства, які здійснюють перевезення пасажирів і вантажів;
- трамвайні і тролейбусні лінії, ремонтно-експлуатаційні депо;

- фунікулери, канатні підвісні дороги, ескалатори;
- заводи по ремонту рухомого складу і виготовленню запасних частин, споруди енергетичного господарства та зв'язку та інші.

Актуальність роботи складається з аналізу розвитку сучасних конструкцій міського електротранспорту з метою визначення основних параметрів надійності роботи, та відповідності технічним світовим стандартам.

Розповсюдженим видом міського електротранспорту є тролейбусні системи, які є більш гнучкі в плані експлуатації. Серед переваг тролейбусів можна також відзначити: відсутність забруднення повітря продуктами згоряння; тривалий строк служби рухомого складу тролейбуса; витрати на обслуговування тролейбусного парку менше, ніж, наприклад, на обслуговування автобуса.

У даний час існує більше 400 міст, які використовують тролейбуси як наземний транспорт, де майже 40000 тролейбусів курсують по своїх маршрутах, 75 % з яких — у країнах Східної Європи.

У сучасному світі відомі світові бренди деяких марок тролейбусів, що експлуатуються в різних містах.

Наприклад, сучасний 12-ти метровий міський низькопідлоговий тролейбус, виробляється фірмою New Flyer (США) і оснащений електронікою «Шкода», а також на його борту знаходяться акумулятори, енергія яких використовується для руху поза мережею.

Сучасні тролейбуси типу Solaris Trollino+Skoda (ЄС) широко використовуються в Європі і випускаються польською компанією Solaris Bus & Coach. Такі тролейбуси мають сучасне електрообладнання на базі мікропроцесорів і також оснащені акумуляторами, енергія яких використовується для руху поза мережею. По конструкції і принципу дії в країнах ЄС використовуються моделі тролейбусів фірми Irisbus Cristalis.

Білоруською компанією «Белкоммунмаш» створений низькопідлоговий тролейбус, що оснащений транзисторною системою керування потужністю двигуна. При експлуатації даного виду тролейбуса знижене споживання енергії до 35% у порівнянні з типом «ЗИУ-9». Тролейбус також має плавний розгін-гальмування і значно підвищений термін служби електродвигуна, елементів шасі і кузова.

У містах України та країн СНД також з'явилися прогресивні конструкції тролейбусів, які мають високі енергетичні показники.

Наприклад, низькопідлоговий тролейбус Львівського автобусного заводу (ЛАЗ), який випускається з 2006 р. і має довжину тролейбуса 12 м, вагу 12,2 т, швидкість 75 км/год; напругу на струмоприйма-

чах 550 В; місткість 120 осіб. Параметри тролейбусу відповідають світовим стандартам.

Вирішенням екологічної проблеми міста також є трамваї, використання яких дозволяє не тільки поліпшити екологічну обстановку міста, але і зняти пасажиронапруженість в нових мікрорайонах міст.

В Україні також з'являються сучасні конструкції трамваїв. Наприклад, у минулому році у Львові вийшли трамваї, що відповідають найкращим європейським стандартам. Трамвай випускає СП «Електротранс», створений концерном «Електрон» і одним з провідних підприємств Європи з виробництва залізничних і трамвайних трансмісій TransTec Vetschau GmbH (Німеччина).

Трамвай був розроблений з використанням німецьких технологій, але на 80% складається з вітчизняних комплектуючих і не має аналогів в СНД, при цьому він коштує вдвічі дешевше європейських.

Як показав аналіз, використання трамваїв нового зразка в містах України на 40% скоротить споживання електроенергії, що, при масовому введенні їх в експлуатацію, дозволить спрямувати більше коштів на подальшу модернізацію громадського транспорту.

МОНІТОРИНГ ГРОМАДСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК МОЖЛИВІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЙОГО РОБОТИ

Олійник А.С.

Науковий керівник – Герасименко В.А., ст. викладач

Забезпечення ефективної роботи громадського електричного транспорту є одним з найважливіших завдань в стратегічному розвитку транспортної галузі. У процесі надання транспортних послуг, перевізники стикаються з певними проблемами, пов'язаними з управлінням рухом транспортних потоків, контролем роботи рухомого складу, підвищенням якості транспортного обслуговування населення та питаннями безпеки. Багато з цих проблем можуть бути вирішені шляхом впровадження системи моніторингу громадського транспорту, що дозволить відстежувати роботу рухомого складу на лінії, а також контролювати технічні параметри, безпеку пасажирів за допомогою супутникових систем стеження. Зараз застосування технологій автоматизованого супутникового стеження і контролю – незамінна складова, метою якої є підняти процес управління парком електротранспорту на новий ефективний рівень.

Метою роботи є огляд існуючих проблем в області моніторингу транспорту, розгляд основних недоліків користування міським елект-

ричним транспортом, та розробка мобільного додатку, що дозволить ефективніше до комфортніше його використовувати.

Спочатку системи моніторингу застосовувалися виключно для контролю/моніторингу переміщення транспортних засобів і функціонували тільки в офлайн режимі, не дозволяючи в режимі реального часу стежити за об'єктом. З розвитком технологій передачі даних GSM/GPRS, а також web-технологій, системи моніторингу транспорту дозволили здійснювати дистанційне спостереження за транспортом цілодобово, в режимі реального часу. У системах моніторингу та контролю транспорту використовується поєднання навігаційних та телекомунікаційних технологій. Як приклад, в якості каналів передачі даних використовується GSM/GPRS.

Загальний принцип роботи системи такий, що на транспорт встановлюється спеціальне бортове навігаційне обладнання моніторингу транспорту, в який вбудований ГЛОНАСС/GPS-приймач, що обробляє сигнали з супутникових навігаційних систем. Ці пристрої зазвичай називають абонентськими терміналами. І зараз їх виробляють багатосистемними, щоб поліпшити якість прийому сигналу. Так само в термінали встановлюється SIM карта мобільного оператора, за допомогою якої відбувається передача даних в диспетчерський центр.

Система передачі і обробки сигналу має наступну послідовність. Сигнал який передається зі супутника на транспортний засіб за допомогою радіосигналів та інтернету (TCP/IP) надходить на телематичний сервер. З серверу сигнали надходять до диспетчерського пункту, де інформація обробляється й виводиться на інформаційне табло, що встановлено на зупинці.

Інформаційні табло для зупинок громадського транспорту інформативні і зручні в користуванні. Вони виготовляються на основі ультра яскравих промислових LCD панелей, що розміщуються у корпусі з антибліковим склом, системою кондиціонування та контролю працездатності. Інформаційне табло відображає: тип транспортного засобу, номер маршруту, час очікування та прибуття маршруту, кінцеві зупинки маршрутів, що прибувають на зупинку, поточний час, температуру, дату і день тижня. Додатково відображається схема руху маршруту та розташування даної зупинки на карті міста, прогноз погоди, рекламний/соціальний відеоконтент. Для незалежної, від міських мереж, роботи передбачена комплектація інформаційних табло автономними джерелами енергопостачання, вітро-генераторами або сонячними панелями.

На сьогоднішній день системи моніторингу транспорту на основі ГЛОНАСС і GPS – це ефективний інструмент управління парками еле-

ктротранспорту, забезпечення безпеки користувачів, мінімізації витрат на експлуатацію транспорту, зростання прибутку підприємства.

У роботі були оглянуті існуючі проблеми в області моніторингу транспорту. Основні недоліки користування міським електричним транспортом, та було розроблено мобільний додаток «Kharkov Metro» для збільшення зручності для громадян.

Були досліджені інформаційні сервіси, що дозволяють отримати інформацію про місцезнаходження громадського транспорту, системи моніторингу міського транспорту, недоліки мобільних додатків для користування метро у місті Харкові та в інших країнах світу.

РОЗРОБКА КОМПОНЕНТІВ ДІАГНОСТИЧНОГО ПРИСТРОЮ ПАРАМЕТРІВ ХОДОВИХ ЧАСТИН ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Колесніченко Є.В.

Науковий керівник – Бабічева О.Ф., канд. техн. наук, доцент

Забезпечити необхідний рівень надійності і ефективності використання РС значною мірою можна за рахунок поліпшення якості технічного обслуговування і ремонту. Одним із слабких місць в тій, що склалася роками технології ТО і Р тролейбусів є отримання об'єктивної і вичерпної інформації про технічне полягання їх деталей і вузлів в експлуатації, під час вступу на ТО і Р, в процесі їх виконання і при видачі в експлуатацію. Тому розробка і впровадження ефективних, таких, що відповідають сучасному рівню розвитку науки методів і засобів технічної діагностики і забезпечуючих зниження трудових, матеріальних, грошових витрат - одна з найважливіших проблем, яку повинні вирішувати інженерно-технічні робітники нашій галузі.

Актуальність теми обумовлена необхідністю засобів діагностики пошуку несправностей механічного обладнання транспортних засобів за допомогою електронних діагностичних пристроїв. Метою є запропонування компонентів системи діагностики для ходової частини транспортних засобів.

Аналіз відомих джерел виявив наступні особливості діагностування ходових частин транспортних засобів.

Періодичному діагностуванню і відновленню в нормативних межах за наслідками контролю підлягають наступні параметри: сходження керованих коліс, зазори в підшипниках їх маточин і в шворневих з'єднаннях, люфти в з'єднаннях рульової тяги і важелів, а також в рульовому механізмі, зусилля повороту рульового колеса.

Після незадовільного результату експрес-діагностування рульового механізму і гідропідсилювача по узагальненому параметру - зусил-

лю на рульовому колесі - необхідне поглиблене діагностування по пошуку вузла, що вимагає відновлення. Контроль параметрів веденого моста і рульового керування на рівні деталей ведуть, як правило, в агрегатних цехах шаблонами після розбирання вузла. При поглибленому діагностуванні переднього моста виникає необхідність роздільного виміру зазорів в шворневому з'єднанні і підшипниках маточин. Для цього використовують переносний пристрій УНП. Необхідність контролю і своєчасного відновлення сумарного кутового зазору ведучого моста і карданної передачі тролейбуса викликається не тільки вимогами попередження відмови, але і необхідністю зниження швидкості зносу елементів моста в специфічних умовах роботи трансмісії тролейбуса.

Для удосконалення процесів діагностування ходових частин ТЗ і враховуючи вищезгадані особливості діагностики розглянуто реальні стени, що забезпечують діагностування, ремонт і випробування устаткування рухомого транспорту, варіант організації лінії діагностування ведучого моста і рульового керування, а зокрема стенд для випробування ведучих мостів транспортних засобів, пристрій автоматичного регулювання кута сходження керованих коліс транспортного засобу, електронно-акустичний пристрій для вимірювання механічних параметрів вузлів редуктора.

Здійснено вибір і аналіз параметрів контролю при випробуваннях устаткування ходових частин ТЗ, розрахунок і розробка компонентів автоматизованої системи діагностування. Розроблено математичну модель процесу діагностування, що придатна для логічного аналізу результатів випробування механічного устаткування. На основі отриманих результатів запропонована схема системи діагностування технологічних параметрів мостів ТЗ (рис. 1).

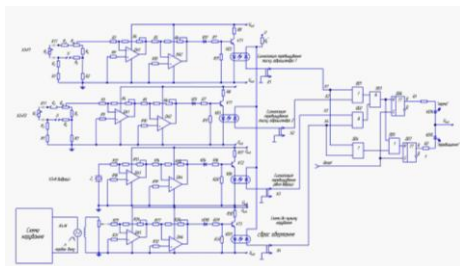


Рисунок 1 – Схема системи діагностування технологічних параметрів мостів ТЗ

Таким чином, запропонована система дозволяє удосконалити процеси діагностування та контролю необхідних технологічних параметрів ходових частин транспортних засобів.

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗАРЯДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ NISSAN LEAF

Чоломбітько О.А., Коржов А.Г.

*Науковий керівник – Борисенко А.О., канд. техн. наук, доцент
(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

Електрообілі останнім часом все більш входять в наше життя. Найбільш розповсюдженим є електрообіль Nissan Leaf, який виробляється японським концерном Nissan Motor Co. Ltd

Електрообілі Nissan Leaf широко розповсюджені і на Україні, тому необхідно провести аналіз та дослідження системи електропостачання електрообіля в умовах його експлуатації великих міст, наприклад, у Харкові.

Мета роботи полягає у підвищенні конкурентоспроможності електрообіля Nissan Leaf за рахунок визначення та порівняння основних системи енергопостачання електрообіля Nissan Leaf.

Існують два основних способи заряду тягових акумуляторних батарей електрообіля:

- звичайний спосіб, що відбувається від звичайної побутової розетки;
- прискорений спосіб, що відбувається за допомогою спеціального зарядного пристрою від Nissan.

Роз'єми для зарядки електрообіля розташовані в передній частині автомобіля. Повністю зарядити акумуляторну батарею Nissan Leaf від побутової мережі з параметрами 220 В і 30 А можна за 8 год. Експрес-зарядка від Nissan (характеристики 480 В, 215 А) заряджає батарею до 80 % заряду за 30 хв. Також варто відзначити, що батарея схильна до перегріву і в добу може витримати не більше 2-х експрес-зарядок. У м. Харків та Харківській області на кінець 2018 р. постійно діяли 432 заправних станцій різного типу для електрообілів.

В Європі діє стандарт IEC 62196, який визначає наступні потужності зарядних станцій:

- Mode 1. Джерело енергії – однофазна електрична мережа змінної напруги 250 В при максимальному струмі у 16 А. Стандарт заряду Mode 1 аналогічний стандарту Level 1, але у Європі напруга електричної мережі перевищує американську, тому потужність заряду електрообіля стає майже в два рази вище;

- Mode 2. Джерело енергії – однофазна електрична мережа змінної напруги 250 В при максимальному струмі у 32 А. Стандарт заряду Mode 2 аналогічний стандарту Level 2;

- Mode 3. Джерело енергії – трифазна електрична мережа змінної напруги 690 В, при максимальному струмі 63 А. Максимальна потужність досягає 43 кВт, але частіше використовується зарядки половиною потужністю (22 кВт), такого в США немає, це швидка зарядка змінним струмом;

- Mode 4. Джерело енергії – електрична мережа постійної напругою до 600 В і при максимальному струмі до 400 А. Таким чином, максимальна потужність досягає 250 кВт. Стандарт заряду Mode 4 аналогічний стандарту Level 3 [12-15].

В результаті проведеного дослідження сформульовані наступні висновки:

- процес повного 100% заряду літій-іонного елемента батареї складається з двох етапів: заряд постійним струмом (до 80 % заряду), заряд постійної напругою (до 100 % заряду), при цьому зарядний струм знижується;

- системи заряду електромобілів в Європі згідно стандарту IEC 62196 класифікують по рівням потужності та по формі струму живлення: система заряду Mode 1 (максимальна потужність до 3,5 кВт, синусоїдальна електрична мережа з напругою до 250 В (однофазна) або 480 В (трифазна), сила струму до 16 А); система заряду Mode 2 (максимальна потужність до 7 кВт, синусоїдальна електрична мережа з напругою до 250 В або 480 В, сила струму до 16 А); система заряду Mode 3 (максимальна потужність до 43 кВт, трифазна електрична мережа змінної напруги 690 В, сила струму до 63 А); система заряду Mode 4 (максимальна потужність до 240 кВт, електрична мережа постійної напруги до 600 В, сила струму до 400 А).

СИСТЕМА ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Алексейчук Д.І., Лага Іхаб

Науковий керівник – Дзюбенко О.А., канд. техн. наук, доцент

(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Акумуляторні батареї електромобілів можуть експлуатуватися в досить широкому діапазоні температур, але їх зарядка є процесом, котрий потребує особливих умов і уваги. Вкрай низька або надмірна температура зменшують здатність до зарядки, отже, важливим аспектом ефективності зарядного процесу є забезпечення помірної температури акумулятора і навколишнього простору. Саме на це треба звернути увагу і обрати оптимальне рішення даної проблеми перегріву і переохолодження акумуляторних батарей.

Метою роботи є Підвищення ефективності зарядного процесу акумуляторних батарей шляхом реалізації електронної системи контролю та стабілізації температурного режиму роботи з використанням в якості терморегулюючих елементів термоелектричних напівпровідникових перетворювачів. Для досягнення поставленої мети була запропонована схема стабілізації температурного режиму тягової акумуляторної батареї з управлінням на базі мікроконтролера, який безпосередньо контролює температуру акумулятора та регулює її у різних режимах за допомогою термоелектричних напівпровідникових перетворювачів.

Термоелектричні модулі Пельтьє є оборотними, тобто при зміні полярності постійного струму гаряча і холодна пластини міняються місцями. Це дає можливість використовувати модуль в режимі термоінверсування - використовувати один і той самий елемент як для підігріву, так і для охолодження за допомогою зміни напрямку протікаючого струму. Як уже зазначалося, ступінь охолодження пропорційна величині струму, що проходить через термоелектричний перетворювач, що дозволяє при необхідності плавно регулювати температуру охолоджуваного об'єкта, причому з високою точністю.

Для вирішення задачі температурної стабілізації тягової акумуляторної батареї за допомогою термоелектричних модулів Пельтьє була запропонована схема системи контролю та управління, що складається з мікроконтролера, блоку управління та індикації, CAN-трансивера, датчиків температури, модулів Пельтьє і схеми управління термоелектричними модулями на імпульсному стабілізаторі струму і мостовій схемі.

При здійсненні зарядки акумуляторної батареї, система визначає температурні умови, якщо температура значно зменшується (приблизно -20°C (-4°F) в батарейному блоці, система управління температурою автоматично активує встановлені на поверхні акумуляторного модуля термоелектричні модулі Пельтьє для здійснення підігріву з метою поліпшення зарядного процесу.

Головним управляючим органом виступає мікроконтролер, який за допомогою датчиків температури акумуляторної батареї і температури навколишнього середовища визначає необхідний режим роботи термоелектричних модулів. Мікроконтролер також має зв'язок з основною бортовою інформаційною системою автомобіля по CAN інтерфейсу, що дозволяє визначати поточний стан акумулятора, його ємність, напругу, та інше, це дає змогу прогнозувати температурний режим акумулятора та завчасно реагувати на нього відповідними управляючими сигналами.

Крім того система має блок ручного управління та індикації, за допомогою якого система сповіщає водія про поточний температурний стан акумуляторної батареї та аварійний сигнал у випадку коли система не справляється з поставленою задачею.

Управління термоелектричними модулями здійснюється від бортового джерела живлення через імпульсний стабілізатор струму і мостовий транзисторний перетворювач. Стабілізатор струму дозволяє змінювати інтенсивність роботи термоелектричних модулів, а мостова схема виконує зміну полярності струму, що протікає через елементи, це дозволяє переходити від режиму підігріву до режиму охолодження в спекотну пору року.

АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ BMW І3

Романенко А.В., Євтушенко С.В.

*Науковий керівник – Смирнов О.П., д-р техн. наук., професор
(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

Світовий ринок електромобілів у світі стрімко зростає. Зважаючи на те, що ще 20 років тому електромобільний бізнес не розглядався як перспективний, то на сьогодні з упевненістю можна сказати, що майбутнє саме за електричними транспортними засобами.

Мета роботи полягає у підвищенні ефективності використання електричних транспортних засобів за рахунок дослідження та діагностики електрообладнання електромобіля BMW і3.

Основними компонентами електрообладнання електромобіля BMW і3 є наступні вузли та системи електроживлення:

- тягова високовольтна акумуляторна батарея (ТАБ);
- інтелектуальний датчик акумуляторної батареї;
- тяговий електричний двигун;
- електронний блок керування (ЕБК) електричним двигуном;
- генератор (відсутній в моделях І01 і І12), що працює від додаткового двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ);
- електронний блок керування (ЕБК) ДВЗ;
- споживачі електричної енергії (різні автомобільні системи: автономна система опалювання, навігація, інше електронне та електричне обладнання).

Ємність ТАБ батареї залежить від використовуваного варіанту електричного двигуна і комплектації автомобіля.

Критерії вибору ємності ТАБ:

- пускові якості холодного електричного двигуна;

- споживання електроенергії спокою автомобільними системами;
- споживання електроенергії автомобільними системами під час руху.

Генераторна установка генерує електричну енергію для заряду ТАБ при працюючому двигуні внутрішнього згорання. Змінна зарядна напруга регулюється програмою управління електроживленням в залежності від температури і сили струму шляхом збільшення частоти обертання колінвалу двигуна системою керування DME.

Інтелектуальний датчик акумуляторної батареї (IBS) є мехатронним компонентом з власним мікропроцесором, який контролює стан акумуляторної батареї. Датчик IBS в безперервному режимі вимірює на акумуляторної батареї наступні величини: напруга; зарядний і розрядний струм; температура акумуляторної батареї.

Для передачі даних інтелектуальний датчик акумуляторної батареї по шині Local-Interconnect-Network (шина LIN) підключений до системи управління двигуном. Інтелектуальний датчик акумуляторної батареї (IBS) може бути вбудований в акумуляторну батарею.

ЕБК ДВЗ працює наступним чином. Система управління ДВЗ бере участь в електропостачанні в такий спосіб: при падінні напруги генератора збільшується частота обертання колінвалу двигуна відповідно до необхідного. Програмне забезпечення для цього називається "Управління електроживленням". Напруга перетворювача DC/DC в електромашинній електроніці контролюється програмою управління електроживленням.

Доступні такі системні функції управління електроживленням ("розширена програма управління живленням"):

- зниження споживання потужності або відключення споживачів електроенергії;
- регулювання додаткового електрообігрівача;
- збільшення частоти обертання холостого ходу;
- оптимізація зарядного напруги і напруги бортової мережі;
- розпізнавання незадовільного зарядного балансу потужності.

Проведений аналіз та дослідження принципу роботи системи електроживлення електромобіля BMW і3 демонструє високу технологічність та перспективність електричних транспортних засобів.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТОЧНОЇ ЗУПИНКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Іванова О.Р., Дирява Є.І.

Науковий керівник – Смирний М.Ф., д-р техн. наук., професор

Актуальність теми обумовлена доцільністю вдосконалення пристрою для точної зупинки електричного транспортного засобу.

Новизна роботи полягає в тому, що замість прямокутних сигналів керування в аналогах, які формують переміщення транспортної одиниці безпосередньо біля вузької зони точної зупинки, доцільно виробляти сигнали керування, які при наближенні транспортного засобу до вузької зони точної зупинки зменшуються за величиною практично до нуля.

Мета. Розробити пристрій для зупинки транспортної одиниці з більш чутливою зоною точної зупинки.

Матеріали та результати дослідів.

Суть запропонованого технічного рішення пояснюється кресленням (рис. 1), де зображена структурна схема нового пристрою для зупинки транспортного засобу.

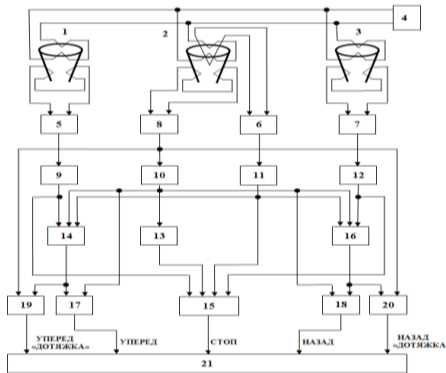


Рисунок 1 – Пристрій для зупинки транспортного засобу:

1, 2, 3 - перша - третя потокочутливі магнітні головки; 4 - збуджувач; 5, 6, 7 - перший - третій фазові детектори; 8 - амплітудний детектор; 9, 10, 11, 12 - перший - четвертий порогові елементи; 13 - логічний елемент НЕ; 14 - перший елемент І, 15 - загальний елемент І, 16 - другий елемент І, 17 - перший елемент ЗАБОРОНА; 18 - другий елемент ЗАБОРОНА; 19 - перший аналогово-цифровий перетворювач; 20 - другий аналогово-цифровий перетворювач та мікропроцесорний пристрій 21 керування двигуном

Діаграми, що пояснюють принцип дії цього пристрою, наведені на рисунку 2.

Ідея розробки полягає у застосуванні аналогово-цифрових перетворювачів, які відповідно до зміни вертикальної складової напруженості магнітного поля постійного магніту, закріпленого на направляючу конструкцію, виробляють сигнали УПЕРЕД та НАЗАД «ДОТЯЖКА», що переводить рух транспортного засобу на «повзучу» швидкість та забезпечує його плавну й точну зупинку у вузькій зоні.

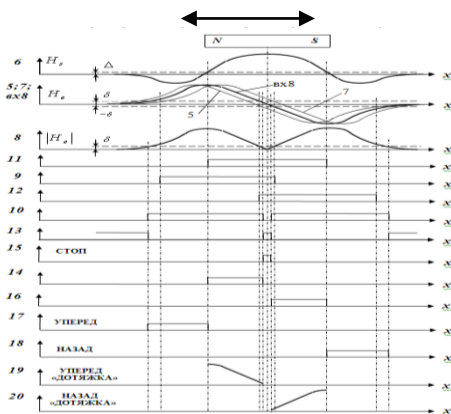


Рисунок 2 – Діаграми роботи пристрою для зупинки транспортного засобу

Висновки.

1. Проаналізовано патенти на корисну модель найближчих аналогів та прототипу пристроїв для зупинки транспортних засобів та принцип їх дії.

2. Запропоновано вдосконалений пристрій для точної зупинки електричного транспортного засобу: розроблено структурну схему та наведено діаграми. Розроблено та подано до ДЕРЖПАТЕНТУ заявку № а2018 04799 від 02.05.2018 на видачу патенту на винахід «Пристрій для зупинки транспортного засобу».

У даному пристрою підвищена точність та надійність роботи.

3. Зроблено розрахунок диференційного ферозонда на задані параметри.

4. Експериментально перевірений принцип дії імпульсного генератора збудження ферозонда, реалізований на одноопераційному тиристорі.

5. Розроблено та виготовлено макет пристрою.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА З ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

Леонova I.B.

Науковий керівник – Далека В.Х., д-р техн. наук., професор

Функціонування транспорту, тобто перевезення вантажів та пасажирів, не можливе без використання енергії. Оскільки при цьому виконується механічна робота, то виникає необхідність в перетворенні енергії з одних видів до інших.

У більшості випадків природа постачає нам енергію не в тій формі, в якій вона потрібна для наших конкретних цілей. Тому ми змушені трансформувати наявну в нашому розпорядженні енергію. Для отримання роботи ми повинні знайти відповідні джерела енергії, тобто такі речовини, які є носіями найбільш придатного для реалізації виду енергії.

В даний час електроенергія в більшості випадків виходить з допомогою механічних пристроїв, окремі частини яких рухаються зі значним тертям. На електростанціях хімічна енергія перетворюється в тепло шляхом окислення палива, а атомна в ядерних реакторах - в результаті ядерних перетворень. Отриманий за допомогою цього тепла пара приводить у рух турбіни генераторів струму. Це загалом не вигідно, і не тільки тому, що значна кількість енергії із-за тертя частин машин перетворюється в тепло (при цьому частина корисної потужності зникає), але головним чином внаслідок того, що тепло, тут є проміжним продуктом перетворення енергії, може переходити в інші, потрібні види енергії лише з дуже низьким коефіцієнтом корисної дії.

Тому доцільніше перетворювати енергію енергоносіїв в електричну енергію, минаючи стадію тепла, оскільки електрична енергія може бути принципово повністю, а практично з хорошим ККД переведена в роботу. Тут відкриваються великі можливості, практичне здійснення яких - завдання найближчого майбутнього.

В даний час на транспорті використовуються традиційні та нетрадиційні джерела енергії. Найбільш поширені процеси перетворення теплової та електричної енергії в механічну.

В сучасних економічних умовах господарювання при зростанні витрат паливно-енергетичних та інших ресурсів, при обмеженні коштів стає особливо актуальним для підприємств транспорту розробка та впровадження відповідних заходів з ресурсозбереження.

Тому є актуальним підвищення ефективності роботи підприємств транспорту за рахунок забезпечення відповідного рівня ресурсо-

збереження шляхом зменшення втрат енергії на усіх ланках її перетворення.

Для цього пропонується спеціальна лабораторна установка, що дає можливість дослідити процеси перетворення енергії на транспорті та розробити відповідні рекомендації з підвищення ККД усіх ланок її перетворення.

Для дослідження режимів перетворення енергії пропонується спеціальна лабораторна установка, структурна схема якої представлена на рисунку1, що дозволяє перетворювати електричну енергію в механічну, хімічну та електростатичну і навпаки. При цьому визначаються втрати енергії при її перетворенні.

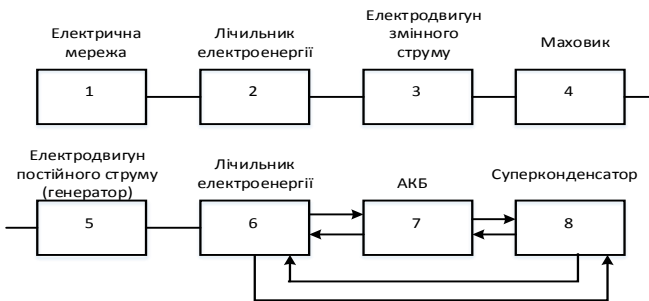


Рисунок 1 – Структурна схема лабораторної установки

Таким чином досягається мета роботи: дослідження процесів перетворення електричної енергії в механічну з механічної в електричну, в хімічну та електростатичну і навпаки.

ВИМОГИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ ТРОЛЕЙБУСІВ

Щеглова А.В.

Науковий керівник – Далека В.Х., д-р техн. наук., професор

Електробезпечність є найважливішим критерієм безпеки перевезення пасажирів. Її параметри встановлюються при проектуванні, забезпечуються при виготовленні і підлягають постійному контролю під час експлуатації тролейбусів.

Основи електробезпеки тролейбуса, які закладаються на етапі його розробки, забезпечуються шляхом:

- дотримання вимог нормативної документації в частині забезпечення необхідного опору ізоляції;

- введенням додаткових ступенів ізоляції;
- застосування матеріалів з поліпшеними діелектричними властивостями;
- удосконалюванням методик випробувань електробезпеки нових тролейбусів на етапі попередніх і приймальних випробувань.
- Існуюча нормативна база, що містить вимоги, які можуть бути застосовані для оцінки електробезпеки включає:
 - ДСТУ 12.1.36 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Гранично припустимі рівні напруги дотику й струмів;
 - Правила експлуатації трамвая й тролейбуса;
 - Правила охорони праці на міському електричному транспорті.

На основі нормативних вимог високовольтні кола тролейбуса повинні мати не менше двох ступенів ізолювання. Для проводів, що мають два шари ізоляції, цю вимогу вважається виконаною. Опір та електрична міцність ізоляції апаратів, установлених на тролейбусі, повинні відповідати вимогам ДСТУ 3601, ДСТУ 2773. Опір та електрична міцність ізоляції електричних двигунів, установлених на тролейбусі, повинні відповідати вимогам ГОСТ 2582.

Площа перерізу поодиноких низьковольтних проводів повинна бути не менше ніж $1,5 \text{ мм}^2$. Дозволено в окремих колах застосовувати проводи перерізом менше ніж $1,5 \text{ мм}^2$, але при цьому повинна бути забезпечена міцність проводу, його відповідність струмовим навантаженням і параметрам апаратів захисту. Електричні кола керування, сигналізації, освітлення тролейбуса повинні живитися від джерела низької напруги (акумулятора та пристрою, що його заряджає). Для високовольтних кіл тролейбуса треба використовувати проводи з ізоляцією на напругу не менше ніж 3000 В.

Високовольтні та низьковольтні проводи треба прокладати окремо. Торці кабельних каналів та інших механічних елементів, до яких торкаються проводи та кабелі, повинні мати закруглення радіусом, не менше ніж 2 мм.

Проводи та кабелі повинні бути надійно закріплені. Не дозволено прокладати проводи та кабелі в зоні викиду продуктів дугогасіння комутаційних апаратів.

У електричного обладнання високовольтних кіл відстань між неізольованими частинами повинна бути:

- по поверхні ізолятора – не менше ніж 20 мм;
- по повітрю – не менше ніж 12 мм.

Проводи та кабелі, розміщені на даху тролейбуса, повинні бути захищені від прямих сонячних променів і механічних ушкоджень.

Штанги струмоприймачів повинні бути виготовлені з непровідного матеріалу. Дозволено застосовувати металеві штанги із суцільним ізоляційним покритвом зовнішньої поверхні, яке повинне бути захищене на номінальну напругу 550 В та стійке до ударів, і довжиною не менше ніж 2,5 м від головки струмоприймача. Головка струмоприймача повинна мати три ступені ізолювання відносно корпусу тролейбуса без урахування ізоляції електричного проводу, прокладеного всередині штанги.

Електрообладнання, встановлене на даху тролейбуса та під його кузовом, яке не захищене оболонками, повинне бути встановлене на брудостійких ізоляторах. Ділянка поверхні даху тролейбуса, призначена для переміщення технічного персоналу під час виконання обслуговування електрообладдя, повинна мати діелектричний покрив.

Електричні елементи обігріву кабіни водія та пасажирського салону, а також кабелі живлення цих елементів повинні бути захищені зовнішніми оболонками за групою IP21 згідно з ГОСТ 14254.

Сходинки, двері та їх поручні повинні бути ізольовані від корпусу тролейбуса та мати величину опору ізоляції згідно з експлуатаційною документацією на тролейбус. На панелі приладів у кабіні водія повинен бути встановлений сигналізатор високої напруги.

Тролейбус повинен бути обладнаний бортовим засобом контролювання електробезпеки тролейбуса, вимоги до якого викладено у додатку А. Конструкція цього засобу повинна давати водієві змогу перевіряти його справність та придатність до роботи. Бортові засоби контролю електробезпеки тролейбуса, незалежно від їх технічного стану (справний, несправний), не повинні погіршувати показники електробезпеки тролейбуса. Для перевіряння стану опору ізоляції основних складових вузлів високовольтного кола, тролейбус повинен бути обладнаний діагностичною панеллю, розміщеною у захищеному від вологи та зручному для виконання вимірювальних робіт місці.

Окремі вимоги слід виділити до показників ізоляції нових тролейбусів з тиристорними та транзисторними системами керування тяговими електроприводами

Електробезпеку тролейбуса треба оцінювати за показниками опору та міцності ізоляції. Після вироблення тролейбуса, який обладнано імпульсним регулятором, додатково треба перевірити параметри електричних імпульсів на його корпусі.

Параметри електричних імпульсів на корпусі тролейбуса з імпульсними регуляторами відносно землі не повинні перевищувати таких значень:

- а) за амплітудою імпульсу – 40 В;

б) за тривалістю імпульсу біля основи – 3 мкс.

Ізоляція високовольтних кіл тролейбуса повинна протягом 60 секунд витримувати випробну напругу синусоїдальної форми частоти 50 Гц, значення якої встановлено відповідними нормативами. Опір ізоляції між окремими елементами конструкції тролейбуса та його електричними колами повинен відповідати також нормативним значенням.

Електробезпечність тролейбуса, що перебуває в експлуатації, треба оцінювати за показниками опору ізоляції і (або) струму витоку. Опір ізоляції тролейбуса, що перебуває в експлуатації, повинен бути не менше зазначеного в експлуатаційній документації. У разі відсутності вказаного показника опір ізоляції між високовольтними електричними колами і кузовом тролейбуса та між високовольтними і низьковольтними колами на сухому і чистому тролейбусі повинен бути не менше ніж 5 МОм. Струм витоку не повинен перевищувати 3 мА за номінальної напруги контактної мережі.

Зазначені вище нормативні вимоги до значення параметрів електробезпечності, перевищення яких призводить до поразки людини електричним струмом, повинні забезпечуватись протягом життєвого циклу тролейбусів.

ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Коник І.Г.

Науковий керівник – Козлова О.С., ст. викладач

Практика вітчизняного і зарубіжного машинобудування (Японія, Німеччина, США) показує, що для успішного вирішення завдань щодо підвищення надійності складних машин необхідний системний підхід на всіх етапах життєвого циклу - особливо етапах експлуатації, технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) з застосуванням методів критичного конструктивно-технологічного формування виробництва експлуатаційних депо.

Розроблені в роботі технології дозволяють вирішувати більшу частину зазначених вище проблем щодо підвищення надійності та ефективності ремонтного виробництва. Ці завдання вводяться як складові елементи в діючі технології системи ТО і Р експлуатаційного депо. У сучасній практиці такі технології називають «критичними технологіями».

Ефективність будь-якої системи може бути оцінена шляхом зіставлення необхідного і наявного результатів функціонування цієї системи. Результати функціонування системи визначаються деяким набором функцій, які за задумом проектувальника повинні реалізувати поставлені перед системою мети.

Ефективність системи характеризується трьома критеріями:

- продуктивністю системи;
- вартістю системи;
- надійністю системи.

Керувати ефективністю системи можна шляхом оптимального поєднання перерахованих вище компонентів. Зазвичай на етапі створення нової системи (нового типу техніки) продуктивність цієї системи визначається виходячи з цільового її призначення, тобто визначається деякою потребою. В даному випадку під продуктивністю розуміється досягнення системою деякого заданого результату, наприклад, підвищення якості ремонтів та надійності експлуатації електричних машин рухомих одиниць.

Якщо продуктивність системи ТО і Р рухомого складу фіксується за плановими показниками, то підвищувати ефективність системи можна двома шляхами. Перший шлях пов'язаний з мінімізацією вартості функціонування системи ТО і Р при обмеженнях, що накладаються на кількісні показники надійності агрегатів, вузлів і деталей РС. Другий шлях реалізується шляхом підвищення показників надійності відремонтованих систем рухомого складу при обмеженнях на вартість впроваджуваних технологій і експлуатації системи ТО і ремонту.

У даній роботі обрано напрямок підвищення ефективності системи ТО і Р РС другим шляхом.

Крім того, підвищення показників ефективності системи ТО і ремонтів може бути досягнуто за рахунок підвищення показників живучості систем рухомого складу.

Під живучістю розуміють таку властивість системи РС, яка полягає в збереженні здатності агрегатів і вузлів виконувати свої функції (або головні з них) при невеликих пошкодженнях. Живучість, на відміну від надійності, характеризується здатністю до реалізації функцій в умовах, коли параметри зовнішнього середовища (для об'єкта) перевершують по величині ті, які закладені в нормативних умовах з експлуатації. Підвищення надійності і живучості систем РС на етапі експлуатації здійснюється шляхом впровадження в практику нових принципів експлуатації РС, які полягають в організації системи ТО і ремонту РС "експлуатація за станом". На відміну від "експлуатації за нормативами" (існуюча система ТО і ремонтів), "експлуатація за станом"

здійснюється тільки тоді, коли в цьому виникає необхідність. Необхідність же в профілактичних і ремонтно-відновлювальних роботах виникає тоді і тільки тоді, коли параметри, що характеризують роботу систем РС в цілому або окремих її підсистем і агрегатів, досягають деяких близьких до граничних нормованих за рівнями значень, за якими може настати відмова, що тягне за собою порушення працездатності систем РС. Отже, необхідно мати систему, яка б контролювала стан елементів підсистем технічних систем, агрегатів і вузлів РС і оперативно інформувала про це відповідні органи управління експлуатацією. Такою системою і є система контролю і діагностики.

Основним завданням технічної діагностики є розпізнавання стану технічної системи в умовах обмеженої і невизначеною інформації при досить жорстких часових обмеженнях.

Теоретичним фундаментом для вирішення діагностичних завдань є теорія розпізнавання образів. Технічна діагностика вивчає алгоритми розпізнавання стосовно завдань діагностики, які ґрунтуються на діагностичних моделях, що встановлюють зв'язок між станами технічної системи і їх відображеннями у просторі діагностичних сигналів.

Завдання діагностики за своєю природою носять стохастичний характер, і результати вирішення завжди пов'язані з помилками першого і другого роду (пропуск дефекту або помилкова тривога). Оптимальні діагностичні алгоритми повинні мінімізувати середній ризик прийняття рішень.

На базі результатів діагностичного обстеження технічних систем розробляють прогностичні моделі, що дозволяють оцінити характер зміни показників надійності та живучості в часі і приймати відповідні рішення на управління. Важливим завданням технічної діагностики є рішення задач контролепридатності.

Таким чином, перехід від експлуатації директивної до експлуатації за станом з використанням методів технічної діагностики і сучасних способів обробки і передачі інформації дозволить істотно збільшити сумарний ресурс роботи технічних систем і знизити середній час, що витрачається на технічне обслуговування систем РС. Це в свою чергу сприятиме надійній роботі РС на лінії та відповідно збільшення доходів підприємства.

РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТІ РЕДУКТОРА ЛІФТА

Дудочкин М.Р., Елисеєв О.О.

Науковий керівник – Зубенко Д.Ю., канд .техн. наук, доцент

Враховуючи режими роботи електропривода ліфта, який характеризується частими пусками, підвищене нагрівання редуктора, знос зубів колеса і збільшений бічний зазор в передачі редуктора, відчутна вібрація, що виникає в редукторі при роботі ліфта. Причинами всіх цих негативних явищ є застаріла технологія виготовлення глобоїдних передач (нарізка зубів різцями), що не дозволяє виготовляти передачу з високим ступенем точності.

Разом з тим, незважаючи на те, що відбувається процес заміни ліфтового обладнання, у нас в країні все ще експлуатуються десятки тисяч ліфтів, в приводах яких застосовуються редуктори з колишніми недосконалими глобоїдним передачами. А тому перед відповідними експлуатаційними службами і раніше стоїть безліч проблем, пов'язаних з якісним ремонтом, заміною чи модернізацією ліфтових редукторів, лебідок і приводів.

Техніко-економічні наслідки нерівномірності, що виражаються у відмовах, простоях, ремонтах, підвищеній витраті запасних частин, зниженні ефективності і збільшенні вартості експлуатації ліфтів, дуже значні. Тому проблема нерівномірності машин заслуговує серйозної уваги. Її слід розглядати як один з розділів проблеми надійності, оскільки більшість завдань, пов'язаних з нервнопрочністю вузлів тяги ліфта, найтіснішим чином переплітається з питаннями забезпечення їх надійності.

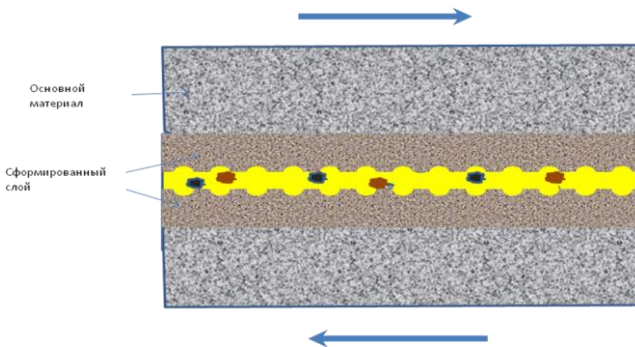


Рисунок 1 – Квазісжіженний шар що утворюється в результаті дії компонента Nanoprotect

Як відомо, нерівність ресурсів компонентів виробу може не виявлятися протягом деякого періоду його роботи. У міру збільшення напруження виробу (або тривалості його використання) рано чи пізно виникнуть відмови окремих деталей, поступово або швидко частіших. У конструкціях невдалих, погано виготовлених або відремонтованих ці відмови виникають рано і відбуваються часто. У відпрацьованих, якісно виготовлених або відремонтованих конструкціях відмови тривалий час не виникають, а потім протягом певного періоду трапляються порівняно рідко.

Існує можливість створення конструкції, яка взагалі не відмовляє протягом заданої напруження або відмовляє не частіше, ніж це дозволено технічними умовами. Звідси випливає наведене вище визначення терміну "равнопрочність". Проведені численні випробування на машині тертя показали, що в процесі обкатки зразків тертя формується шар, який відрізняється від вихідної поверхні і типовою приробиться поверхні. Причому коефіцієнт тертя після підробітки зразків знижувався на порядок і більше (з 0,1 до 0,005), а швидкість зношування знижувалася до 3-5 разів. Посилена формула складу, що сприяє активізації процесів формування нових структур поверхонь тертя, що дозволяє скоротити час прояву ефектів модифікації тертя на 1 і 2 етапах обробки редуктора. Це легко помітити незабаром після обробки, по зниженню витрати палива, масла на чад, зниження шуму і вібрації, а також оптимізації робочого процесу редуктора і в перспективі в збільшенні його ресурсу. Активізація процесів формування нових структур на поверхнях тертя досягається додаванням в традиційний склад Nanoprotect певного типу спеціально приготовлених мінералів. Таким чином, одна з важливих переваг мастильних композицій Nanoprotect - хімічна нейтральність до основного пакету присадок масла – зберігається. Механізм дії Nanoprotect показан на рисунку 1 (Рис 1.)

Створена поверхня має дуже високу маслоутримуючу здатність, що дозволяє процесу тертя наблизитися до гідродинамічного режиму. Тобто безпосередній контакт пари тертя зменшується за рахунок роботи масляного клину. Результатами формування шару є: Здатність багаторазово знижувати швидкість зношування вузлів тертя за рахунок створення динамічних захисних плівок, що складаються з тонкодисперсних продуктів зносу і самого НАНОПРОТЕК у вигляді квазісжіженого шару. Зниження механічних втрат, пускових зносів та ймовірності задирів за рахунок зміщення характеристик тертя в область змішаного і гідродинамічного режимів. Великий час життя модифікованого шару (за відсутності критичних змін умов роботи вузла тертя він зберігається аж до термоциклічної втомного руйнування). Це

все за допомогою, квазісжіженого шару товщиною від 5 до 100 мкм, і дозволяє ефективно відновлювати (тобто замінює собою знос) геометричні розміри деталей тертя, знижувати зазори до номінальних, бачемо на Рис 1. На цьому ми бачемо нарощування шарів відбувається з такими характеристиками, які найбільш вигідні трибосистемах при даному режимі тертя. Тобто вхідними характеристиками є швидкість ковзання, навантаження, матеріал, мастило, циклічність, температура, шорсткість, адгезія, наклеп і т.д. А вихідними характеристиками є: товщина сформованого шару, пористість, шорсткість, хвилястість, мікротвердість, пружність і т.д. Причому, зі зміною вхідних характеристик плавно змінюються і характеристики шару. Для забезпечення динамічного реагування системи є наявність в мастилi невеликих концентрацій НАНОПРОТЕК.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ «КЕРОВАНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ – ДВИГУН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

Рожков І.В., Муратов О.О.

Науковий керівник – Фатєєв В.М., канд. техн. наук, доцент

Основним завданням автоматизованого електроприводу є автоматичне регулювання заданих параметрів електроприводу або забезпечення необхідної функції зміни заданих координат.

Автоматичне регулювання в динамічному режимі виконується за допомогою регулятора. Завданням регулятора є компенсація впливу інерційних елементів системи. В інерційних елементах системи запасється енергія, вони характеризуються відповідними постійними часу T , що визначають в системі вплив тієї чи іншої інерційності. Постійні часу визначають час перехідного процесу, а також час регулювання величини і швидкодію системи.

Основними методами аналізу систем автоматизованого електроприводу є методи теорії автоматичного управління (ТАУ). Як об'єкт регулювання розглядають приводи, що зведені до одномасової системи (жорсткої механічної ланки) з лінійною або лінеаризованою характеристикою двигуна.

Автоматичне регулювання в динамічному режимі виконується за допомогою регулятора. Завданням регулятора є компенсація впливу інерційних елементів системи. В інерційних елементах системи запасється енергія, вони характеризуються відповідними постійними часу T , що визначають в системі вплив тієї чи іншої інерційності. Постійні часу визначають час перехідного процесу, а також час регулювання величини і швидкодію системи.

Основними методами аналізу систем автоматизованого електроприводу є методи теорії автоматичного управління (ТАУ). Як об'єкт регулювання розглядають приводи, що зведені до одномасової системи (жорсткої механічної ланки) з лінійною або лінеаризованою характеристикою двигуна.

При збільшенні моменту опору M_c на валу двигуна зменшується його швидкість ω і тому збільшується струм в якорному колі I_a . За рахунок збільшення падіння напруги на активному опорі перетворювача $I_a R_n$ знижується напруга на якорі М і зменшується сигнал зворотного зв'язку U_{oc} . Це викликає збільшення сигналу помилки U_{ex} і сигналу управління U_y , що у свою чергу приведе до зростання ЕРС перетворювача E_n і напруги на якорі двигуна. Тим самим компенсується складова статичного падіння швидкості $\Delta\omega_2$, визначувана величиною $I_a R_n$.

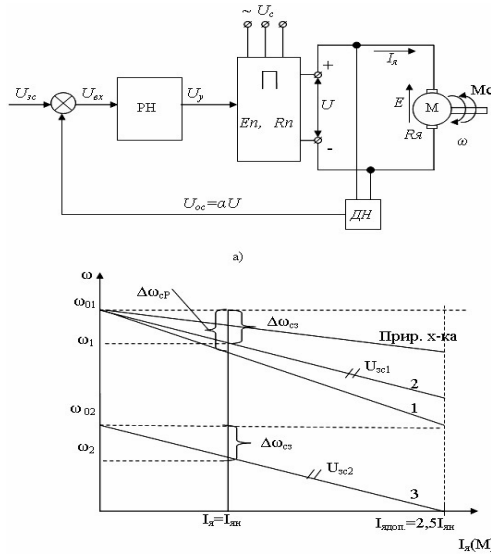


Рисунок 1 – а) схема вмикання двигуна в замкнутій системі П-Д із негативним зворотним зв'язком по напрузі;
б) характеристики двигуна

Пряма 2 на рис. 1..б, що відображає характеристику двигуна в замкнутій системі, буде розташована вище прямої 1, що відображає характеристику двигуна в розімкненій системі П-Д.

Повної компенсації падіння напруги на активному опорі перетворювача може бути досягнуто в астатичній системі регулювання

напруги. У цьому випадку можна припустити, що двигун живиться від перетворювача з нульовим внутрішнім опором. При $U=U_n$ двигуна він працюватиме на природній характеристиці. Статичне падіння швидкості під час роботи двигуна на інших характеристиках буде таким же, як і на природній.

Прямою 3 на рис. 1.б зображено характеристику двигуна в статичній системі при сигналі завдання $U_{zc2} < U_{zc1}$.

Пристрій управління складається з силової частини і системи управління і є конструкцією відкритого виконання з одностороннім обслуговуванням. Елементи силової частини змонтовані на вертикальній панелі, а елементи системи управління розміщені на поворотній передній платі з печатним монтажем. Для зручності наладки і перевірки роботи системи управління на платі передбачені контрольні виводи для індикації стану окремих вузлів. Плата управління з'єднується з елементами силової частини гнучким джгутом за допомогою роз'ємного з'єднання Ш2.

Живлення пристрою керування здійснюється через контакти 1, 2 клемної колодки Ш1 від мережі 380В частотою 50Гц. Допустимі відхилення параметрів мережі по напрузі - $\pm 10\%$, по частоті - $\pm 2\%$.

Розроблена лабораторна установка дозволяє проводити науково-дослідні роботи з таких дисциплін як:

- «Теорія електропривода»;
- «Елементи автоматизованого електропривода»;
- «Автоматизований електропривод загально-промислових механізмів»;
- «Системи керування електроприводами».

Для дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму з незалежним збудженням в замкнутої системі П-Д використовується комплектний тиристорний електропривод БУ3509. Система має пропорційно інтегральний регулятор швидкості, зворотні зв'язки по швидкості і струму якоря.

Навантажувальний агрегат лабораторної установки дозволяє досліджувати електромеханічні характеристики під час роботи з затримкою зворотного зв'язку по струму якоря, а також досліджувати динамічні показники під час пуску системи під «відсічку» струму.

Нова установка дозволяє встановити, що замкнута система П-Д з зворотними зв'язками має найбільш високі регульовальні здібності.

Розроблена лабораторна установка дозволяє проводити науково-дослідні роботи з таких дисциплін як:

- «Теорія електропривода»;
- «Елементи автоматизованого електропривода»;

- «Автоматизований електропривод загально-промислових механізмів»;
- «Системи керування електроприводами».

СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ ПІД ЗЕЛЕНИЙ ТАРИФ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ КАФЕДРИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ ХНАДУ

Гнатова Г.А.

Науковий керівник – Аргун Ш.В., канд. техн. наук, доцент

(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сонце є невичерпним джерелом енергії, а сонячні електростанції (СЕС) набирають все більшої популярності. СЕС – це вкладення у майбутнє, яке принесе, як тільки матеріальні прибутки, так і збереже навколишнє середовище.

Сонячні електростанції вигідні не тільки в промислових масштабах, а і для приватних домогосподарств. Особливо це актуально з 2014 р., коли власники домашніх сонячних та вітрових електростанцій отримали право продавати електроенергію державі за «зеленим тарифом». «Зелений тариф» – це спеціальний більш високий тариф, за яким держава закуповує електроенергію вироблену альтернативними джерелами енергії. Такі дії впроваджуються державою задля заохочення людей до переходу на альтернативну енергетику.

В даній роботі аргументується використання сонячної електростанції в якості додаткового джерела енергії для Харківського національного автомобільно-дорожнього університету на базі кафедри «Автомобільної електроніки». Пропонується частину згенерованої енергії направляти на електроживлення приміщень кафедри, а залишок реалізувати за «зеленим тарифом». Таким чином можна буде досягти суттєвого скорочення витрат на енергопостачання. Крім того, сонячна електростанція буде слугувати як матеріально-технічна база для навчання студентів та науково-технічних досліджень, що сприятиме підвищенню рівня знань в сфері альтернативних джерел енергії.

Зрозуміло, що для кожного місяця року кількість споживаної енергії, як і кількість виробленої енергії будуть різними. Тому для вибору потужності сонячної електростанції необхідно орієнтуватися на ті місяці року, коли споживання є максимальним, а генерація енергії – мінімальною. В ці місяці майже вся енергія буде використана для живлення приміщень, а в інші місяці з'являться надлишки енергії, які можна буде реалізувати за «зеленим тарифом».

Зрозуміло, що максимум енергії споживається в зимні місяці року, саме тоді, коли сонячна електростанція показує найнижчі показники потужності.

Отже, з розрахованих даних споживання електроенергії в зимні місяці року на кафедрі «Автомобільної електроніки» ХНАДУ можна зробити висновок, що при виборі сонячної електростанції треба враховувати, що мінімальна потужність вироблення на місяць повинна сягати не менше ніж 265 кВт·год.

Таким чином пропонується обрати сонячну станцію на 10 кВт, з мінімальним виробітком енергії у грудні місяці, який дорівнює 280 кВт·год. Для підтвердження цієї пропозиції необхідно визначити помісячну кількість енергії, що зможе генерувати така СЕС у місті Харкові.

Також розрахований можливий дохід університету від використання СЕС на 10 кВт. Згідно з чинним законодавством, розмір «зеленого тарифу» для дахових СЕС складає 18 € за 100 кВт·год, прибуток сонячної електростанції з урахуванням податків в сумі за рік буде дорівнювати 1 822,7 €.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН І АПАРАТІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Середа Н.С.

Науковий керівник – Кузнєцов А.І., канд. техн. наук, доцент

Досвід експлуатації трамвайних вагонів, тролейбусних машин та вагонів метрополітену свідчить, що надійність електричних машин та апаратів ще недостатня. Їх відмови в залежності від типу рухомого складу сягають до 40 % відмов усіх елементів електрообладнання. Для підвищення надійності електричних машин та апаратів рухомого складу доцільно розробляти відповідні заходи з чотирьох напрямків:

- організаційному;
- технічному;
- економічному;
- соціальному.

В організаційному напрямку основними заходами слід вважати:

- наукові дослідження та аналіз експлуатаційної надійності електричних машин та апаратів;
- удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу міського електричного транспорту, зокрема за фактичним технічним станом;

- розробка заходів, спрямованих на дотримання правил експлуатації і підвищення якості технологічного обслуговування і ремонту рухомого складу;
- вдосконалення системи управління, планування і організації системи ремонтного виробництва, тощо.

Технічні заходи:

- оновлення рухомого складу, заміна його на транспортні засоби з імпульсною системою управління та асинхронним приводом;
- модернізація рухомого складу з використанням безконтактних електричних апаратів та асинхронних електричних машин;
- удосконалення технологій виготовлення, складання, ремонту, контролю і випробувань деталей і вузлів рухомого складу, спрямованих на забезпечення і підвищення надійності;
- виявлення конструктивних і технологічних недоліків, що знижують надійність агрегатів і вузлів;
- конструктивне удосконалення деталей, поверхневе зміцнення кінематичних пар;
- виявлення деталей і складальних одиниць, що обмежують надійність агрегатів;
- дослідження і визначення впливу умов і режимів експлуатації рухомого складу на надійність вузлів і агрегатів;
- впровадження прогресивних технологій безношувальної експлуатації деталей;
- впровадження прогресивних технологій передремонтної діагностики, діагностичного контролю якості;
- широке впровадження технологій неруйнівного контролю, оцінки технічного стану агрегатів і вузлів без їх розбирання, методів прогнозування ресурсу працездатності.

Економічні заходи повинні базуватись, в першу чергу, на залежності заробітної плати від показників надійності.

Соціальні заходи підвищення надійності електричних машин та апаратів – це навчання та підвищення кваліфікації працівників, їх моральне заохочення, створення відповідного психологічного клімату в колективі, тощо.

Таким чином, впровадження цих та інших заходів забезпечить підвищення надійності електричних машин та апаратів при проектуванні, виробництві та експлуатації.

ДІАГНОСТУВАННЯ КОЛЕКТОРНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сичевой Б.В.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

Електричні машини забезпечують ефективність електроприводу технічних пристроїв, тому їх надійність визначає працездатність пристроїв в цілому. Особливо це актуально для електричних машин транспортних засобів, які мають як конструктивні особливості, так і особливості умов функціонування, і тому до них пред'являються підвищені вимоги надійності для забезпечення безперебійного процесу перевезень і безпеки руху.

Однак в реальних умовах необхідна надійність електричних машин транспортних засобів не забезпечується. Аналізуючи несправності рухомого складу, що виникають в процесі експлуатації, можна переконатися, що тягові електродвигуни є одними з найменш надійних вузлів, тому на ремонтних заводах і в депо проводиться їх демонтаж і розбирання для визначення ступеня зносу та виконання ремонтно-відновлювальних робіт, а також для виявлення причин несправностей. В результаті ремонтно-відновлювальних робіт електричних машин в деяких випадках відбувається зниження їх надійності. Особливо це відноситься до магнітного ланцюга і щітково-колекторного вузла тягових електричних машин постійного і пульсуючого струму. Так, наприклад, у тягових електродвигунів після ремонту часто зустрічаються ушкодження у вигляді підвищеного зносу щіток і колектора через іскріння і порушення нормальної комутації, а також перекидання електричної дуги по колектору або кругові вогні. Результатом цього є зупинки руху на перегоні, порушення безпеки руху, підвищення кількості непланових ремонтів і відповідно економічних витрат. Внаслідок цього існує проблема забезпечення ефективності ремонтно-відновлювальних робіт електричних машин, заключним етапом яких, як правило, є випробування і діагностика. При цьому необхідні засоби діагностування не завжди використовуються через труднощі їх застосування, або відсутні через їх дефіциту, хоча одним з важливих умов діагностування технічних пристроїв є надмірність інформації про технічний стан.

В сучасних умовах відбувається бурхливий розвиток і впровадження на практиці мікропроцесорних систем управління, вимірювання і обробки інформації. Однак застосування таких систем при проведенні діагностики електричних машин вимагає обліку фізичних процесів, які виявляють наявність дефектів. Незважаючи на те, що існують

безліч методів діагностики електричних машин, які дозволяють виявити різні несправності двигунів, становить інтерес завдання розробки нових методів, заснованих на застосуванні сучасних вимірювальних систем і методів аналізу інформації. Актуальність такого завдання пояснюється прагненням підвищити ймовірність правильного і точного діагнозу при різних несправності електричних машин.

У зв'язку з цим розробка методики і контрольно-вимірювального комплексу для визначення дефектів електричних машин і їх ідентифікації є актуальною і цьому присвячена ця робота.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- дослідити причини, що впливають на появу дефектів ТЕД;
- дослідити і виявити взаємозв'язок дефектів ТЕД і параметрів пульсацій напруги на щітках різної полярності;
- визначити якісні та кількісні характеристики пульсацій магнітного поля, що викликають пульсації напруги на різнополярних щіткотримачів;
- розробити методику для визначення типу дефекту ТЕД;
- розробити технічні засоби, для визначення типу дефекту ТЕД використовуючи процес пуску тягового двигуна.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНИМ КЕРУВАННЯМ

Соколов В.А., Закурдай В.О.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

В даний час експлуатуються і знову проектуються різні автономні електромеханічні системи (АЕМС) з акумуляторним живленням, як наприклад, електромобілі.

Удосконалення АЕМС з акумуляторним живленням в основному розвивається в напрямку впровадження більш досконалих акумуляторів і застосування нових видів енергообладнання, що забезпечують краще використання енергії акумуляторної батареї (АБ), а також оптимізації параметрів системи і режимів роботи енергообладнання.

Переважає більшість АЕМС на базі засобів автономного електротранспорту реалізовано з двигунами постійного струму незалежного або послідовного збудження, що живляться від АБ через широтно-імпульсний перетворювач.

При розробці АЕМС з акумуляторним живленням важливим завданням є вибір структури системи управління (СУ), типу збудження приводного двигуна, а також дослідження і реалізація оптимальних

законів керування АЕМС, що забезпечують більш високі енергетичні показники її роботи. При цьому оптимальне, за обраними критеріями, управління АЕМС можливо за допомогою одночасного управління не менше ніж по двох каналах регулювання, наприклад, за допомогою спільного регулювання напруги на якорі і магнітного потоку збудження двигуна; напруги на якорі двигуна і передавального числа механічної передачі.

Важливе значення має також і оптимізація за енергетичними показниками динамічних режимів роботи АЕМС з акумуляторним живленням.

Оціночні техніко-економічні показники проекрованої АЕМС при заданій структурі і функціональних впливах на систему визначаються значеннями її параметрів. Проектування АЕМС з акумуляторним живленням включає ряд дуже важливих етапів, до яких слід віднести наступні: визначення взаємозв'язків між техніко-економічними показниками і параметрами енергообладнання та зовнішнього середовища функціонування АЕМС; обґрунтування раціональних методів вибору параметрів енергоустаткування АЕМС; виявлення шляхів параметричної оптимізації АЕМС для отримання заданих (або бажаних) енергетичних і техніко-економічних показників. Очевидно, що при науково обґрунтованому проектуванні АЕМС вибір всього енергоустаткування повинен розглядатися в цілому як єдина проблема, з урахуванням основних взаємозалежностей параметрів АБ і решти енергообладнання з метою забезпечення заданих вимог при певних обмеженнях.

Тому, в роботі було виконано:

1. Обґрунтовано доцільність використання при оптимізації статичних режимів роботи імпульсно-керованого електроприводу з акумуляторним живленням критерію мінімуму споживаного від акумуляторної батареї струму.

2. Проведено дослідження по оптимізації режимів роботи імпульсно-керованого електроприводу з акумуляторним живленням, що дозволили розробити рекомендації щодо вибору структури електроприводу і законів його оптимального управління.

3. Отримані аналітичні вирази умов існування оптимальних з енергетичних критеріям статичних режимів роботи імпульсно-керованого електроприводу (на базі двигуна незалежного збудження) з акумуляторним живленням.

4. Доведено доцільність використання при розгоні імпульсно-керованого електроприводу (на базі двигуна незалежного збудження) з

акумуляторним живленням квазіоптимального закону відсічення струму якоря двигуна.

5. Виявлено взаємозв'язки між параметрами енергообладнання акумуляторного електромобіля, зовнішнього середовища функціонування і техніко-економічними показниками.

6. На основі дискретної і мікропроцесорної техніки розроблені і створені пристрої управління широтно-імпульсними перетворювачами, що забезпечують регулювання вихідної напруги і обмеження струму навантаження по закону відсічення струму в пускових режимах.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗНИЖЕННЯ ШУМУ І ВІБРАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Живодьоров В.В.

Науковий керівник – Білим П.А., канд. хім. наук, доцент

При експлуатації енергетичне обладнання справляє негативний вплив шуму як на людину, так і на інше обладнання. Енергетичне обладнання знаходить все більш широке застосування: нафто- і газоперекачувальні станції, ГЕС, АЕС, ТЕЦ. Проблема шуму і вібрацій при забезпеченні високого рівня пожежної безпеки необхідно вирішувати комплексно. Комплекс заходів щодо зниження шкідливого впливу повітряного та структурного шуму і вібрацій містить заходи щодо віброізоляції і по звукоізоляції.

Для зниження повітряного шуму від енергетичного обладнання застосовують звукоізолюючі кожухи [1, 2], що складаються з каркаса, обшитого шумоізолюючими панелями. Більш того, кожух є додатковою захисною перешкодою при виникненні нештатних або аварійних ситуацій.

У якості шумоізолюючих панелей пропонується використовувати гнучкі сітчасто-пластинчасті звукоізолюючі панелі з закріплє ними на них звуковбирними матами. Звукоізолююча панель виконана у вигляді шаруватої конструкції з матеріалів з різними фізико-механічними властивостями. Квадратні металеві пластини встановлені з двох сторін на металевій сітці, обкладеного декількома шарами базальтової тканини. Бічні поверхні пластин мають скоси або заокруглені, між ними є зазор, що в сукупності забезпечує гнучкість панелі в двох взаємно-перпендикулярних напрямках. Вся багат шарова конструкція скріплюється за допомогою гвинтів або заклє пок через отвори в пластинах.

Нові панелі забезпечують ефективну ізоляцію шуму при виключенні звукових резонансів, дозволяють їх закріпити на криволінійній

поверхні каркаса, при цьому мають невелику товщину. У панелях може бути застосован негорючий матеріал з високим коефіцієнтом звукопоглинання, здатний працювати при температурі до 800 ° С.

Як відомо в [2], спектральні рівні шуму в зоні парової турбіни і в зоні електричного генератора мають високу інтенсивність на низьких частотах (70-80 дБ, до 100 Гц) і містять тональні складові великої величини (до 110 дБ). Це обумовлює необхідність відбудови від резонансів панелі, а також застосування засобів поглинання звуку, причому не резонансного типу [3].

У нашому випадку звукопоглинальний мат може бути виконаний з базальтової вати, обшили базальтової тканиною. Цей матеріал є екологічно чистим: не містить органічних сполук, канцерогенних і токсичних речовин (на відміну, наприклад, від мінеральної вати). Вироби з базальтового волокна стійкі до впливу температури і не підтримують горіння, і тому забезпечують пожежну безпеку і тривалий термін експлуатації. Завдяки високій термостійкості панелі зберігають звукоізолюючу ефективність при значному нагріванні обладнання, у випадках небезпеки загоряння. Гнучкість панелей дозволяє проводити монтажні роботи в важкодоступних місцях .

Каркас кожуха повинен бути досить жорсткою рамою, яка встановлюється на віброізованих опорах.

У якості вібропоглинальних опор пропонується використовувати гумометалеві амортизатори. Основна перевага таких амортизаторів полягає у високій здатності навантаження (до 100 т) при низькій резонансній частоті.

Для ізоляції шуму і вібрацій, що поширюються по трубопроводах, необхідно застосовувати віброізолюючі гнучкі вставки. Гнучні вставки - гумокордні патрубки, як рукавного, так і гофрового типу. Патрубки можуть бути виконані з прямою або дуговою віссю.

Таким чином, комплексне вирішення завдання зниження рівнів шуму та вібрації енергетичного обладнання дозволяє відносно швидко домогтися ефективного захисту від впливу шкідливих виробничих факторів.

Література

1. Боголепов, И. И. Промышленная звукоизоляция / И. И. Боголепов – Л. : Судостроение, 1986. – 368 с.
2. Борьба с шумом стационарных энергетических машин / Ф. Е. Григорьян, Е. И. Михайлов, Г. А. Ханин, Ю. П. Щевьев – Л. : Машиностроение, 1983. – 160 с.
3. Ярошенко І. Ф. Безпека життєдіяльності в інженерних рішеннях: Навч. посібник. — Суми: Довкілля, 2003. —388 с.

ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ВИРОБНИЧОМУ ПІДРОЗДІЛІ «СТАНЦІЯ ОСНОВА» РЕГІОНАЛЬНОЇ ФІЛІЇ «ПІВДЕННА ЗАЛІЗНИЦЯ» ПАТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

Тінякова І.С.

Науковий керівник – Грязнова С.А., канд. техн. наук, доцент

Виробничий травматизм та простудні захворювання на виробництві, погані умови праці дуже негативно впливають на економічну ефективність підприємства, його прибуток і рентабельність.

Станція Основа - сортувальна позакласна станція Харківського залізничного вузла Ізюмського та Куп'янського напрямків. Розташована у м. Харкові. Відноситься до виробничого підрозділу «Харківська дирекція залізничних перевезень» регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця». Станція Основа є великим залізничним вузлом. Від станції відходять під'їзні колії до багатьох розташованих поблизу підприємств Харкова. Залізнична станція вважається зоною підвищеної небезпеки наслідком наявності загрози наїзду рухомого складу на людей. Тому, під час знаходження на коліях, необхідно бути особливо уважним, дотримувати всі вимоги безпеки, тому що їх порушення може призвести до тяжких нещасних випадків.

Кожний працівник станції Основа має прийти на визначений Правилами внутрішнього трудового розпорядку час і місце, в працездатному стані, в справному спеціальному чи форменому одязі. Працівники, які зайняті безпосередньо на залізничних коліях, мають бути одягнені в сигнальні жилети оранжевого кольору.

На території станції встановлені і позначені маршрути службових проходів. Їх позначають вказівним знаком "Службовий прохід", а також і іншими знаками; "Прохід заборонений", "Обережно! Негабаритне місце". Прохід до місця робіт в межах станції має здійснюватися відповідно до схеми службового проходу і місцевої інструкції з організації робіт і забезпечення техніки безпеки.

На працівників станції і вокзалу можуть впливати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- рухомий склад, що рухається, та транспортні засоби, машини, механізми;
- електрична напруга;
- підвищена запиленість;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочих місцях;
- підвищена або знижена температура повітря;
- нервово-психічні перевантаження під час виконання робіт на коліях.

Основними обов'язками працівників станції Основа є: задоволення вимог щодо перевезень пасажирів та вантажів при безумовному забезпеченні безпеки руху та збереженні вантажів, що перевозяться, ефективне використання технічних засобів, дотримання вимог Охорони праці і навколишнього природного середовища. Працівники повинні утримувати в належному стані робоче місце та довірені їм технічні засоби.

Тому, до робіт, пов'язаних з рухом поїздів, і до керівництва ними допускаються особи, які пройшли медичний огляд і відбір, витримали перевірку знань Правил технічної експлуатації залізниць (ПТЕ), інструкції з сигналізації (ИСИ), Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи (ІРП), посадкових інструкцій та інших документів, які встановлюють обов'язки працівників, правил та інструкцій з охорони праці та Положення про дисципліну працівників залізничного транспорту.

ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У ДЕРЖАВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «СТИВІДОРНА КОМПАНІЯ «ОЛЬВІЯ»

Бровченко О.С.

Науковий керівник – Д'яконов В.І., канд. техн. наук, доцент

Державне підприємство «Стивідорна компанія «Ольвія», яке розташоване у місті Миколаїв, здійснює перевалку вантажів з одного транспорту на іншій, зберігає вантажі та надає транспортно-експедиторські та інші послуги.

Зважаючи на наявність значної кількості факторів, які так чи інакше можуть завдати шкоду довкіллю, метою досліджень було сформулювати перелік заходів щодо захисту навколишнього середовища на вказаному підприємстві.

Так, зокрема, виходячи з досвіду проведення таких заходів на споріднених підприємствах України і Європи, їхній перелік може бути наступним:

1. Заходи у галузі атмосферного повітря, які включають: проведення вимірів автотранспорту на вміст CO₂, вуглеводнів та димність у вихлопних газах; утримання у справному стані пилововлючої установки «Гідродевпром-1600»; здійснення інструментально-лабораторних вимірювань викидів забруднюючих стаціонарних джерел; проведення налагодження котлоагрегатів.

2. Заходи у галузі атмосферного повітря, які включають: забезпечення роздільного зберігання відходів відповідно до класів небезпеки, здійснення заходів щодо недопущення змішування, знищення та

псування відходів, для утилізації яких на Україні існує відповідна технологія; забезпечення повного збирання, належного зберігання та недопущення знищення і псування відходів, що мають ресурсну цінність та підлягають утилізації; ведення журналу первинного обліку утворення відходів за встановленою формою 1-ВТ «Облік відходів та пакувальних заходів і тари»; передача для подальшої утилізації відходів I-IV класу небезпеки згідно договорів про передачу відходів.

3. Операції з нафтопродуктами, які включають: забезпечення контролю за достатністю та працездатністю засобів з метою можливості виконання Плану ліквідації розливу нафтопродуктів (ПЛАРН); проведення бункерувальних операцій портового флоту згідно Робочої технологічної карти ПЛАРН.

4. Питання у галузі раціонального використання вод та відтворення водних ресурсів, які включають: контроль з недопущенням забруднення навколишнього природного середовища (дощові та талі води, ґрунт, водне середовище, тощо); ведення журналу контролю за водопостачанням та водовідведенням підприємства.

5. Інші питання, які включають: здійснення контролю за дотриманням природоохоронних вимог у підрозділах та на території порту; забезпечення виконання всіх природоохоронних заходів при перевантаженні сипучих вантажів.

Висновок. Запропоновано перелік заходів щодо охорони навколишнього середовища у Державному підприємстві «Стивідорна компанія «Ольвія», які включають: заходи у галузі атмосферного повітря; заходи у сфері поводження з відходами та небезпечними хімічними речовинами; операції з нафтопродуктами, а також питання у галузі раціонального використання вод та відтворення водних ресурсів.

ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ НАЗЕМНОГО МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Драгальчук В.М., Лісова А.О.

Науковий керівник – Сєріков Я.О., канд. техн. наук, доцент

Розвиток системи міського електричного транспорту відіграє важливу роль у вирішенні задач як технічного і економічного розвитку держави, так і задач підвищення комфортності перевезення населення. Статистика показує, що з загальної кількості виробленої електроенергії близько 30 % використовується для потреб транспорту, в тому числі і для міського електричного транспорту (МЕТ).

Одним з найбільш важливих елементів системи електропостачання МЕТ є тягові підстанції. Сучасна тягова підстанція, що призначена для живлення мережі трамвайних чи тролейбусних ліній є складним комплексом, що складається з електричних апаратів напругою 10 кВ, 600 В, 220 В, акумуляторних батарей, кабельних ліній і т. ін. Проектування такого об'єкту повинне забезпечувати вирішення таких основних задач, як довгострокова та безперебійна робота всіх складових елементів тягової підстанції, безпечність та нешкідливість умов праці монтажного, обслуговуючого та ремонтного персоналу, екологічну безпеку. Так як тягові підстанції розташовані в житлових районах населених пунктів, то у проекті повинні вирішуватись і задачі забезпечення безпеки життєдіяльності населення.



Рисунок 1 – Силовий трансформатор RESIBLOC®

Тому ряд аварій на такому обладнанні можуть бути пов'язані з витоком масла, що може викликати забруднення навколишнього середовища, пожежну небезпеку. В існуючих проектах ТП для забезпечення екологічності та пожежної безпеки в камері під трансформатором передбачують спеціальне поглиблення для стоку масла, що з'єднане з зливальною ямою. Забезпечення необхідного рівня екологічної та пожежної безпеки на ТП можливо з використанням т. н. сухих силових трансформаторів, що працюють без масляного охолодження. Одним з типів таких трансформаторів є сучасні сухі трансформатори, що виготовляються по технології RESIBLOC® (рис. 1).

Використання такого обладнання вирішує ряд завдань, що стоять при проектуванні та спорудженні ТП. Так, при цьому виключається

необхідність спорудження зливної ями, спрощується процес обслуговування силових трансформаторів, забезпечується значне підвищення екологічності та пожежної безпеки на тягових підстанціях. Покращуються також і умови праці обслуговуючого персоналу за рахунок виключення таких операцій, як контроль рівня, температури масла.

Таким чином, використання такого типу силових трансформаторів на ТП забезпечує вирішення задач підвищення безпеки праці, надійності та екологічності таких об'єктів на етапі проектування.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ПРИЧИНИ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ

Коляда Д.М.

Науковий керівник – Серіков Я.О., канд. техн. наук, доцент

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої ваги.

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, які спричинені дією електричного струму, є незначною і складає близько 1 %, однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм вже складає 20-40% і займає одне з перших місць. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі з смертельними наслідками, відбувається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх значним поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Кількість і частота випадків електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою вище 1000 В менші, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є: випадковий дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок; використання несправних ручних електроінструментів; застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В; робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань; дотик до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції; недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил безпеки праці при експлуатації електроустановок.

Електроустановки, з якими доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становлять значну потенційну небез-

зпеку ще й тому, що система аналізаторів людини не здатна на відстані виявляти наявність електричної напруги. В зв'язку з цим захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричного струму. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію.

Для зниження рівня виробничого травматизму при виконанні робіт в електричних установках на підприємствах застосовують наступні засоби:

Захисне заземлення - навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих струмопровідних частин, що можуть опинитися під напругою. Заземлення здійснюється за допомогою природних штучних або змішаних заземлювачів. Заземлення захищають за рахунок малого їх опору.

Занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою. Це основний засіб захисту від ураження людей струмом в електроустановках напругою до 1000 В в мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Використання малих напруг. При роботі з переносними електроінструментами при пошкодженні ізоляції і появі напруги на корпусі різко зростає небезпека ураження електричним струмом. В цих випадках використовують малі напруги, тобто напруги не вище 42 В. Використання малих напруг різко знижує небезпеку ураження, особливо коли роботи ведуться в приміщеннях з підвищеною небезпекою чи особливо небезпечних.

Можливість забезпечити недоступність людини до струмоведучих частин від випадкового дотику, дають такі методи: розміщення обладнання на недоступній висоті, огороження струмоведучих частин обладнання (суцільні і сітчасті).

Електричне блокування - це автоматичний пристрій, за допомогою якого виключаються неправильні, небезпечні для людини дії, несанкціонований доступ до струмоведучих частин, електроустановки, що знаходиться під напругою.

Захисне вимкнення. Захисне вимкнення - швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Попереджувачі засоби. Попереджувача сигналізація (звукова, світлова) - це стаціонарні пристрої, які сигналізують про вимикання апаратів або про наявність чи відсутність напруги на даній ділянці мережі.

Крім попереджувальних плакатів існують ще заборонні, наказові, показові.

Висновок. Електротравматизм у порівнянні з іншими видами травматизму складає до 1%, але за кількістю випадків з важкими наслідками займає одне з перших місць. Тому виконання захисних заходів, що передбачені відповідними нормативно-технічними документами (ПУЕ, ПБЕЕ та ін.) є життєво необхідним.

ЗНИЖЕННЯ ШУМУ ВІД ТЕПЛОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Губіна Н.М.

Науковий керівник – Халіль В.В., канд. техн. наук, ст. викладач

При виконанні заходів щодо зниження шуму на енергетичних об'єктах в промислових підприємствах, в основному, застосовується звукоізоляція стін і стель приміщень енергетичного об'єкта. Для зниження структурного шуму виконуються плаваючі підлоги, виконують установку віброізоляторів під опори тепломеханічного обладнання та застосовуються вібропоглинальні вставки між насосами і трубопроводами. Однак, зазначені заходи не завжди можуть мати достатню ефективність щодо зниження шуму, в цьому випадку необхідно розглядати зниження шуму в джерелах і на шляхах його поширення шляхом установки спеціальних конструкцій шумопоглинання.

Одними з головних вимог при виконанні заходів щодо зниження шуму на енергетичних об'єктах є збереження необхідної продуктивності тепломеханічного обладнання та виключення виникнення його відмов в результаті перегріву, попадання елементів шумопоглинання в рухомі механізми та ін. Тому, елементи шумопоглинання для каналів вентиляції приміщень, газоповітряних трактів котельного обладнання, охолоджуючих систем електродвигунів насосів і пальників повинні володіти помірним додатковим аеродинамічним опором, або його відсутністю.

Для зниження шуму від обладнання підвальних котелень розроблений авторами комплекс заходів щодо зниження шуму і вібрації від роботи тепломеханічного обладнання на прикладі одного з підвальних теплогенераторів, що забезпечує постачання тепла у кілька виробничих будівель.

Насосне обладнання підвальній котельні є одним з найбільш інтенсивних джерел шуму. Основне випромінювання шуму походить від охолоджуючого вентилятора насоса і корпусу електродвигуна з пере-

важанням випромінювання шуму в середньому і високочастотному спектрі.

Для зменшення випромінювання шуму у приміщенні котельні та подальшого його розповсюдження по виробничому приміщенні будівлі нами пропонується оригінальна конструкція шумоглушника, яка є універсальною і ручною в застосуванні для більшості насосного обладнання.

Розроблений шумоглушник являє собою кожух з склопластика, що розміщується по периметру насоса на деякій відстані. Усередині кожуха розташований звуковбирний матеріал. Конструкція шумоглушника передбачає прохід повітря до вентилятора і корпусу електродвигуна, при цьому не знижується охолоджуюча здатність насоса. Для проходу силового кабелю в корпусі шумоглушника передбачений спеціальний канал. Шумоглушник встановлюється на стійках, що прикріплюються через гумові амортизатори до опорної конструкції насоса.

За попередніми експериментальними випробуваннями було встановлено акустичну ефективність, яка склала від 4 до 15 дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами 125-8000 Гц з найбільшим зниженням шуму в середньочастотному і високочастотному спектрі.

Для зниження шуму від пальників котлів потужністю може бути передбачена установка шумозахисних кожухів. Треба відмітити, що захисні кожухи потребують застосування в умовах стиснення (наявність поблизу пальників котлів стін котельної, стійок, трубопроводів, різних кабелів), при яких неможливим є застосування стандартного шумозахисного кожуха. Тому шумозахисний кожух повинен мати розсувні і підйомні стінки.

Пропонується шумозахисний кожух встановити на стійки, які мають ролики для можливості вільного перекочування кожуха по підлозі котельні. Підйомна стінка кожуха повинна мати газліфт для полегшення виконання підйомних операцій, розсувні стінки повинні мати фіксатори в закритому положенні. При цьому нижня стінка кожуха потребує канал для проходу силового кабелю до пальника, ближня до котла бокова стінка повинна мати вікно, через яке проходить пальник.

Очікується, що акустична ефективність шумозахисних кожухів пальників котлів становитиме 10 дБА, що дозволить забезпечити необхідну зниження рівня шуму.

Таким чином, представлені приклади комплексів заходів по зниженню шуму в підвальних котельних виробничих підприємств. Відмічено, що застосування стандартних рішень по зниженню шуму від те-

пломеханічного устаткування не завжди може мати достатню ефективність і потребує удосконалення.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОБСТЕЖЕННЯ МІСЦЕВОСТІ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Карасенко Ю.В.

Науковий керівник – Барбашин В.В., канд. техн. наук, доцент

Актуальність проблеми. Протягом 2018 року на залізничних переїздах і коліях в Україні сталося 60 дорожньо-транспортних пригод, у тому числі 51 випадок ДТП стався на переїздах і 9 - на коліях поза переїздами, в результаті аварій загинули 15 осіб і 26 отримали травми. Основними причинами аварій та катастроф на залізничному транспорті є: несправності колій рухомого складу; засобів сигналізації, централізації та блокування; помилки диспетчерів; неуважність та халатність машиністів. Найчастіше виникають надзвичайні ситуації (НС) при сходженні рухомого складу з колій, зіткненнях, наїздах на перепони на переїздах, при пожежах та вибухах безпосередньо у вагонах. Не виключаються розмиви залізничних колій, обвали, осипи, зсуви, затоплення. При перевезенні небезпечних вантажів, таких як газу, легкозаймисті, вибухонебезпечні, ядучі, отруйні та радіоактивні речовини, виникають вибухи, пожежі цистерн та інших вагонів. У випадку виникнення надзвичайних ситуацій, розглянутих вище, дія яких, як правило, призводить до руйнування корпусу вагону або контейнеру небезпечного вантажу. При цьому виникає небезпека викиду, виливу небезпечних речовин, дія яких ускладнює роботу щодо обстеження місцевості з метою прийняття рішення реагування на НС.

Наукова новизна роботи. Вдосконалення організації обстеження місцевості з використанням «квадрокоптеру», який оснащено спеціальним обладнанням, що пов'язане з програмним забезпеченням (моделювання зони забруднення місцевості з урахуванням рельєфу у 3d моделі з високою деталізацією), для прийняття рішення щодо дій в осередку ураження та розрахунку сил та засобів для організації аварійно-рятувальних робіт на залізничному транспорті.

Мета роботи. Покращення отримання вихідних характеристик щодо обстеження місцевості з можливістю високої їх деталізації для організації аварійно-рятувальних робіт на залізничному транспорті при перевезенні небезпечних вантажів

Методи та результати дослідження. Для визначення обстановки, що виникла після аварії на залізниці, висилаються розвідувальні

підрозділи, які спільно з диспетчерами центрального пункту рухомого складу (ЦПРС) повинні з'ясувати: місце знаходження пошкодженого рухомого складу, наявність під'їзних шляхів; заходи, вжиті для розчеплення рухомого складу і евакуації сусідніх вагонів, поїздів; наявність струму в електроконтактних проводах над місцем пожежі, а також бригади для зняття залишкової напруги і маневреного локомотиву; час відправлення пожежних і ремонтних поїздів до місця аварії. Розвідувальні підрозділи також виявляють ділянки хімічного, радіаційного і бактеріологічного (біологічного) ураження, звертаючи увагу на займання і витік небезпечних речовин, пошкодження тари або рухомого складу з небезпечним вантажем, отруєння, опіки, захворювання людей і тварин. Начальник загону після одержання даних розвідки оцінює обстановку, приймає рішення і видає розпорядження, в якому визначає межі небезпечної зони, заходи щодо її огороження і оточення, організації медичної допомоги, а також порядок проведення рятувальних та інших невідкладних робіт та заходів безпеки. Управління загону у разі хімічного зараження розробляє план ліквідації його наслідків, у якому залежно від масштабів і характеру зараження, міститься коротка характеристика осередку ураження і визначені сили та засоби для ліквідації наслідків аварії, порядок їх використання, завдання підрозділів і формувань, черговість робіт, способи нейтралізації в осередку ураження, заходи для організації контролю за нейтралізацією (дегазацією) місцевості, об'єктів зовнішнього середовища, техніки і транспорту, медичного забезпечення, безпеки, управління, а також порядок подання донесення. Під час проведення загonom рятувальних та інших невідкладних робіт на транспорті пропонується використанням «квадрокоптеру», який оснащено спеціальним обладнанням (відеокамерою, тепловізором, газоаналізатором), що пов'язане з програмним забезпеченням (моделювання зони забруднення місцевості з урахуванням рельєфу у 3d моделі з високою деталізацією), для прийняття рішення щодо дій в осередку ураження та розрахунку сил та засобів для організації аварійно-рятувальних робіт.

Висновки. У роботі проведено загальний аналіз надзвичайних ситуацій, загальний порядок проведення рятувальних та інших невідкладних робіт та заходів безпеки на залізничному транспорті та запропоновано спосіб вдосконалення організації аварійно-рятувальних робіт, який базується на покращенні отримання вихідних характеристик щодо обстеження об'єкту з можливістю їх високої деталізації для прийняття рішення на виконання організаційних, інженерно-технічних задач.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ
УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.
ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОЇ
ВОДИ ТА ВОДИ, ЩО СКИДАЄТЬСЯ У ВОДОЙМИЩА**

**АНАЛІЗ ВТРАТ І ВИТРАТ, ОТРИМАНИХ ПРИ РОЗРАХУНКУ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ВИКОРИСТАННЯ ПИТНОЇ
ВОДИ ДЛЯ ЛКСП «ЛИСИЧАНСЬКВОДОКАНАЛ»**

Азарков О.Ю., Лисенко Є.В.

Науковий керівник – Благодарна Г.І., канд. техн. наук, доцент

Робота, що виконувалась в Харківському національному університеті міського господарства імені О.М. Бекетова, мала мету – визначення і затвердження технологічних нормативів використання води на об'єктах водопостачання та каналізації Лисичанського комунального спеціалізованого підприємства по видобутку, обробці, реалізації води та очищенню стоків (ЛКСП) «Лисичанськводоканал».

Джерелом централізованого водопостачання міст Лисичанська, Новодружеська й Привілля є водозабори прісних підземних вод. Водопостачання цих міст здійснюється від шести підземних водозаборів прісної води (загальна кількість свердловин – 72, фактично в роботі перебувають 22 свердловини). У системі водопостачання використовуються 11 резервуарів чистої води зі збірного залізобетону загальним об'ємом 32,25 тис. м³, що становить 4% добутої води.

Загальна довжина труб у системі водопостачання становить 686,05 км з них у аварійному стані знаходиться 250,45 км. Матеріал труб в основному сталь і чавун. Діаметри труб - від 32 мм до 800 мм.

Загальні втрати води підприємства включають: 1) витоки питної води, у тому числі: витоки при підйомі та очищенні; витоки води з трубопроводів при аваріях; сховані витоки води з трубопроводів; витоки води з емнісних споруд; витоки води через нещільності арматури; витоки води на водорозбірних колонках; 2) необліковані втрати питної води, у тому числі: втрати води, які не зареєстровані засобами вимірювальної техніки; втрати, пов'язані з невідповідністю норм водоспоживання до фактичної кількості спожитої води; втрати, пов'язані з несанкціонованим відбором води з мережі; технологічні втрати води на про-типожежні цілі.

Для ЛКСП «Лисичанськводоканал» було розраховане значення втрат води яке становить більше 90% від піднятої води на рік, а в технологічних витрат приблизно 10% від піднятої води на рік.

Такі значення втрат води пов'язані з великим віком експлуатації трубопроводів і обладнання, низькою санацією труб, втрат за рахунок подачі води нижче порога чутливості засобів вимірювальної техніки та не відрегульованого тиску.

На підставі проведеного аналізу було виявлено, що фактичний термін служби трубопроводів залежить не тільки від матеріалу і часу експлуатації, але і визначається місцевими умовами і залежно від них може бути різний. Велика частина трубопроводів прокладена в промислових зонах і в насипних ґрунтах. Ці обставини є причиною втрати механічної міцності внаслідок дії різних фізичних та хімічних чинників, що призводить до втрат води, перерв в нормальному водопостачанні споживачів і зростання витрат на ремонтно-відновні роботи.

Експлуатаційний досвід показує, що на різних мережах мають місце однотипні пошкодження. Наприклад, сталеві труби із-за корозії ушкоджуються в чотири рази частіше, ніж чавунні. Чавунні труби ушкоджуються в стиках в 90 % випадків, і лише 10 % припадає на стінки труб. Це пояснюється тим, що розтрубні стики труб, міцність яких значно нижче за міцність матеріалу труб виконують роль компенсаторів при лінійних деформаціях трубопроводів, що спричиняються змінами температури води. Наслідком подібної "втоми" стиків є найбільша схильність чавунних трубопроводів до пошкоджень після 10-15 років експлуатації.

Щоб скоротити втрати і витрати на ЛКСП «Лисичанськводоканал» треба виконати ряд заходів, що включають:

- заміну або санацію критично зношених, застарілих, аварійних водопровідних і каналізаційних трубопроводів;
- заміну насосного обладнання на насосних станціях, установку частотно-регулюючих електроприводів не тільки на насосних станціях, а і при розподілу води споживачам, впровадження єдиної системи автоматизованого регулювання режимами роботи насосних станцій для підтримки тиску в контрольних точках;
- розробку та впровадження гідравлічної моделі, налагоджування оптимального режиму роботи системи подачі і розподілу води;
- введення обов'язкової системи технологічного та комерційного обліку води;
- обладнання всіх водопровідних і каналізаційних насосних станцій сучасними приладами обліку води та електроенергії;
- встановлення на водопровідних і каналізаційних насосних станціях повнопрохідних зворотних клапанів;
- встановлення автоматичних повітряних клапанів (вантузів) на водоводах та регуляторів тиску на водопровідних мережах;

– впровадження системи телеінспекції і моніторингу водоводів, мереж і колекторів з придбанням сучасного діагностичного обладнання для своєчасного ремонту або заміни.

Запровадження всіх або частини перелічених заходів дозволить скоротити витрати і втрати на ЛКСП «Лисичанськводоканал».

ОЧИСТКА ВОДИ З ПІДЗЕМНОГО ДЖЕРЕЛА ДЛЯ ПИТНИХ ЦІЛЕЙ ВІД СІРКОВОДНЮ

Безпалій В.В.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Часто водопостачання населених місць і промислових об'єктів здійснюється підземною водою зі свердловин.

Процес очищення води з метою її дезодорації і стабілізації фізичними (аерація), хімічними (використання сильних окислювачів) і біохімічними (окислення спеціальними бактеріями) методами. При аерації вода, що містить сірководень, приводиться в контакт з повітрям, де парціальний тиск близько до нуля; завдяки цьому створюються умови, при яких розчинність і концентрація H_2S у воді стають мізерно малими. Аераційні установки, що застосовуються в технології очищення води від сірководню, поділяються на: плівкові дегазаторні, що представляють собою колонки, забезпечені різними насадками, за допомогою них вода стікає тонкою плівкою; пінні дегазаторні; барботажні дегазаторні, у яких через шар води, яка повільно рухається, продувається стиснене повітря; вакуумні дегазаторні, у яких з допомогою вакуумних насосів, або водоструменевих ежекторів створюється вакуум, що викликає кипіння води при даній температурі.

Хімічний метод очищення забезпечує найбільш повну дегазацію. При цьому методі відбуваються окислення сірководневих зв'язків і зв'язування їх з іншими молекулами, і перехід їх в менш активну форму у воді, а також окислювально-відновні процеси. Сірководень – доволі сильний відновник, і в залежності від виду і кількості окислювачів сірководневі сполуки можуть бути окислені до вільної сірки, тіосульфатів, сульфідів і сульфатів. На практиці найбільш поширений метод очищення води від сірководню є застосування хлору. На 1 мг субстрату сірководню витрачається 2,1 мг хлору. В результаті реакції утворюється суспензія колоїдної сірки в кількості, приблизно рівній кількості сірководню або гідросульфідів. При дозі хлору 8,4 мг на 1 мг сірководню основними продуктами реакції є сульфати. Для повного видалення сірководню потрібно 5 мг хлору на 1 мг сірководню. Для очищення води від сірки, одержаної в результаті хімічної реакції, необхідні коагуляція та фільтрування. Для усунення неприємного запаху після аеру-

вання і хлорування рекомендується фільтрування через активоване вугілля.

Крім того, для очищення води від сірководню застосовують діоксид хлору при малих дозах в інтервалі рН – 6,8...8,5. Продуктами окиснення є тіосульфат та сульфат-іони, а також сірка і сульфат-іони. Окислення сірководню киснем повітря використовують тільки в присутності каталізаторів – сполук перехідних металів, та їх солей. Добре себе зарекомендували в якості каталізаторів KMnO_4 , FeSO_4 омарганцьований ("чорний") пісок, активоване вугілля, графіт, дроблений магнетит. Для окислення 1 мг сірководню потрібно 6 мг KMnO_4 . В процесі взаємодії сірководню і марганцевокислого калію утворюються колоїдна сірка і тонкодисперсна суспензія діоксиду марганцю, які надають воді каламутність і бурий колір, і виникає небезпека насичення води марганцем та його сполуками. При цьому потрібна подальша складна вододобробка. В якості альтернативи застосовується очищення води від сірководню безперервним додаванням перманганату калію у фільтри з обробленим марганцем глауконітовим піском, який використовують для видалення заліза, марганцю і сірководню, при цьому пісок регенується за допомогою перманганату калію. Оброблений марганцем глауконітовий пісок отримують почерговим промиванням його розчинами солі марганцю і перманганату калію. Цей пісок являє собою чорний гранульований мінерал.

Добре відома технологія видалення з води сірководню з використанням діоксиду водню. В результаті обробки їм води утворюється сірка, при подальшому фільтруванні води через активоване вугілля зникають запах і колір, збільшується кількість розчиненого кисню, що полегшує подальше очищення води від сірководню. Для очищення води від останнього застосовують гідроксид заліза. При додаванні до води суспензії гідроксиду заліза відбувається зв'язування сірководню гідросульфідних іонів з утворенням сульфідів заліза. Його осад відокремлюють від води відстоюванням, після чого він може бути оновлений продувкою повітрям. Одна і та ж суспензія гідроксиду заліза може бути багато разів використана з деяким додаванням солей заліза FeCl_3 і FeSO_4 . При застосуванні цього методу досягається практично повне очищення води від сірководню.

Порівняно сильним окислювачем для сірководневих сполук у воді є озон. При обробці води озоном одночасно досягаються її знебарвлення, дезодорація і знезараження. Витрата озону становить 0,5 мг на 1 мг сірководню. Сірководневі сполуки окислюються до елементарного середовища, а при витраті 1,87 мг озону на 1 мг сірководню процес окислення закінчується утворенням сірчаної кислоти.

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕГІДРОГЕНАЗНОЇ АКТИВНОСТІ АКТИВНОГО МУЛУ

Берник Д.О.

Науковий керівник – Чуб І.М., канд. техн. наук, доцент

Для розробки оптимальних режимів технології очистки стічних вод велике значення має дослідження фізіології і фізичного стану активного мулу. Фізіологічний стан мулу залежить від умов культивування. Воно зумовлює його біохімічну активність, тобто здатність до окиснення органічних забруднень стічної води.

Щодо біологічної активності мулу можна судити по активності ферментів, які беруть участь у процесі окиснення органічних речовин. Найбільш характерним і загальним показником біохімічної активності мулу є його окислювальна здатність / питома швидкість окислення/ і дегідрогеназна активність.

Окислювальна здатність – це навантаження на мул за знятим органічним забрудненням, тобто кількість окисних речовин/ забруднень/ по ХСК, що припадають на 1 г. активного мулу/ або кількість забруднень, окислених одним грамом мулу/, відносно до одиниці часу.

Здатність мікроорганізмів руйнувати органічні забруднення води визначається концентрацією і активністю їх ферментів. Відомо шість дуже важливих для очищення води класів ферментів: оксиредуктази, трансферази, гідролази, ліази, ізомерази, лігази.

Основна роль належить оксиредуктазам, які здійснюють перші етапи руйнування складних з'єднань стічних вод (продуктів деструкції лігніну і вуглеводів) до більш простих речовин, які потім піддаються розкладанню за допомогою інших ферментів.

З оксиредуктаз найбільш поширені дегідрогенази. Наприклад, для фенольних речовин такими ферментами є лаккази. Під їх впливом відбувається окислення субстрату (забруднення), яке обов'язково супроводжується відновленням будь-якого з'єднання, тобто реакція відноситься до окисно-відновних.

Була розроблена методика визначення дегідрогеназної активності мулу, яка заснована на вимірюванні швидкості відновлення метиленового блакитного (МБ) при окислювально-відновній реакції, що каталізується ферментами.

Метиленовий блакитний, обраний в якості акцептора водню, має високу оптичну щільність при окисненні і практично безбарвний у відновленому стані, добре розчинний у воді, вільно проникає в клітини мікроорганізмів і видаляється з них, малотоксичний.

Крім того, якщо вимірювання проводили при довжині хвилі 660 нм (максимум поглинання МБ), то знижується вплив дифракції на оптичну щільність окремих мікроорганізмів і фрагментів домішок. Аналіз проводять в спеціально виготовленій комірці, пристрій якої дозволяє вимірювати температуру і оптичну щільність проби, здійснювати перемішування, уникаючи попадання кисню в комірку.

Найбільш важливими факторами, що впливають на розвиток і життєздатність активного мулу, а також якість біологічної очистки, є температура, наявність поживних речовин, вміст розчиненого кисню в муловій суміші, значення рН і присутність токсинів.

Залежність дегідрогеназної активності мулу від температури показує, що швидкість хімічної реакції закономірно зростає з ростом температури. У зв'язку з тим, що каталізатором є фермент, спостерігається деякий максимум активності близько 20 °С.

Залежність дегідрогеназної активності від наявності токсичних речовин ілюструють такі приклади. Фенол концентрацією 0,2% і формалін концентрацією 0,13% не впливають на активність дегідрогеназ. Під дією додецилсульфата натрію концентрацією 0,05% активність ферменту стає нульовою. Всі наведені речовини в використовуваних концентраціях летальні для мікроорганізмів.

Для визначення місця локалізації дегідрогеназ були відокремлені на центрифугу мікроорганізми мулу від надмулової рідини. Виявлено, що ферменти локалізовані всередині клітин мулу, так як в фугаті мулової суспензії збігаються.

Метод визначення активності дегідрогеназ є експресним і поряд з контролем інших показників якості очищення забруднених вод дозволяє швидко реагувати на порушення біохімічних процесів асоціатів мікроорганізмів і вживати заходів для нормалізації процесу.

За допомогою даного методу можна визначити ряд параметрів (температура, рН), при яких активність ферментів активного мулу найбільша, що робить очистку стічних вод ефективнішою. Також можна визначити вплив різних токсичних речовин на активність дегідрогеназ і в режимі експрес-аналізу виявити живі активно функціонуючі мікроорганізми в каламутних і сильно забруднених виробничих середовищах.

МЕТОДИ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ З ПІДЗЕМНОГО ДЖЕРЕЛА

Бондаренко Н.В.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Залізо в природних водах може міститися або в іонній формі (у вигляді двовалентного заліза, а також у вигляді неорганічних і органічних колоїдів), або у формі комплексних сполук двох - і тривалентного заліза або тонкодисперсної суспензії гідрату окису заліза.

Вибору методу знезалізнення води повинно передувати її пробне знезалізнення, так як кількісний вміст заліза, визначений в аналізах, не дає уявлення про форму, в якій залізо присутнє у воді. На сьогоднішній день існує кілька методів знезалізнення підземних вод. Їх можна розділити на групи:

- реагентні;
- каталітичні;
- іонообмінні;
- біохімічні.

Кожний із них має свої переваги й недоліки, але всі вони (за винятком іонообмінного) ґрунтуються на окиснюванні заліза (II) до заліза (III), при чому відбувається перехід заліза в нерозчинну форму, яка затримується на фільтрах.

Реагентний метод широко розповсюджений у промисловій водопідготовці великих об'ємів води. Добре вивчений, має великий спектр застосування різноманітних реагентів, починаючи від атмосферного кисню та закінчуючи вапном і гіпохлоридом.

Реагентні методи ґрунтуються на введенні у вихідну воду реагенту, що сприяє переходу розчинного двовалентного заліза у його нерозчинну тривалентну форму. Цього можна домогтися двома шляхами – при введенні окиснювача (атмосферний кисень, озон, хлор і його сполуки) або підвищуючи *pH* води вище 8 (вапняне молоко, сода, і інші *pH*-коректори) а також використати в комплексі і те, й інше.

Каталітичний метод заснований на каталітичному окисненні заліза (II) до заліза (III) у товщі фільтрувального завантаження. Часто застосовується разом з додатковою подачею повітря. Як каталізатор процесу часто виступає діоксид марганцю, що у вигляді плівки наноситься на поверхню зерен фільтрувального завантаження, наприклад піску, природного цеоліту, штучних алюмосилікатів на зразок «Віrm» або модифікованого глауконіту, що одержав в іноземній класифікації назву «GreenSand» – і який, завдяки відносно високому вмісту діоксиду марганцю, має не тільки каталітичні, але й окисно-відновні властивості.

При незалізенні іонообмінним методом присутність в оброблюваній воді розчиненого кисню вкрай небажано, оскільки гідроокис тривалентного заліза, що випадає на іонообмінних матеріалах, утруднює процес видалення розчиненого заліза. Іонообмінні смоли являють собою нерозчинні високомолекулярні сполуки з функціональними іоногенними групами, здатними вступати в реакції обміну з іонами розчину. Деякі типи іонітів мають здатність вступати в реакції комплексоутворення, окиснювання-відновлення, а також здатністю до фізичної сорбції низки сполук.

Біохімічний метод полягає у висіванні й нарощуванні на зернах завантаження фільтра залізо-марганцеспоживальних бактерій типу *metallogenium personatum*, *caulococeus manganifer*, *bacteria manganicus* і наступному фільтруванні оброблюваної води. Ці бактерії поглинають залізо і марганець із води в процесі життєдіяльності, а коли вони відмирають, то утворюють на зернах піску або іншого носія пористу масу, що містить велику кількість оксидів марганцю, який є додатковим каталізатором окиснення заліза і марганцю.

Тож, очевидно, що при всій розмаїтості методів для кондиціювання природної води з максимальним збереженням її властивостей оптимальними будуть ті, які в ідеалі заберуть надлишок заліза й не залишать після себе слідів. Отже іонообмінний метод відпадає, тому що місце іонів заліза займуть іони натрію.

Також, підходить під такі вимоги комплексний метод, при якому спочатку відбувається окиснювання заліза (II) атмосферним киснем, а для прискорення процесу переходу заліза (II) у залізо (III) і інтенсифікації процесу формування й укрупнення колоїдів гідроокису заліза використовується автокаталітична плівка з того ж гідроокису заліза, що формується на зернах фільтрувального завантаження.

Це рішення підвищує швидкість процесу переходу розчиненого заліза (II) у гідроксиди заліза в тисячі разів у порівнянні із класичною аерацією й відстоюванням і не вводить у воду, яку очищають, ніяких додаткових речовин, крім атмосферного повітря.

ОСОБЛИВОСТІ ВОДОПІДГОТОВКИ В ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Доношенко В.Є.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

Лікєро-горілчана галузь України є однією з найбільш розвинутих, завдяки впровадженню новітніх прогресивних технологій, спрямованих на інтенсифікацію усіх стадій технологічного процесу, зокрема підготовки води, та покращення якості готової продукції.

Підготовка води для виробництва лікєро-горілчаних напоїв – важливий і відповідальний процес, який потребує чималої уваги. Адже від цього етапу виробництва залежить якість кінцевої продукції.

Для вибору оптимальної схеми водопідготовки для конкретного виробництва необхідно провести аналіз існуючих методів підготовки води та оцінити універсальність використання при коливаннях вихідної якості води.

Виробництво горілки складається з наступних стадій: приймання спирту, пом'якшення води, приготування водно-спиртової суміші, обробка водно-спиртової суміші активним вугіллям і фільтрування, доведення горілки до встановленого процентного вмісту спирту, фасування та оформлення готової продукції.

У сфері виробництва лікєро-горілчаної продукції (ЛГП) вода використовується для очищення скляної тари від забруднень, і для виготовлення продукції. Від якості води залежить ряд характеристик виробленого напою:

- його прозорість;
- смак;
- запах;
- здатність зберігатися протягом тривалого терміну без втрати своїх властивостей;
- візуальна привабливість готового продукту в упаковці.

На даний момент для підприємств лікєро-горілчаної галузі діє стандарт України СОУ №15.91371237:2005 «Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва». Цей галузевий стандарт включає вимоги до підготовки води для приготування слабоалкогольних напоїв, горілок і лікєро-горілчаних напоїв зі спирту.

Воду потрібно отримувати питної якості, тому в якості джерела водопостачання бажано використовувати артезіанські свердловини з подальшим доведенням води до необхідної до виробничих потреб якості.

Типова схема водопідготовки в лікєро-горілчаному виробництві має наступні етапи: приймання води із джерела водопостачання, її механічне очищення для затримування нерозчинених домішок, далі вода надходить на сорбційний фільтр, зазвичай завантажений активованим вугіллям, яке сорбує органічні домішки. Далі може бути установка зворотного осмосу, іонообмінні фільтри та завершальна стадія - знезаражування води.

Для конкретної пропозиції щодо схеми водопідготовки для ЛГП, необхідно обрати об'єкт дослідження та встановити якість вихідної води.

Об'єкт дослідження знаходиться в Харківській області. Вода для виробничих потреб забирається зі свердловини, розташованої на території підприємства.

Згідно проведеного аналізу, вода не відповідає вимогам нормативних документів за наступними показниками:

- 1) кольоровість;
- 2) підвищений показник рН;
- 3) показник твердості;
- 4) концентрація заліза;
- 5) підвищена концентрація алюмінію.

Для можливості використання води для виробництва ЛГП необхідно відкоригувати вище зазначені показники та довести їх до нормативних значень.

Згідно запропонованої схеми вода питна, що надходить на лікєро-горілчаний завод зі свердловини подається у фільтр для знезалізнєння, заповнений фільтруючим матеріалом Вirm. Далі вода надходить у послідовно встановлені сорбційні фільтри, заповнені комбінацією сорбентами марок Purolite A500P та Aqua Sorb HS в пропорції 1:1.

Далі вода потрапляє на двоступеневий натрій-катіонітовий фільтр зм'якшення води. Завершальною стадією є знезаражування ультрафіолетом.

Після вдосконалення технології кондиціонування води за рахунок двоступеневого фільтрування за допомогою натрій-катіонітових фільтрів та сорбційного очищення води її якість відповідає нормативним значенням. Впровадження двоступеневого пом'якшення води дозволить відмовитися від установки зворотного осмосу, що є економічно вигідним рішенням.

Лікєро-горілчана галузь розвивається достатньо стабільно, а виробники лікєро-горілчаної продукції є конкурентоздатними на європейському ринку, тому підтримка високої якості продукту, зокрема за рахунок якісної сировини (води), є надзвичайно важливою.

ХАРАКТЕРНІ ПОРУШЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД І ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ УСУНЕННЯ

Дьомінова М.С.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Очисні споруди – інженерні споруди системи каналізації для очищення, знешкодження й знезараження стічних вод. Обов'язково потрібні будь-якому підприємству і населеному пункту, щоб відходити від громадських, житлових, сільськогосподарських і виробничих об'єктів не потрапляли в навколишнє середовище в своєму початковому вигляді.

При чіткій взаємодії роботи окремих споруд, рівномірному розподілі навантаження між однаковими паралельно діючими спорудами, відсутності значних відхилень у кількості і складі стічних вод від проектних даних досягається отримання води, що відповідає за своїми якостями санітарним правилам спуску її у водойму.

Для нормальної експлуатації очисних споруд необхідна, крім того, організація належного догляду за ними і постійного контролю з боку експлуатаційного персоналу за ходом технологічного процесу. Відсутність контролю може призвести до того, що перевантажені споруди будуть працювати з підвищеним виносом зважених речовин або з порушенням біологічного процесу.

Нормальну роботу очисної станції порушують перевантаження споруд; залпове надходження стічної води; приплив виробничих стічних вод, які не відповідають вимогам прийому їх в побутову каналізацію, весняний і осінній паводки, якщо споруди або окремі їх елементи знаходяться в зоні яка заливається весняними водами.

Перевантаження споруд може відбутися в результаті надходження на очисну станцію кількості стічних вод, що перевищує розрахунки, неправильного та нерівномірного розподілу води та осаду по окремим частинам. На весь комплекс і на кожну споруду окремо складається технологічний паспорт, в якому, крім ряду технічних даних, повинна бути вказана проектна і фактична продуктивність споруд.

При визначенні продуктивності комплексу очисних споруд необхідно враховувати неминучість періодичного виключення частини їх на профілактичний огляд, поточний і капітальний ремонт. При вимкненні окремих споруд на ремонт, число їх повинно бути ув'язане з допустимими перевантаженнями, і ці перевантаження мають бути розподілені між діючими спорудами рівномірно. На основі цих даних встановлюють граничні навантаження і режим експлуатації споруд.

Для запобігання перевантажень, які порушують режим роботи окремих споруд, необхідно встановити систематичний контроль за кількісними і якісними показниками складу стічних вод і негайно приймати спеціальні заходи. Випадки порушення правил технічної експлуатації споруд та реєстрація встановленого факту повинні фіксуватися в робочому журналі.

Важлива умова нормальної роботи очисних споруд – належна їх експлуатація і захист. На підприємствах всіх галузей промисловості за останні роки цієї умови почали дотримуватися всі суворіше, що пов'язано з виникненням органів водного господарства та нагляду за промисловими стоками. Робітники цих органів покликані займатися спеціально тільки цими питаннями. Однак при введенні в дію кожного очисного об'єкта обслуговуючий персонал його повинен бути відповідним чином навчений і ознайомлений зі способом експлуатації пристроїв, причому не тільки з точки зору технології очисних процесів, але також і з точки зору захисту і оберігання їх від руйнівної дії промислових стоків. Правильний догляд та ремонт (навіть дрібних пошкоджень), спостереження за цілістю ізоляції та інші фактори можуть серйозно вплинути на міцність споруди.

Для забезпечення нормальної роботи очисних споруд усереднюють витрати стічної води або концентрації речовин, що знаходяться в ній.

Для забезпечення нормальної роботи очисних споруд міської каналізації при спільному очищенні виробничих і побутових стічних вод необхідно дотримуватися ряду умов.

Тому дуже важливо повно і ефективно очищати стоки, забезпечувати безперервну і нормальну роботу очисних споруд. Подальший розвиток і вдосконалення системи очищення стоків повинно йти в напрямку різкого скорочення і в кінцевому підсумку повного припинення скидання стоків у водойми.

Необхідно звернути увагу на два питання, які пов'язані з нормальною роботою очисних споруд, але які в нашій проектній практиці часто не беруться до уваги або ж розглядаються досить поверхово. Мається на увазі необхідність забезпечення правильного виконання будівельних робіт та правильної експлуатації споруджених очисних об'єктів.

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ВОДИ В ОБОРОТНИХ СИСТЕМАХ ВИРОБНИЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Євтушенко В.Р.

Науковий керівник – Галкіна О.П., канд. техн. наук

При споживанні води в технологічних процесах промислових підприємств утворюється велика кількість забруднених стічних вод, насичених різними домішками, зокрема й шкідливими. Тому проблема охорони водойм від забруднення промисловими стічними водами є актуальною, адже вони представляють серйозну загрозу навколишньому середовищу.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є створення на промислових підприємствах оборотних систем водопостачання і досконаліших замкнених систем водного господарства. Такий підхід дозволить істотно знизити споживання води на виробничі потреби з джерел водопостачання та зменшити або виключити скидання стічних вод у водойми.

До якості води в оборотних системах промислового водопостачання ставляться наступні вимоги:

- вода не повинна чинити негативної дії на якість отриманого продукту;
- вода не повинна викликати утворення сольових відкладень, біологічних обростань і корозії обладнання, трубопроводів і споруд;
- вода повинна відповідати санітарно-гігієнічним вимогам.

Для забезпечення цих вимог здійснюється різноманітна обробка такої води. Оброблені стічних вод при створенні оборотних і замкнених систем водопостачання здійснюється з метою повторного використання очищеної води на виробничі потреби підприємства.

Вибір методу очищення стічних вод, призначених для повторного її використання, залежать від характеру і концентрації забруднюючих речовин, кількості стічних вод і вимог водоспоживачів. Для обробки стічних вод при створенні оборотних і замкнених систем застосовуються комплекс фізико-хімічних, хімічних, біологічних та інших методів очищення.

Практика роботи оборотних систем водопостачання деяких промислових підприємств показує певні проблеми, тм самим виділяючи їх особливості обробки для повторного використання при створенні замкнених систем водокористування. В оновному, при створенні таких систем очищені виробничі і міські стічні води, а також поверхневий стік розглядаються як джерело водопостачання виробничих водоспоживачів. При цьому очищення стоку зводиться до регенерації відпра-

цьованої води з метою її повторного використання у виробництві. Тому доцільно створювати локальні замкнені системи технічного водопостачання, які є основною ланкою замкнених систем водного господарства промислових підприємств.

Значну складність при створенні замкнених систем водопостачання представляє коригування мінерального складу очищених стічних вод. Для підтримки солевмісту у воді оборотних систем на заданому рівні застосовується видалення розчинених домішок знесолюванням частини оборотної води методами дистиляції, електродіалізу, іонного обміну і гіперфільтрації тощо.

При використанні для підживлення оборотних охолоджувальних систем очищених міських стічних вод до них пред'являються вимоги за технологічними властивостями і санітарною безпекою.

Вимоги до технологічних властивостей очищених стічних вод зводяться до відвертання утворення на поверхні теплообмінного обладнання будь-яких відкладень (сольових, біологічних і механічних) і корозії устаткування. Для виконання цих вимог часто біологічно очищені стічні води необхідно очищати від органічних речовин, зм'якшувати або знесолювати.

Для дотримання санітарно-гігієнічних вимог, а саме: забезпеченні епідеміологічних і токсикологічних умов для обслуговуючого персоналу і довілля, біологічно очищені міські стічні води піддаються якісному оцінюванню з метою вибору ефективного методу їх доочищення. Для цього аналізують умови використання води, фізико-хімічний склад, методи доочистки і знезараження тощо.

Таким чином, створення замкненої системи оборотного водопостачання промислових підприємств можливе за умови:

- використання нових технологічних процесів, які забезпечують зниження кількості стічних вод та максимального повітряного охолодження води в оборотних циклах;
- повторного використання вод для технологічних потреб;
- видалення із стічних вод важко- та неокислюючих сполук на локальних установках;
- використання промислових і міських стічних вод та поверхнево-зливових стічних вод після відповідного очищення в систему промислового водопостачання.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ОЗОНОВОЮ ФЛОТАЦІЄЮ І ТЕХНОЛОГІЄЮ ОКИСЛЕННЯ

Заславська В.В.

Науковий керівник – Благодарна Г.І., канд. техн. наук, доцент

Метою роботи є поліпшення звичайного флоатаційного процесу, за допомогою дисперсійної системи, яка використовує переваги окислення, а також вплив озону на мікрофлокуляцію і щільність води.

Флоатація – це процес молекулярного «прилипання» частинок до поверхні розділу фаз, найчастіше газу і води, обумовленої надлишком вільної поверхневої енергії поверхневих прикордонних шарів, а також явищами змочування. Застосовується для очищення води від зважених твердих частинок, нафтопродуктів, масел, жирів, поверхнево-активних речовин. Метод очищення полягає в насиченні води бульбашками газу (повітря) і утворенні комплексів частка–бульбашка газу, спливання цих комплексів на поверхню оброблюваної води і видаленні виникаючого пінного шару з цієї поверхні.

Залежно від способу утворення цього комплексу розрізняють два механізми флоатації. Перший механізм пов'язаний з утворенням комплексу при зіткненні частинки і бульбашки, другий механізм – з виникненням бульбашки з пересиченого розчину на поверхні частинки.

При вивченні досліджень інших країн з технології очистки стічних вод на підставі озону, нами була приділена увага проектній розробці – «ADOXPOL».

«ADOXPOL» – запатентована передова система очищення стічних вод з озоною флоатацією і технологією окислення.

Звичайна флоатація спирається на плавання суспендованих речовин на верхній частині рідини бульбашками повітря. Кращий розділовий ефект досягається, коли бульбашки повітря дуже малі (мікропухирці і нано-бульбашки). У традиційних системах флоатації з розчиненим повітрям (ФРП) суспендовані тверді речовини і масляні сполуки видаляються шляхом коагуляції, флокуляції і видалення сформованого шламу шляхом флоатації при застосуванні невеликих бульбашок повітря для збільшення плавучості. В процесі обробки, іноді включають реагенти (полімери), які можуть мати негативний ефект на навколишнє середовище. Розчинений ХПК залишається незмінним у системах флоатації розчиненого повітря (ФРП). Використовуючи флоатацію розчиненого озону (ФРО), можлива висока концентрація озону, що означає високий потенціал окислення та високий обсяг мікропухирців.

Через високий потенціал окислення озон може прискорити отримання безліч органічних і неорганічних забруднень з води за допомо-

гою прямої фільтрації, в тому числі заліза, марганцю, сульфідів, металів, біохімічну потребу в кисні (БПК) і хімічну потребу в кисні (ХПК) та інші. Це також покращує ефективність очищення флоатації.

Озон вбиває бактерії, цисти і віруси до 3125 разів швидше, ніж хлор, що є однією з причин його використання для очищення муніципальної та бутильованої питної води по всьому світу.

Процес флоатації ADOXPOL постійно відокремлює частинки і окислює органічні сполуки від всіх типів рідин. Його унікальна гідравлічна конструкція і запатентована система дисперсії, не потребує резервуара або компресора, що створює мікро пухирці в діапазоні 10-30 мкм, дає максимальний ефект флоатації.

Це призводить до гідравлічної дії, що впливає на швидкість і напрямок руху рідини. Флоатація розчиненого озону (ФРО) видаляє жири та мастила, а також загальну кількість суспендованих речовин, біохімічну потребу в кисні (БПК) і хімічну потребу в кисні (ХПК), включаючи також розчинні органічні речовини.

Використання озону в цьому процесі підвищує ефект флоатації, що призводить до вищого ефекту сепарації, отже, більш чистої води.

Можливі поліпшення при очищенні стічних вод або водопідготовці, які відбуваються при застосуванні технології Adoxpol ФРО:

- видалення забруднень в мікро концентраціях;
- видалення запаху;
- зниження концентрації жирів і масел, зважених речовин, БПК і ХПК;
- збільшення біорозкладаності забруднюючих речовин в стічних водах;
- зниження витрат на очищення стічних вод за рахунок зниження площ, необхідних для біологічної очистки;
- відсутність реагентів або їх незначне дозування (коагулянти і флокулянти);
- видалення водоростей з води з метою її підготовки і подальшого використання для питних потреб при водо підготовці.
- видалення для подальшого використання (біопаливо, фармацевтика, їжа для тварин, тощо)
- зниження обсягів надлишкового активного мулу, що утворюється при класичній схемі біологічного очищення стічних вод.

МЕТОДИ ОПРІСНЕННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДИ ДЛЯ КОТЛІВ ВИСОКОГО І НАДВИСОКОГО ТИСКУ

Зуй М.С.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Вода є єдиним засобом, за допомогою якого можуть бути в сукупності вирішені основні глобальні проблеми (продовольча, енергетична криза, криза охорони здоров'я і кліматичні зміни, економічна криза). Значення водопостачання в життєдіяльності людей зростає одночасно зі зростанням населення. Основна кількість води припадає на моря і океани (більше 98%), засоленість морської води досягає 35 г/кг, а частка прісних вод (з солемістом менше 1 г/кг) становить лише 1,7% світових запасів, з яких на річкові води доводиться всього лише 0,001% всіх прісних вод. У зв'язку з дедалі ширшим забрудненням джерел води, зростанням населення постає завдання штучного отримання прісної води.

Глибоке знесолення потрібно при підготовці води для котлів високого і надвисокого тиску, а також для деяких технологічних потреб виробництва. Якщо при знесоленні досягається часткове видалення з води розчинених солей до вимог питної якості, то цей вид обробки води називають опрісненням.

На ринку прісної води широке промислове застосування поки знайшли дві технології опріснення води – мембранна (механічна) та термальна (дистиляція). В мембранній технології переважає метод опріснення води, який називається «зворотний осмос». При опрісненні води цим методом морську воду пропускають через напівпроникні мембрани під впливом тиску, істотно перевищує різницю тисків прісної і морської води (для морської води 25–50 атм.). Через мікропори цих мембран можуть вільно проникати невеликі молекули води, в той час як більш великі іони солі та інші домішки затримуються мембраною. Такі мембрани виготовляються переважно з поліаміду або ацетату целюлози і випускаються у вигляді порожніх волокон або рулонів.

Зворотний осмос має низку істотних переваг порівняно з іншими методами опріснення води: відносно невисокі енерговитрати, установки конструктивно прості та компактні, робота їх може бути легко автоматизована. Тому, управління системою зворотного осмосу здійснюється в напівавтоматичному і автоматичному режимі.

Найбільший в світі завод з мембранного опріснення Wonthaggi Desalination Plant розташований в Мельбурні і має пропускну здатність в 440 тис. м³ води в день. В Ізраїлі, в Ашкелоні, розташований завод

опріснення води за методом зворотного осмосу, що випускає 330 тис. м³ води в день.

Сутність термального методу або дистиляції полягає в тому, що морську воду нагрівають до кипіння і вихідну пару збирають та конденсують. Утворюється прісна вода, звана дистилятом. Випарювати воду можна як при кипінні, так і без кипіння. В останньому випадку морську воду нагрівають при більш високому тиску, ніж тиск в камері випаровування, куди подається вода. Для пароутворення використовується теплота, що міститься в самій воді, яка при цьому охолоджується до температури насичення розсолу, який залишився. Недоліком термічного опріснення є мала економічність, висока енергоємність, а також наявність зовнішнього джерела пара. Однак саме цей метод дозволяє отримувати найбільший обсяг опріснення води за одиницю часу. Так, завод Shoaiba 3 в Саудівській Аравії, що працює за методом дистиляції, дозволяє в день виробляти до 880 тис. м³ прісної води.

Якщо опріснена вода призначена для господарсько-питних цілей, то зазвичай частину опрісненої води змішують з прісною чистою водою, доводячи її до вимог ДержСанПіН.

ЛОКАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОЇ ВОДИ

Карнік К.І.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

Використання води неналежної якості сильно впливає на здоров'я людини і термін служби побутової техніки. Тому вода, що поступає зі свердловини або водопроводу, потребує спеціальної обробки, що є комплексом фізичних, хімічних і біологічних методів.

Добова потреба організму людини у воді складає від 2 до 6 літрів. Існує дві схеми водопостачання індивідуальних житлових будинків :

- Водопостачання при підключенні до централізованих водопровідних систем;
- Створення локальної (децентралізованої) системи водопостачання;

Як правило, очисні споруди централізованих систем водопостачання забезпечують якість води згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10, але існує ряд причин, по яких вода, що поступає споживачеві, не завжди відповідає вимогам, що пред'являються :

- висока забрудненість природних (поверхневих і підземних) джерел водопостачання хімічними речовинами і патогенними мікроорганізмами;

- вторинне забруднення води через низьку якість розподільної мережі;
- порушення або недосконалість технологій підготовки води питної якості;
- постійні або залпові забруднення джерел водопостачання;
- наявність в обробленій воді токсичних і канцерогенних сполук;

Наслідком перелічених вище причин є неприємний запах і присмак води, іржавий осад і бензинова плівка на поверхні води, наявність хлороорганічних сполук.

Саме через невдоволення населення якістю води централізованого водопостачання популярності набувають альтернативні джерела водопостачання, а саме:

- використання розвізної або бутильованої води;
- використання джерельної води;
- використання локальних установок доочистки.

Установки доочистки повинні забезпечити :

- якість питної води, що відповідає діючим гігієнічним вимогам по номенклатурі показників;
- збереження заявленої виробником ефективності очищення упродовж усього зазначеного виробником ресурсу;
- виключення вторинного зараження води внаслідок вимивання конструкційних елементів, вимивання з фільтруючих матеріалів чи наповнювачів забруднень (хімічних, мікробіологічних) і продуктів їх деструкції, а також в результаті біообростання.

Таким чином, гігієнічне значення систем доочищення води полягає в тому, що вони не лише нейтралізують дію несприятливих чинників на якість води, але і значно покращують її.

Основними технологічними прийомами, що використовуються в сучасних фільтрах і системах водопідготовки є мембранні, сорбційні, іонообмінні і електрохімічні технології, озонування, ультрафіолетове опромінення води.

В якості об'єкта дослідження була обрана група будинків в м. Харків. Згідно гідравлічного розрахунку був підібраний лічильник, насосне обладнання, визначені діаметри та втрати напору мережі, довжина та матеріал внутрішньої мережі.

Установку доочищення планується встановити в підвалі будинку. Подача доочищеної води планується окремим трубопроводом В0, який буде проходити по всій квартирі, тому мешканці зможуть використовувати її за свій розсуд. Основний потік води з міського водопроводу буде подаватися по існуючому трубопроводу В1.

Установка доочищення має в своєму складі блок механічного та сорбційного очищення. Для акумулювання очищеної води може використовуватися накопичувальний бак необхідної ємності.

1-і ступінь – представляє собою поліпропіленовий фільтр 10 мкм для затримування відносно крупних домішок;

2-і ступінь – представляє собою картридж заповнений гранульованим вугіллям зі шкарлупи кокосового горіха;

3-і ступінь - представляє собою картридж із пресованого вугілля.

Використання даної установки дозволить:

✓ усунути залишковий хлор;

✓ поліпшити органолептичні властивості води;

✓ усунути органічні домішки у воді;

✓ зменшити концентрацію заліза, важких металів і радіонуклідів.

Використання даної установки дозволить поліпшити органолептичні властивості води та збільшити термін роботи побутової техніки.

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ОЧИЩЕННЯ ВОДИ НА КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Коваленко Є.О.

Науковий керівник – Галкіна О.П., канд. техн. наук

Стічні води коксохімічних підприємств залежно від характеру і концентрації забруднень, що містяться в ній, а також від напрямку використання цих вод, потребують різної підготовки.

Особливість технології коксохімічного виробництва обумовлює значну кількість стічних вод в процесі коксування вугільної шихти, уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування. Стічні води утворюються в хімічних цехах (фенольні стічні води), в процесі гасіння коксу, при охолодженні газу коксових печей. Найбільшим джерелом забруднення вод є надлишкова аміачна вода, що утворюється з пірогенетичної вологи шихти.

Аналіз якості стічних вод коксохімічного виробництва показав наступні характерні забруднення: завислі речовини, смоли і масла, феноли, аміак, ціаніди, роданіди, органічні речовини, БПК₅ тощо.

Традиційні методи очищення стічних вод закордоном з видаленням азотних сполук передбачають використання процесів нітрифікації, денітрифікації та асиміляції живими організмами. Останнім часом значну увагу приділяють процесам видалення азоту, такими методами як: процес Sharon, процес Anammox, процес Oland, процес Canon, одночасна нітрифікація і денітрифікація, деамоніфікації та процесу Babe.

Складний якісний склад фенольних стічних вод та велика кількість хімічних забруднень створює ряд складностей при їхньому очищенні, і тому, потребує декілька етапів очищення.

Для видалення смол і масел у воді застосовують фільтрацію і коагуляцію. Частіше фільтрація води здійснюється на гравійних фільтрах, ефективність очищення при цьому складає 85 %. Схема процесу очищення фенольних стічних вод наведена на рис. 1.

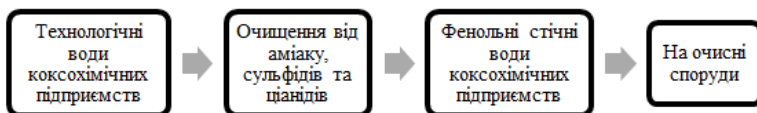


Рисунок 1 – Схема процесу очищення фенольних стічних вод

Перевагою даного методу очищення є відносно низькі витрати на проведення процесу, а як недолік можна виділити – відсутність деградації забруднюючих речовин.

Наступним етапом очищення технологічної води після знесолення є видалення аміаку, десульфідів методом дистиляції парів з використанням гідроксиду натрію. Після цього етапу технологічної обробки стічних вод коксохімічних підприємств концентрація аміаку знижується до 160 г/м^3 , сульфідів до 20 г/м^3 , а ціанідів – до 20 г/м^3 .

Далі такі очищені фенольні стічні води надходять на станцію очищення стічних вод на підприємстві, при цьому фенольні стічні води обробляються в декілька етапів (рис.2).

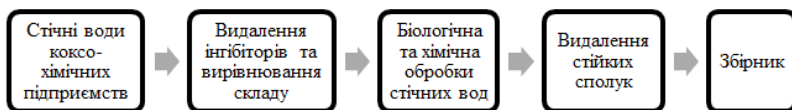


Рисунок 2 – Схема багатоступеневої обробки стічних вод коксохімічних підприємств

Аналіз існуючих біологічних методів очищення фенольних стічних вод показав, що застосування комплексу біохімічних методів очищення є ефективним при очищенні фенольних стічних вод від домішок, таких як: фенол, амонійний азот і вільні ціаніди.

Зарубіжний досвід біологічного очищення фенольних стічних вод на коксохімічних підприємствах дозволив виділити наступні схеми:

– біохімічні установки, що містять: хімічний реактор, усереднювач, біореактор I ступені (денітрифікація сполук азоту в анаеробних

умовах), біореактора II ступені (біодеградація з нітрифікацією в аеробних умовах), відстійники, усереднювачі та резервуари для зберігання очищеної води, гравітаційний згущувач шламу і фільтр-преси шламу;

– біологічна обробка стічних вод з використанням нітрифікації та процесів денітрифікації.

Таким чином, застосування ефективних та екологічних технологій очищення фенольних стічних вод на коксохімічних підприємствах передбачує комплекс фізико-хімічних, біологічних методів з використанням нітрифікації, денітрифікації та ін. Такий складний механізм очищення фенольних вод обумовлюється тим, що такі води відносяться до найнебезпечніших серед промислових стічних вод (як джерело забруднення навколишнього середовища).

ОСОБЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Музалевський О.О.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

На підприємствах м'ясої промисловості утворюються висококонцентровані стічні води, що містять жири та завислі речовини, а також мають високі показники БПК та ХПК, значно ускладнює процес очищення наявність часток жиру, крові, щетини, каниги тощо.

Виробничі стічні води м'ясої промисловості по характеру забруднень поділяють на наступні групи:

1. зажирені – із цехів забою худоби та оброблення туш, кишкового, субпродуктивного, харчових жирів, ліверно - паштетного, сировинного й ін.;

2. незажирені – із усіх інших цехів, у тому числі із приміщень для утримання худоби;

3. незабруднені (умовно чисті) – від холодильних установок, котелень і теплообмінних апаратів;

4. інфіковані – від карантину, санітарної бойні, ізолятора із прилягаючих до них територій.

Такі стічні води які не можуть бути прийняті біологічними очисними спорудами без попереднього очищення на локальних очисних спорудах (ЛОС), тому ефективно попереднє очищення таких стічних вод має велике значення.

Таким чином, для очищення стічних вод м'ясокомбінатів застосовують наступні методи:

1. Механічні.

2. Хімічні.

3. Фізико-хімічні.
4. Біологічні.
5. Комбіновані.

На м'ясокомбінатах у процесі виробництва використовують воду питної якості. Якість стічної води залежить від специфіки цеху, наявного устаткування, дотримання технологічного регламенту і т.п. Найбільш брудна вода поступає з цехів оброблення туш, обробки кишок, кормових і технічних продуктів. Забруднені стічних води з окремих цехів, як правило, зливаються в один потік.

В цілому існує два шляхи поводження зі специфічними стічними водами – це очищення на ЛОС та скид в каналізацію, та забезпечення більш високого ступеня очищення для скиду у водойма.

Таким чином, для доведення якості стічної води до нормативної, та дозволеної до скиду в каналізацію пропонується наступна схема. Стічні води надходять у прийомний резервуар, далі стічні води подаються на комбінована установку HUBER ROTAMAT® Ro 5 (барабанна самопромивна решітка та горизонтальний аерусмий піскоуловлювач). Аерація піскоуловлювача сприяє збору жиру й жироподібних забруднень на поверхні води.

Далі стічні води потрапляють на жирууловлювач. Жирууловлювач являє собою циліндричний резервуар-ємність, розділений перегородками, які утворюють 2 відстійника, де відбувається відділення піску, осаду й жиру. У першій камері відбувається попереднє очищення в результаті різниці щільності часток води й жиру. Далі стоки надходять в 2-у камеру, де відбувається остаточне видалення жиру. На цьому механічне очищення завершується.

Наступним етапом є біологічне очищення в ході якого стічні води послідовно проходять денітрифікатор, де відбувається процес денітрифікації та окислюється до 50% органіки, далі в аеробний біореактор із завантаженням типу «йорж», куди постійно подається повітря і відбуваються процеси нітрифікації.

Інтенсифікація процесів нітрифікації відбувається за рахунок підвищення загальної біомаси мікроорганізмів, іммобілізованої (прикріпленої) на поверхні інертного завантаження (йоржах) і створення оптимальних умов для їхньої життєдіяльності. Йоржеве біозавантаження використовується у вигляді каркасних модулів.

Оскільки стічні води після аеробного біореактора містять велику кількість активного мулу, у технологічну схему включений флотатор, де відбувається поділ активного мулу та проясненої стічної рідини. Завдяки використанню у флотаторі пакетів з гофрованих аркушів, фактична площа флотації значно збільшується. Це забезпечує більшу про-

дуктивність по видаленню забруднень і підвищену компактність установки. Осад, що утворюється в процесі очищення стічних вод зневоднюється та вивозиться на полігон побутових відходів.

Очищені стічні води після запропонованої схеми задовольняють вимогам на скид в систему міської каналізації, тому робота останніх не буде порушена, а негативний вплив на навколишнє середовище буде мінімізований.

ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВЗАВОДІВ

Некіпелова Я.С.

Науковий керівник – Чуб І.М., канд. техн. наук, доцент

Більшість пивоварених заводів в Україні скидають стічні води на муніципальні очисні споруди. Для того, щоб забезпечити високу якість води відповідно до вимог водоканалів, з однієї сторони, і для того, щоб зменшити платежі за стічні води, з іншого боку, деякі українські пивоварені заводи вже побудували локальні очисні попереднього очищення. На даних очисних спорудах стічні води усереднюються, нейтралізуються, на механічних стадіях очищення зі стічної води видалається бруд (дробина, етикетки, залишки упаковки тощо). Однак тільки попередньої обробки стічних вод недостатньо.

Стічні води, що надходять з пивоварених заводів, легко розкладаються бактеріями. Однак у порівнянні з побутовими стоками вони мають дуже високу концентрацію органічних речовин (ХСК). Проблемою є також мінливість рН і температури.

Стічні води, що надходять на очисні споруди підприємств, утворюються на різних стадіях виробничого процесу (затирання солоду, бродіння, зберігання, фільтрація, розлив). Перед початком будівництва очисних споруд необхідно впровадити заходи по зменшенню водоспоживання – водовідведення на пивзаводі. У якості заходів, які допоможуть зменшити обсяг стічних вод і кількість забруднюючих речовин, можна назвати навчання персоналу, вдосконалення технологій мийки і т. п. Наприклад, якщо дуже гостро стоїть проблема з вмістом алюмінію в стічних водах, можна не брати пляшку з алюмінієвою фольгою, що дозволяє відмовитися від будівництва локальних очисних споруд для знешкодження миючих розчинів з пляшкомиїних машин. Мета внутрішньовиробничих заходів – зменшення обсягів стічних вод з більш високою концентрацією забруднюючих речовин і більш високою температурою, що спрощує процес очищення і знижує вартість очисних споруд.

Зіставлення аеробних та анаеробних методів очищення такого складу стічних вод усією очевидністю показує, що для отримання очищеної стічної води, що відповідає за своїми якостями нормативам ГДК (гранично допустимих концентрацій) рибогосподарських водойм, необхідно застосувати комбінацію цих двох методів. Переваги попередньої анаеробної очистки стічних вод (BIOMAR ASB) можуть вдало доповнюватися подальшою аеробною (BIOMAR OSB) стадією доочистки.

Як приклад розглянемо технологічну схему очищення стічних вод пивзаводу «Рогань».

До складу технологічного комплексу з очистки виробничих стічних вод пивзаводу «Рогань» входять системи очистки стічних вод, очистки біогазу та дезодорації повітря.

Усі виробничі стічні води (пивзаводу, солодового цеху) збираються в каналізаційній насосній станції (далі – КНС), попередньо пройшовши крізь решітку грубої очистки (очистка виконується в «ручному» режимі), яку встановлено на вході КНС для запобігання пошкодження насосів перекачки стічних вод на попередню очистку. Далі стічні води перекачуються насосами і подаються на барабанні фільтри для видалення всіх завислих часток, розмір яких перевищує 1 мм. Передбачено два барабанні фільтри однакової продуктивності, один з яких призначений для навантажень першої черги, другий – відповідно, навантажень другої черги. Після проходження через барабанні фільтри стічні води самопливом потрапляють до резервуару усереднення. При переповненні 1-го резервуару усереднення вони проходять до 2-го резервуару усереднення. Стічні води збираються і гомогенізуються в цих резервуарах. Гідралічні й органічні навантаження також збалансовані. Кожен резервуар обладнано зануреними мішалками (SM111/ SM121 SM112-/ SM122). Гомогенізовані стічні води передаються до 1-го флокуляційного резервуару. Далі самопливом поступають до 1-го та 2-го первинних відстійників для максимально ефективного відділення часток. Вони мають три пірамідальних бункера, де накопичуються мул, що осідає. Мул, що осів, передається від них безпосередньо до резервуару-накопичувача осаду. Після видалення часток на відстійниках стічні води потрапляють до циркуляційного резервуару самопливом. Резервуар обладнано занурювальною мішалкою (SM211).

Спочатку стічні води надходять до циркуляційного резервуару, звідки подаються до анаеробного реактору. Процес очистки відбувається при анаеробних умовах і при цьому виробляється біогаз.

Після анаеробної стадії передбачено резервуар аерації, що призначений для окиснення та видалення речовин, що створюють запах

(таких, як сірководень, меркаптани тощо), та аміаку зі стічних вод. Для здійснення окиснення у резервуарі аерації встановлено форсуночну систему аерації Körtling.

ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДІВ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Нікітченко В.С.

Науковий керівник – Сорокіна К.Б., канд. техн. наук, доцент

Управління осадами стічних вод є невід’ємною частиною роботи сучасних очисних споруд водовідведення; також важливим питанням є збереження біогенних речовин і ефективне їх використання. Крім того, осад являє собою потенційну загрозу для навколишнього середовища.

У практичному та технічному відношенні наявні такі проблеми обробки осадів:

- необхідність стабілізації осаду, адже осад не є інертним і може мати неприємний запах;
- зменшення вмісту вологи та об’єму осаду до мінімуму;
- використання енергетичного потенціалу осаду, якщо це економічно доцільно;
- скорочення кількості шкідливих мікроорганізмів у випадку взаємодії осаду з людьми, тваринами або рослинами;
- вилучення фтору для використання у сільському господарстві.

Процес обробки осадів стічних вод впливає на роботу всіх очисних споруд, наприклад:

- теоретично при використанні біогазу, який утворюється при стабілізації осаду, для виробництва як теплової, так і електричної енергії можна отримати її у кількості більш ніж 100 % потреби очисних споруд;

- час перебування осаду у первинному відстійнику позитивно впливає на утворення біогазу. З іншої сторони, більший час перебування зменшує навантаження за БПК під час біологічного очищення, що зменшує ефективність денітрифікації і потребує додаткового джерела вуглецю. Крім цього підвищується вологовіддача осаду і знижуються витрати на його утилізацію;

- під час зброджування осаду азот відновлюється до аміаку, який потім у високій концентрації міститься у фугаті, що отримують при зневодненні осаду. При більш високому ступені зброджування навантаження за фугатом підвищується;

- під час біологічного видалення фосфору вологовіддача осаду знижується до 10 %. На деяких очисних спорудах виникають проблеми зі стабільним біологічним видаленням фосфору або інші труднощі при

експлуатації, наприклад «вспухання мулу». Хімічне осадження фосфору сприяє збільшенню кількості осаду.

Вологість осадів стічних вод становить 97,0–99,5 %. При цьому для них характерні низькі показники водовіддачі, що утруднює їх інтенсивне зневоднення. Для поліпшення водовіддачі структура осаду повинна бути змінена таким чином, щоб у результаті укрупнення твердих частинок відбулося зменшення поверхні розділу дисперсної фази і дисперсного середовища і, відповідно, знизилась поверхнева енергія зв'язку води з твердими частинками. Як правило, цього досягають додаванням до осаду флокулянтів.

При ущільненні осаду вміст сухої речовини в осаді при незначних витратах енергії збільшується за рахунок зниження вмісту вологи. Ущільнення осаду може використовуватися перед зневодненням на очисних спорудах, які працюють без зброджування. Гравітаційному або механічному ущільненню піддають первинний осад, надлишковий активний мул або їх суміш.

Ущільненню надлишкового мулу віддається більша перевага, адже після вторинного відстоювання вміст сухої речовини в осаді становить близько 0,5–1,0 %, а в первинному осаді – близько 4 %.

Гравітаційні мулоущільнювачі – найбільш простий спосіб зниження вологості осаду стічних вод при малих витратах енергії. При цьому загальний об'єм осаду при незначній витраті енергії можна скоротити на 90 % від первинного об'єму.

Механічне ущільнення використовують для ущільнення надлишкового мулу. Суміш осадів піддають механічному ущільненню на очисних спорудах з невеликим об'ємом первинного відстоювання або без метантенків. При механічному ущільненні потрібно використовувати флокулянти і підвищувати витрату електроенергії. Механічне ущільнення частіше застосовують на великих і середніх за продуктивністю очисних спорудах або в якості попередньої обробки перед зневодненням без процесів зброджування.

Зневоднення – відносно простий процес, спрямований на збільшення вмісту сухої речовини в осаді за допомогою різного обладнання. Для створення пластівців надлишкового мулу у блоці зневоднення необхідно використовувати флокулянт. Іноді з метою підвищення ефективності флокулянту і зменшення його витрати при зневодненні до осаду додають коагулянти, такі як соли заліза або алюмінію.

Після зневоднення вміст сухої речовини в осаді, як правило, складає 19–30 %. Залежно від вологовіддачі можна отримати вміст сухої речовини в осаді до 40 %.

В даний час найбільш популярними методами зневоднення на міських очисних спорудах є центрифугування або фільтр-пресування, що пов'язано з надійністю і економічною ефективністю обладнання.

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ Na-КАТІОНІТОВИМИ ФІЛЬТРАМИ

Оленіч І.С.

Науковий керівник – Чуб І.М., канд. техн. наук, доцент

Найбільш поширеним апаратурним оформленням процесу зм'якшування води на підприємствах теплоенергетики є апарати з нерухомим шаром, які завантажені катіонітовими смолами. Натрій-катіонітові апарати входять до складу хімводопідготовки й забезпечують безперебійну роботу підприємств теплоенергетики. Однак на власні потреби вони споживають до 20% витрат обробленої води і до 40 тис. т солі за рік. Однією з причин таких великих витрат є зафіксовані робочі параметри фільтра: швидкість фільтрування, робоча ємкість, кількість солі й води, максимальна продуктивність, які визначаються на стадії проектування і не змінюються у процесі експлуатації. Постійна робота фільтрів у максимальному режимі приводить до частих регенерацій, короткого фільтроциклу, неповного використання ємкості завантаженого катіоніту. У результаті цього ефективність роботи натрій-катіонітових фільтрів знижується.

Серед шляхів, що використовуються для підвищення ефективності їх роботи, найбільш перспективним є зміна робочих режимів фільтрування у процесі експлуатації. Це може забезпечити більш ефективне проведення процесу за рахунок зменшення експлуатаційних витрат, енергозбереження, зменшення витрат води і реагентів на власні потреби водопідготовки. Для зміни швидкості фільтрування та інших пов'язаних з нею робочих параметрів необхідно застосовувати розрахункові методи, що враховують умови експлуатації катіонітових фільтрів. Тому розробка теоретичної бази і на її основі удосконалення методу розрахунку, який враховує умови роботи фільтра й забезпечує отримання адекватних результатів, є актуальними для підвищення ефективності роботи натрій – катіонітових фільтрів у системі водопостачання підприємств теплоенергетики.

У зв'язку з тим, що основним завданням обслуговуючого персоналу водопідготовчих установок є організація надійної й економічної роботи основного встаткування, скорочення споживання хімічних реагентів і зменшення обсягу стічних вод, сучасне рішення цих завдань пов'язане зі створенням автоматизованого робочого місця (АРМА)

оператора-технолога ХВО й розробкою спеціального програмного забезпечення на основі нового методу розрахунку. Для розробки програмного комплексу розроблено наступний алгоритм розрахунку робочих параметрів катіонітового фільтра:

1. Визначити висоту робочої зони для заданої швидкості зм'якшення й вихідної твердості;
2. Розрахувати коефіцієнт масопередачі (масообміну) β ;
3. Визначаємо швидкість руху стаціонарного фронту, u м/год;
4. Для заданих параметрів визначити коефіцієнт що враховує нерівноважні умови α ;
5. Визначити невикористану (хвостова) ємкість катіоніту $V_{н.з.}$;
6. Визначити робочу обмінну ємкість (кількість г-екв, що бере участь в обміні) по запропонованій залежності;
7. Визначити кількість зм'якшеної води за фільтроцикл і час роботи фільтра до проскакування $\tau_{пр.}$;
8. По відомій невикористаній обмінній ємності катіоніта визначають ступінь використання η ємності завантаженого у фільтр катіоніта;
9. Визначається кількість солі, необхідної для регенерації катіонітового фільтра для заданих умов.

На основі запропонованого алгоритму, була розроблена комп'ютерна програма для автоматичного виконання необхідних розрахунків і побудови вихідної кривої на екрані комп'ютера, а також показу всіх основних робочих параметрів фільтра. Розроблена програма дозволяє, змінюючи робочі параметри, прогнозувати час роботи фільтра до проскакування, робочу ємкість катіоніта й вихідну криву. За допомогою цієї програми можна більш раціонально здійснювати регенерацію катіонітових фільтрів.

ВИКОРИСТАННЯ ПРИКРІПЛЕНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ОЧИСНИХ СПОРУДАХ КАНАЛІЗАЦІЇ

Пилипенко Д.Б., Каблюк Т.О.

Науковий керівник – Благодарна Г.І., канд. техн. наук, доцент

Оскільки проблема інтенсифікації роботи діючих каналізаційних очисних станцій, вимагає одночасного вирішення цілісного комплексу завдань при очищенні стічних вод, то необхідно передбачати набір відповідних заходів, що забезпечать їх вирішення.

При збільшенні кількості очищених стічних вод потрібно збіль-

шити окислювальну потужність аеротенків зростаючої біомаси активного мула, а це викликає необхідність реконструкції системи аерації і вдосконалення роботи вторинних відстійників. Для поліпшення якості очищених стічних вод, у тому числі рішення задачі нітриденітрифікації, поряд з нарощуванням біомаси активного мулу аеротенків, потрібна зміна складу його біоценозу, наявності в ньому як гетеротрофів - денітрифікаторів, так і автотрофів – нітрифікаторів. А цей захід викликає необхідність створення в коридорах аеротенків спеціальних зон зі специфічними біоценозами. Його реалізація немислима без розміщення в коридорах аеротенків насадки, що забезпечує закріплення мікроорганізмів. Крім того, процес денітрифікації можливий тільки при наявності достатньої кількості легкоокиснюваного субстрату, а це вимагає створювати рециркуляцію очищених стічних вод з виходу аеротенка на його вхід, не використовуючи вторинний відстійник.

Насадка, що розміщується в коридорах аеротенків, повинна задовольняти багатьом вимогам. В першу чергу, вона повинна мати розвинену поверхню для прикріплення мікроорганізмів, малу вагу і незначний гідравлічний опір, щоб не перешкоджати циркуляції активного мулу під дією повітряних потоків, що створюються аераційної системою. Іншою важливою властивістю, якою повинна володіти насадка, що розміщується всередині аеротенків, є її довговічність і стабільність утримування активного, постійно обновлюваного біоценозу. Насадка не повинна перешкоджати експлуатації аеротенків, профілактичним ремонтам комунікацій, запірно-регулюючій арматурі, системі аерації.

Всі ці вимоги обумовлюють використання плаваючою насадкою розмірами поплавців, які не потребують установки над аеротенками кранового обладнання.

Інший вид – це «жорсткі» йоржі, з діаметром волокон 0,2-0,5 мм, які не дають заростати при певних навантаженнях на біомасу за органічними речовинами і турбулентності потоку мулової суміші. Вищенаведені аргументи зумовили використання нового виду йоржів в контейнерах - поплавцях в якості технічного рішення виду насадки в аеротенках при проведенні інтенсифікації їх роботи.

З літератури відомо, що іммобілізація мікрофлори - комплекс мікроорганізмів, що обволікають тонким слизовим шаром носій, мають активну товщину шару біоплівки не більше 3 мм.

Якщо «жорсткі» йоржі омиваються потоком водоповітряної суміші, то пружні волокна, тримають форму і добре промиваються і не заростають. Біоплівка, що відмирає виноситься потоком, тому прикріплений біоценоз постійно оновлюється. У біоплівці представлені мікроорганіз-

ми різних систематичних груп – бактеріями, грибами, водоростями, деякими багатоклітинними тваринами (коловертки, хробаки, личинки комах, водні кліщі, нижчі ракоподібні). Біоценози формуються під впливом хімічного складу і концентрації органічних забруднень стічних вод, її температури, активної реакції, розчиненого кисню, умов експлуатації споруди. Бактерії відіграють головну роль у вилученні та окисленні органічних домішок стічних вод.

Підвищена концентрація біомаси активного мулу і біоплівки в біореакторі забезпечує їх стійкість до високих концентрацій забруднень в стічних водах. Ці споруди застосовуються для очищення виробничих стічних вод, склад яких обумовлює розвиток в активному мулі нитчастих мікроорганізмів. Останні викликають спухання мулу, тобто збільшення його об'ємної концентрації, що робить майже неможливим його відстоювання (наприклад, при очищенні стічних вод молокопереробних підприємств, плодоовочевих консервних заводів тощо). Оскільки в спорудах з прикріпленим мулом підтримується висока концентрація мікроорганізмів, тому тривалість процесу очищення помітно скорочується. У цих спорудах в значно меншій мірі позначається негативний вплив знижених температур рідини і залпових скидів токсикантів на ефективність процесів очищення стічних вод. Ефективність очищення мало залежить від режиму роботи відстійників, в багатьох випадках вони взагалі не потрібні. Основний недолік споруд з прикріпленим мулом – необхідність періодичної регенерації завантаження в зв'язку з небезпекою її заростання.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що основним механізмом іммобілізації є адгезія за рахунок слизових утворень. Присутність різноманітних форм - паличок, коків, розростань коків і ін. обумовлює біологічно стійку систему. Коміркова структура носія створює розвинену поверхню прикріплення, що значно перевищує геометричні розміри носія і поліпшує очищення стічних вод.

МЕТОД ФЛОТАЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Пушкарлова М.М.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Загальноприйнята схема очисних споруд як локального, так і централізованого загальноміського типу в обов'язковому порядку включає в себе етап осадження. Відстояні стоки найчастіше надходять на щабель біологічної очистки. Однак відстійники справляються з видаленням тільки великих суспензій, які важче води. Багато мікрочастинок і речовин в колоїдній формі легше водного середовища, тому не

піддаються осадженню. Цю проблему вирішують за допомогою ступеня флотаційної очистки, заснованої на складному фізико-хімічному процесі.

Фізична суть процесу флотації полягає в тому, що методами спеціальної обробки багатокомпонентної пульпи окремим її частинкам надають водовідштовхувальні (гідрофобні) властивості та здатність спливати у верхній прошарок під дією відштовхувальних сил середовища. Далі проводять аерацію пульпи і відокремлюють разом із пінним прошарком спливаючі окремі компоненти в більш концентрованому стані.

Пінна флотація найбільш часто використовується в промисловості і заснована на попередній аерації пульпи повітрям, при цьому гідрофобні частинки, які знаходяться в пульпі або в суспензії, прилипають до поверхні пухирців повітря, які пронизують пульпу при аерації, і піднімаються з ними у верхній пінний прошарок, створюючи флотаційний концентрат, якщо в ньому знаходиться видобутий корисний цільовий мінерал. Іноді в пінний прошарок ідуть нецільові компоненти - хвости, а цільовий компонент залишається в суспензії.

Пінна сепарація являє собою процес збагачення корисних копалин, який полягає у розділенні частинок мінералів при їх проходженні зверху вниз крізь шар рухомої пini, утвореної на поверхні рідини, що аерується. Розділення мінералів при пінній сепарації засноване на відмінності в швидкостях проходження їх частинок через піну, що обумовлене головним чином неоднаковими властивостями поверхні частинок. За таким принципом найефективніше розділяються мінерали, розміри зерен яких майже на порядок перевищують розміри, оптимальні для пінної флотації.

Отже, у порівнянні із звичайною пінною флотацією пінна сепарація володіє рядом переваг:

- можливість вилучення з пульп грубозернистих гідрофобних частинок. Максимальна крупність флотованих при пінній сепарації зерен у 5 – 7 разів більше, ніж при пінній флотації;

- різке скорочення часу флотаційного розділення гідрофобних і гідрофільних частинок, що визначає більшу продуктивність машин пінної сепарації і дозволяє запобігти протіканню деяких небажаних реакцій в пульпі під час флотації;

- відсутність необхідності зважування частинок в пульпі, що значно скорочує енерговитрати у порівнянні з пінною флотацією і зменшує стирання зерен крихких мінералів;

- можливість вилучення гідрофобних частинок при будь-якій розрідженості пульпи.

Перевагами флотації з усіх методів очищення стічних вод є:

- безперервність процесу;
- проста апаратура;
- широкий діапазон застосування;
- селективність виділення домішок;
- висока ступінь очищення (95 ... 98%);
- невисокі капітальні та експлуатаційні витрати;
- велика швидкість процесу в порівнянні з відстоюванням;
- можливість отримання шламу більше низькій вологості.

Для прискорення флотації твердих часточок крізь водну суспензію пропускають дрібні бульбашки повітря. Підіймаючись угору, ці бульбашки захоплюють із собою гідрофобні тверді часточки.

Однак, чим більша гідрофобність часточок і крайовий кут змочування, тим більший периметр прилипання бульбашки повітря до часточки і вірогідність її спливання. У результаті підймання бульбашок на поверхню води утворюється шар піни, наповнений твердими часточками. Для створення сприятливих умов флотації в водну суспензію вводять різні реагенти, введення їх сприяє додатковому забрудненню води, що можна віднести до негативних наслідків методу флотації.

Також для підвищення гідрофільності твердих часточок вводять колектори (збирачі) – речовини, що вибірково сорбуються на поверхні твердих часточок домішок, які видаляють, утворюючи гідрофобну плівку і знижуючи змочуваність часточок. При цьому гідрофобні часточки прилипають до поверхні бульбашок повітря і спливають.

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ ОСАДУ СТИЧНИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

Стросва Я.Р.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

Найпоширенішими методами очистки побутових стічних вод є механічний та біологічний. Похідними при очищенні стічних вод є осади, що утворюються на початковій та завершальній стадії процесу очищення стічних вод.

В Україні в багатьох містах і населених пунктах основна кількість осадів в необробленому вигляді виливається на мулові майданчики, що призводить до порушення екологічної безпеки. Однак, навіть якщо на очисних спорудах застосовуються технологічні схеми для стабілізації і механічного зневоднення осадів, проблема забруднення навколишнього середовища залишається досить гострою.

Утилізація осаду стічних вод і надлишкового активного мулу часто пов'язана з використанням їх у сільському господарстві в якості добрива, що обумовлено досить великим вмістом в них біогенних елементів. Накопичуючись на полях фільтрації, ці відходи призводять до загрозливих екологічних ситуацій (через виникнення пожеж, парникових газів, забруднення підземних вод) поблизу очисних станцій. В той же час за хімічним складом осад потенційно може бути використаний в якості добрив, а також є чудовим субстратом для виробництва біогазу.

До основних видів осадів, які підлягають багатоетапній і дорогій обробці, належать:

- сирий осад з первинних відстійників;
- активний мул з вторинних відстійників.

Директивою 2000/76 ЄС регламентовано дуже жорсткі нормативи по емісії шкідливих речовин в димових газах при спалюванні мулового осаду. На цей час внаслідок високих економічних витрат на спалювання осаду січних вод і особливо на очищення димових газів (викидів) в Україні економічно важко використовувати сучасні термічні методи утилізації мулового осаду стічних вод.

Існуючий стан з обробкою мулового осаду стічних вод на комплексах біологічного очищення (на прикладі м. Харкова) є показовим для великих каналізаційних споруд в Україні. Однак з урахуванням розрахунків і рекомендацій технологічних рішень робочого проекту «Удосконалення системи мулового господарства каналізаційних очисних споруд м. Харкова», технологічна схема обробки осадів не є завершеною.

У зв'язку з посиленням екологічних вимог до утилізації осадів і зростанням цін на енергоносії все більш актуальним завданням є удосконалення існуючих та пошук нових енергозберігаючих рішень, спрямованих на зниження споживання ресурсів і мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

Рішенням цієї проблеми у країнах Європи, Америки та інших країнах є мікробіологічна технологія обробки органічних відходів у так званих біогазових установках, основою яких є метантенк – герметичний реактор-змішувач, призначений як для очищення стоків або стабілізації опадів, так і для генерації метану, цінного газу з великою теплотворною здатністю.

Основними перевагами використання метантенків є забезпечення високого ступеня стабілізації осаду, зменшення після зброджування масової витрати сухої речовини осаду та отримання корисного кінцевого продукту – біогазу з високим вмістом метану. Позитивними осо-

бливостями процесу анаеробного бродіння осадів стічних вод є низька потреба в біогенних елементах та повна відсутність подачі кисню. Разом з тим, для ефективної роботи метантенків потрібні істотні затрати енергії для підігріву осадів до робочої температури бродіння, перемішування осадів і на компенсацію тепловтрат від споруди. Процеси анаеробного бродіння відбуваються значно повільніше за аеробну стабілізацію, що потребує значних об'ємів споруд.

В роботі у метантенках приймають мезофільний ($t = 33^{\circ}\text{C}$) режим зброджування, що дає можливість вироблення біогазу в кількості, достатній як для підігріву метантенків, так і для отримання додаткового тепла. Час перебування осаду в метантенках при мезофільному режимі складає 20–25 діб. Перемішування осаду в метантенках здійснюють впродовж 2–5 год. на добу. У них також відбувається природне перемішування осаду, обумовлене виділенням і підйомом бульбашок газу.

З економічної точки зору однією з найбільш перспективних технологій обробки органічної сухої речовини на очисних спорудах є технологія анаеробного зброджування.

Технологія самоокупа, так як при її реалізації створюється електроенергія і тепло, кількість яких повністю забезпечує потребу всього комплексу, а тепло, що виробляється в надлишку, дозволяє використовувати його для теплопостачання всіх власних об'єктів.

МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Харін А.І.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Одним з переважаючих чинників негативної роботи напірних трубопроводних мереж є численні дефекти: корозія, свищі, порушення в стиках, переломи, а безнапірних мереж – засмічення, як наслідок отриманих ушкоджень, старіння матеріалу труб, початкові заводські дефекти труб або їх стиків, низька культура користування системою водовідведення та інші обставини, негативні фактори, безумовно, вимагають прискорення темпів відновлення трубопроводних мереж, щоб запобігти переходу системи з критичного стану в катастрофічне, однак можливості експлуатуючих організацій далеко не завжди дозволяють це зробити.

Термін служби водопровідних і водовідвідних трубопроводів в діючих нормативних документах визначено в залежності від їх матеріалу. Наприклад, сталеві водопровідні трубопроводи повинні ефективно експлуатуватися протягом 20 років, а чавунні – протягом 60 років.

Однак, як показує практика експлуатації водопроводів, старіння сталевих трубопроводів мереж водопостачання та зниження їх пропускної здатності може наступити в більш ранні терміни (через 3–10 років після прокладки) через вплив окремих або сукупності таких чинників:

- відсутність зовнішнього і внутрішнього антикорозійного покриття;
- невідповідність матеріалу труб умовам експлуатації;
- порушення умов прокладки трубопроводних систем у відповідних ґрунтах;
- агресивний характер ґрунтів і ґрунтових вод;
- корозія стінок;
- біообростання тощо.

Зважаючи на ці обставини, інженерні мережі потребують проведення спеціальних відновлювальних робіт, які називаються санацією.

Найбільша кількість пошкоджень відбувається на трубопроводах, прокладених в 1960–1980 роки зі сталі, залізобетонних комунікаціях 1980-х років прокладки і чавунних трубах з терміном експлуатації більше 50 років.

Згідно з міжнародною класифікацією, пошкоджені трубопроводи піддаються відновленню шляхом нанесення на внутрішню поверхню стінки трубопроводу:

- суцільних покриттів у вигляді гнучких полімерних рукавів (оболонок, мембран, сорочок) або труб з різних матеріалів;
- суцільних покриттів з окремих елементів на основі листових матеріалів (гнучкого поліетилену або твердого склопластику); спіральних полімерних оболонок;
- точкових (місцевих) захисних покриттів.

В умовах щільної міської забудови, насиченості підземного простору інженерними комунікаціями, наявністю проїжджих частин з інтенсивним рухом автотранспорту найбільш економічними варіантами відновлення мережі є застосування безтраншейних методів.

Методом протягування поліетиленових труб з руйнуванням зношених трубопроводів – протягування у внутрішню порожнину трубопроводу, що ремонтується нового трубопроводу з поліетилену. При цьому зовнішній діаметр трубопроводу з поліетилену більше внутрішнього діаметра трубопроводу, з руйнуванням трубопроводу, що ремонтується.

Метод «труба в трубі» з використанням пластмасових труб – протягування у внутрішню порожнину трубопроводу, що ремонтується, нового трубопроводу з поліетилену. При цьому зовнішній діаметр тру-

бопроводу з поліетилену менше внутрішнього діаметра трубопроводу, що ремонтується;

Отже якісно проведена санація трубопроводів дозволяє досягти наступних результатів:

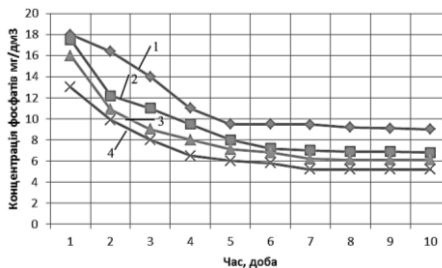
- запобігти корозії металевих стінок трубопроводів за рахунок пасивного (ізоляції стінок) і активного (утворення на стінках субмікроскопічного покривного шару з оксидів заліза) захисних ефектів;
- забезпечити необхідний рівень надійності трубопроводів і знизити аварійність на водопровідних мережах;
- зберегти незмінними (в деяких випадках поліпшити) гідравлічні характеристики, а також стабілізувати напір за рахунок зменшення коефіцієнта гідравлічного тертя.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНОЇ ВОДИ З ДОДАВАННЯМ КАЛЬЦІЄВМІСНОГО ШЛАМУ

Шумило К.П.

*Науковий керівник – Белянська О.Р., канд. техн. наук, доцент
(Дніпровський державний технічний університет)*

Міські очисні споруди, в яких очищення стічних вод здійснюється за традиційною схемою «аеротенк-вторинний відстійник», не забезпечують доведення якості очищених стічних вод до допустимих норм за вмістом азоту та фосфору [1]. Тому, дослідили вплив попереднього перемішування розчину активного мулу фрезерною мішалкою на частоті обертання ротора 17 с^{-1} ($Re=42,4 \times 10^3$) протягом 2 хв з додаванням шламу концентрацією 0,1% на якість біологічного очищення, зокрема на залишкову концентрацію фосфатів у стічній воді (рис.1).



1 – необроблений мул; оброблений мул: 2 – 20%; 3 – 30%; 4 – 40%

Рисунок 1 – Кінетика дефосфатації стічної води при попередній механо-хімічній обробці активного мулу

Визначено, що часткова (40%) попередня механо-хімічна обробка активного мулу перед подачею в аеротенк на біологічне очищення сприяє зниженню залишкової концентрації фосфатів з 18 до 5 мг/дм³.

Список літератури: 1. Клименко І.В. Нове конструкційне рішення проблеми вдосконалення апаратів біологічного очищення стічних вод / І.В. Клименко, А.В. Іванченко, М.Д. Волошин // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – 2016. – №2(19). – С. 67.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЕВТРОФУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ)

Шуба В.В.

*Наукові керівники – Дмитренко Т.В., канд. техн. наук, доцент,
Телюра Н.О., ст. викладач*

Евтрофування водойм є одним із наслідків високого антропогенного впливу.

Найбільшу увагу викликає вивчення надходження та розподілу у водах місцевого стоку біогенних речовин, особливо сполук азоту і фосфору [1]. Антропогенне евтрофування – різке посилення первинного продукування у водоймищах, що супроводжується появою цілого комплексу порушень в стані екосистеми унаслідок надлишкового потраплення біогенів внаслідок діяльності людини.

Евтрофування зумовлює погіршення якості води і стану водного середовища, зростання загроз для гідробіоти через нестачу кисню після відмирання й розкладання водних рослин, порушення біорізноманіття, зниження можливостей використання водних ресурсів для відпочинку, потреб промисловості, сільського господарства і питного водопостачання, тощо. Токсичні ефекти, що виникають, приводять не лише до захворювання тварин, а, на думку багатьох лікарів, і людини («гаффська» і «сартландська» хвороби).

Евтрофування – збільшення біологічної продуктивності водних екосистем внаслідок інтенсивного розвитку 49 першопродуцентів, а також ціанобактерій, зумовлене збагаченням водних мас біогенними речовинами – сполуками азоту (N) і фосфору (P) під дією природних або більшою мірою антропогенних чинників.

Законом України від 04.10.2016 р. № 1641-19 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» впроваджено термін «евтрофікація» як «збільшення вмісту біогенних речовин у водоймі, що викликає бурхливе розмноження водоростей, зменшення прозорості води і вмісту розчиненого кисню у гли-

бинних шарах внаслідок розкладу органічної речовини, сформованої з мертвих рослинних і тваринних залишків» [2].

Евтрофування поверхневих вод – проблема світового значення. За даними світової статистики, приблизно у 40-50% випадків «цвітіння» у воді накопичуються високі концентрації токсинів і алергенних речовин, які викликають загибель і захворювання у риб, птахів, тварин, людей. Проблема «цвітіння» води та пов'язаних з ним негативних супутніх явищ стає однією із соціально-екологічних проблем людства.

Метою дослідження є оцінка біогенного забруднення поверхневих водних об'єктів на прикладі р. Сіверський Донець.

Басейн Сіверського Дінця має найбільш забруднені водні об'єкти. Стоки хімічних, металургійних заводів, стічні воли шахт, тваринницьких ферм і господарсько-побутові стоки різних об'єктів забруднюють його води. Води забруднено легкоокислюваними речовинами, нафтопродуктами, фенолами, сполуками азоту та важких металів. Влітку за високої температури повітря активізується розмноження бактерій і в самій воді, і в мулі. Відомо, що основним джерелом надходження фосфору та азотовмісних сполук у водойми є поверхневий стік з площі водозабірною басейну річок та скиди комунальних стічних вод. Одним з постійних джерел надходження біогенних забруднюючих речовин у водні об'єкти є міські стічні води, з яких за загальноприйнятих технологій біологічного очищення не забезпечується видалення фосфору до необхідних нормативів. Більшість споруд очищення міських стоків, що діють, засновані на застосуванні традиційної біотехнології, що дають низьку ступінь вилучення фосфатів (до 20–30 %). У результаті на багатьох об'єктах нормативи скидання фосфору не виконуються. [1].

У рамках дослідження планується розглянути основні джерела забруднення р. Сіверський Донець (промислові, комунальні джерела, поверхневий стік з територій та ін.), оцінити рівень біогенного забруднення р. Сіверський Донець та запропонувати заходи з охорони поверхневих вод.

Список літератури

1. Степова О.В. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської області/ О.В. Степова, В.В. Рома // Вісник Полтавської державної аграрної академії : наук.-техн. збірник. – Полтава : Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2016. – № 1-2. – С. 93–97.

Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом: Закон України за станом на 04.10.2016 р. Відомості Верховної Ради України. 2016. № 46. С. 780.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОСТІ НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ)

Журавльова М.І.

Наукові керівники – Дмитренко Т.В., канд. техн. наук, доцент,

Телюра Н.О., ст. викладач

Практично всі поверхневі і значна частина підземних водних ресурсів, особливо в районах розміщення потужних промислових і сільсько-господарських комплексів, відчувають антропогенний вплив – це скиди виробничих стічних вод, забруднені території підприємств, смітники промислових відходів та ін. [1].

Метою дослідження є встановлення основних джерел антропогенного забруднення річок басейну р. Сіверський Донець та вивчення їх сучасного стану.

У басейні Сіверського Дінця понад 3000 річок, з яких 425 мають довжину більше 10 км, і 11 річок більше 100 км. Понад тисяча з них безпосередньо впадає в р. Сіверський Донець. Якість води в межах басейнів річок України, у тому числі р. Сіверський Донець, детально розглянуто в [1]. За даними спостережень кисневий режим річок басейну Сіверського Донця був задовільним. Перевищення значень ГДК спостерігалось за: сполуками міді; азоту нітритного; азоту амонійного; хрому шестивалентного; мангану; цинку; залізу загальному та фенолам. Вміст нафтопродуктів не перевищував ГДК. У порівнянні з попередніми роками у окремих пунктах знизився рівень забруднення води сполуками цинку.

Ефективний захист річок від забруднення та запобігання їх екологічної деградації є можливими тільки за умови впровадження комплексних заходів з оптимізації довкілля та природокористування на рівні цілого водозбірного басейну. Одним із технологічних рішень, що набуває все більшої популярності в світі, є очищення стічних вод із використанням фітотехнологій [2].

Список літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д. С., 2016. – 350 с.
2. Дмитренко Т. В. Аналіз сучасного стану проблеми екологічної деградації малих річок України/ Т. В. Дмитренко, Ю. І. Вергелес // Комунальне господарство міст : наук.-техн. збірник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – № 132. – С. 93–97.

ТЕПЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Бітюцька В.В.

Науковий керівник – Ломакіна О.С., ст. викладач

Розвиток та функціонування сучасних міст супроводжується утворенням специфічних мікрокліматичних умов, що негативно впливають на рівень забруднення міського повітря та здоров'я населення. Виявлення джерел виникнення та методів запобігання цих змін визначають актуальність дослідження.

Головними чинниками, що впливають на формування міського мікроклімату, є зміна характеристик підстилаючої поверхні, склад та інтенсивність викидів промислових підприємств та автотранспорту, а також надходження додаткового тепла від різноманітних джерел.

Для міст є характерним утворення «островів тепла» у вигляді куполів, при цьому підвищення середньорічної температури може коливатися у діапазоні 0,5 – 1°C, а тепловий вплив міст проявляється у межах 100-500-метрового шару атмосфери.

Теплове забруднення атмосферного повітря у містах обумовлюється:

- викидами високотемпературних газів від промислових підприємств та транспорту;
- нагрівом та наступним охолодженням елементів житлової забудови, а також додатковими втратами тепла від опалюваних приміщень під час опалювального сезону;
- функціонуванням інженерних споруд, що мають виробництва, пов'язані з тепловими процесами, в першу чергу котельні, димових труб, споруд теплоелектроцентралей, тощо.

Ще одним джерелом теплового забруднення, що є характерним для великих міст, є метрополітен, який обладнаний потужною припливно-витяжною вентиляцією, у процесі функціонування якої в атмосфері з витяжним повітрям потрапляє значна кількість тепла.

Основними напрямками, що сприяють зменшенню теплового забруднення атмосфери міст та покращенню мікрокліматичних умов міста, є архітектурно-планувальні заходи, локалізація забруднюючих об'єктів за межею міста або в підвітряній частині з створенням високих димових труб.

Однак, зважаючи на те, що значну площу міст займає житлова забудова, перспективним шляхом, що дозволяє зменшити теплове забруднення атмосфери, є зменшення кількості тепла, що потрапляє у

довкілля від функціонування системи опалення житлових будинків, а саме - проведення термомодернізації житлових будівель.

Термомодернізація – це комплекс заходів з утеплення будівлі та модернізації інженерних систем з метою забезпечення їх відповідності сучасним вимогам з енергоефективності, що передбачає:

- посилення теплоізоляції зовнішніх стін, горищних перекриттів та перекриттів над підвалом;
- заміну та утеплення вікон, вхідних та балконних дверей;
- встановлення індивідуальних теплових пунктів, які дозволяють контролювати температуру в будинку або квартирі.

Слід зазначити, що основним напрямком термомодернізації житлових будинків є в першу чергу енергозбереження. Таким чином, даний захід є комплексним, що одночасно дозволяє як зменшити теплове забруднення довкілля, так і використання енергоресурсів.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОЗВИТКУ МІСТ ХАРКОВА ТА МЮНХЕНА

Карбазін М.В.

Науковий керівник – Решетченко А.І., асистент

Угода мерів щодо клімату та енергії – провідна ініціатива, започаткована Європейським Союзом, котра охоплює місцеві та регіональні органи влади, що беруть на себе добровільні зобов'язання підвищувати енергоефективність, збільшувати використання відновлювальних джерел енергії на своїх територіях, підвищувати адаптаційні можливості щодо наслідків кліматичних змін. Виконуючи ці зобов'язання, підписанти Угоди прагнуть скоротити власні викиди CO₂ не менше, ніж на 30% до 2030 року шляхом внеску в розвиток «зеленої економіки» та покращення якості життя.

З 2016 року м. Харків є учасником Угоди мерів та має зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів, покращення екологічної ситуації та підвищення адаптації до наслідків кліматичних змін.

Мета роботи полягає у порівнянні окремих показників, що визначають екологічний стан міського середовища, зокрема: розвиток системи озеленення, системи поводження з ТПВ, моніторинг стану атмосферного повітря, захист від шумового забруднення та ін.

Міста Мюнхен і Харків мають приблизно однакові площі (Харків – 350 км², Мюнхен – 310,71 км²) та чисельність населення (Харків – 1449700 осіб, Мюнхен – 1450381 особа). В обох розглянутих містах дуже вагомий внесок в забруднення території міст викидами CO₂, та

інших парникових газів спричиняє автомобільний транспорт та промислові підприємства, що розташовані в межах міст.

У Мюнхені з метою зниження викидів CO₂ використовують європейські екологічні стандарти для двигунів Євро-5 і 6. Здійснюються перевірки і спостереження за діяльністю підприємств. З метою зменшення викидів CO₂, муніципалітет міста заохочує жителів та всіляко підтримує розміщення на дахах і фасадах будівель зелених насаджень.

У Харкові на теперішній час стандарти для двигунів практично не діють. Перевірки і спостереження за діяльністю підприємств проводяться регулярно, діє система моніторингу за станом атмосферного повітря, розроблено «План дій сталого енергетичного розвитку і клімату міста Харкова до 2030 року», де прописані основні напрямки діяльності щодо зниження викидів CO₂.

Важливим елементом міського середовища є зелені насадження. На території Мюнхена існує велика кількість значних за площею зелених зон в центрі міста: парків і скверів (Англійський парк площею 343 га, Олімпійський парк площею 85 га), а поблизу значної частини житлових кварталів існує зелений покрив і висаджені чагарники. У Харкові наявні парки та сквери, хоча площа їх суттєво менша у порівнянні з Мюнхеном. Пов'язана ця проблема з нераціональним використанням площ міської території та значною кількістю пустирів та засмічених ділянок. Основними компонентами озеленення центральної частини міста є Центральний парк відпочинку площею 130 га; Сад Шевченко – 27 га, поблизу міста, але все таки за його межами розташований «Екопарк Фельдмана» (140 га). Харківський лісопарк найбільший за площею в Україні, на теперішній час потребує захисту від несанкціонованої забудови. В 1987 році його площа складала 2385 га, у 2009 – 2060 га, у 2012 – менше ніж 1900 га, та продовжує скорочуватися.

У Мюнхені впроваджено кадастр дерев, муніципалітет зобов'язаний перевіряти безпеку дерев 2 рази в рік – з листям і без листя. У Харкові кадастр дерев поки що відсутній.

Однією з найгостріших проблем екологічної безпеки в Україні є стан акустичного забруднення атмосферного повітря. У Мюнхені вздовж завантажених ділянок автобанів або залізничних колій в межах міста обов'язково використовують шумозахисні екрани. У житлових кварталах, чагарники виконують функцію шумозахисних екранів, одночасно поглинаючи шум, пил та створюючи озеленення. У Харкові тенденція озеленення прибудинкових ділянок слабка, а використання шумозахисних екранів майже не відбувається.

Для міст важливим елементом є збір, переробка та утилізація відходів. На території Мюнхена успішно діє роздільний збір сміття, пунк-

ти прийому вторсировини, налагоджена система вивезення сміття з домоволодінь. Наявність сміттеспалювального заводу в Мюнхені дає великі можливості утилізації відходів, що не можуть бути перероблені. У Харкові сміттеспалювальний завод знаходиться на стадії будівництва, система вивезення відходів працює налагоджено, а роздільний збір сміття застосовується поки що в окремих домоволодіннях та ОСББ.

Альтернативні джерела енергії у вигляді сонячних батарей на дахах житлових будинків і підприємств досить поширені в Мюнхені. У Харкові цей процес тільки набуває розвитку.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ

Репрінцева А.В.

Науковий керівник – Чернікова О.Ю., ст. викладач

Енергоефективні технології сприяють не тільки раціональному використанню природних ресурсів, а й дозволяють значно скоротити викиди вуглекислого газу та інших парникових газів, як цього потребують вимоги Паризької угоди до якої приєдналась Україна.

Щороку український сектор опалення житлових, комунальних, освітніх та інших бюджетних установ а також приготування їжі населенням споживає близько 30 мільярдів кубометрів газу. З цього об'єму, близько 20 мільярдів Україна видобуває самостійно. Різниця – близько 10 мільярдів – покривається імпортом газу з інших країн.

Перевагами енергоефективних будівель, що значною мірою обумовлює їх привабливість для споживачів та інвесторів є:

1) Комфорт. Завдяки спеціальним інженерним системам у будинку завжди буде чисте свіже повітря і приємний мікроклімат, і, що важливо, рівномірний розподіл температури в приміщеннях.

2) Енергозбереження. Зниження споживання тепла на опалення більше ніж в 10 разів у порівнянні зі стандартним будинком.

3) Здоров'я. У такому будинку повітря завжди свіже, без протягів - у всіх житлових приміщеннях протягом всього року. Відсутня підвищена вологість, немає цвілі.

4) Економія. Експлуатаційні витрати з енергозабезпечення будинку залишаються порівняно низькими навіть при зростаючих цінах на електричну та теплову енергію.

5) Екологічність. Використання даних технологій істотно сприяє захисту навколишнього середовища завдяки зниженню викидів парникових газів.

Будівництво енергоефективного будинку в середньому обійдеться на 10-30% дорожче, ніж зведення аналогічної стандартної будівлі. Різниця в ціні швидко нівелюється - додаткові витрати на будівництво окупаються вже протягом 7-10 років. Однак при досягненні стандарту пасивного будинку можна не витрачатися на стандартні системи опалення та охолодження, а зекономлені кошти можуть бути спрямовані на підвищення якості інших компонентів будинку. Щомісячні ж експлуатаційні витрати знижуються в кілька разів. Це довгострокове енергозбереження робить енергоефективні будівлі привабливим для інвестування, як для житлових комплексів так і для громадських споруд, особливо в умовах виснаження енергоресурсів і зростання цін на енергію.

Орієнтовний розрахунок вартості опалювального сезону в цінах 2017 року (за даними Київенерго) демонструє економічну ефективність:

$1\text{Гкал} = 1416,96 \text{ грн (дані Київенерго)}$

$1\text{Гкал} = 1163 \text{ кВт} \cdot \text{год}$, де: $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 1416.96 / 1163 = 1.22 \text{ грн} / (\text{кВт} \cdot \text{год})$.

Згідно з нормативом, для квартири площею 100 м^2 в будинку, обладнаного згідно з вимогами енергоефективності, вартість опалювального сезону складе: $81 \cdot 1.22 \cdot 100 = 9882 \text{ грн}$.

Для квартири тієї ж площі, але в будинку, що не відповідає стандартам тепловтрат: $175 \cdot 1.22 \cdot 100 = 21350 \text{ грн}$. Різниця складає 11468 грн за опалювальний сезон.

У даний час в Україні діє більш ніж 250 нормативних актів у сфері енергозбереження з яких 11 законів та 15 указів Президента стосовно енергозбереження. Верховна Рада України 22 червня 2017 року прийняла законопроект №4941 "Про енергетичну ефективність будівель", саме цей законопроект стимулює країну створювати будівлі з нульовим використанням енергії (будівля з рівнем енергетичної ефективності, що перевищує встановлені мінімальні вимоги, в якій для формування належних умов проживання та/або життєдіяльності людей використовується енергія переважно з відновлюваних джерел), завдяки цьому можливо досягти значене скорочення економічних витрат населення, а також викиді парникових газів.

Саме згідно цього закону ефективність будівель визначається відповідно до методики, що розробляється з урахуванням вимог законодавчих актів Європейського Союзу, а також встановлюються мінімальні вимоги енергоефективності, що значно підвищить вимоги до будівництва та реконструкції будівель з 1 липня 2019 року.

У законі №4941 також передбачені шляхи забезпечення енергоефективності, стимулювання та сприяння підвищенню рівня енергетичної ефективності будівель, та джерела енергопостачання. Окрім стимулювання закон передбачає покарання за порушення законодавства у сфері забезпечення енергоефективності будівель.

Впровадження цих стандартів та вимог має забезпечити зменшення використання енергії у житлових будинках на 70%, а завдяки цьому зменшити споживання енергоресурсів та знизити викиди парникових газів. В свою чергу це забезпечує виконання міжнародних зобов'язань України на виконання Паризької угоди щодо змін клімату.

ПРОСТОРОВІ ОБМЕЖЕННЯ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В СКЛАДІ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

Сенько О.С.

Науковий керівник – Дядін Д.В., ст. викладач

Видобування нафти і природного газу належать до екологічно небезпечних видів діяльності. Згідно вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» глибоке буріння та видобування корисних копалин включені до категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля (ОВД).

У складі повідомлення про плановану діяльність, що підлягає оцінці впливу на довкілля (ОВД), міститься обов'язковий пункт щодо екологічних та інших обмежень планованої діяльності за альтернативами. Під цим варто розуміти аналіз наявних факторів обмеження діяльності для недопущення або мінімізації прямого або опосередкованого негативного впливу на здоров'я населення, якість водних ресурсів, стан тваринного і рослинного світу та інших компонентів довкілля. До цих факторів належать регуляторні обмеження – встановлення лімітів на викиди, недопустимість перевищення граничних концентрацій тощо, та просторові обмеження – вимоги до розташування об'єктів, що можуть чинити негативний вплив на довкілля, відносно вразливих елементів довкілля.

За відкритими офіційними даними на інтерактивній карті на веб-сайті ДНВП «Геоінформ України», можна визначити, що ділянки, на які видані спеціальні дозволи на користування нафтогазоносними надрами на території України охоплюють значні площі. Загальна кількість ліцензійних ділянок у Східному та Західному нафтогазоносних басейнах становить більше 400, а площі окремих ділянок становлять від 2 до 600 км².

Межі ліцензійних ділянок визначаються насамперед будовою нафтових і газових покладів, і встановлюються шляхом геологічного вивчення надр. Навіть поверховий перегляд загальнодоступних супутникових знімків свідчить, що до меж будь-якої ліцензійної ділянки потрапляють практично всі можливі типи земель, як антропогенно змінених, так і природних – населені пункти, лісові масиви, водно-болотні угіддя, природні ділянки рослинності, сільськогосподарські угіддя, водні об'єкти, дороги тощо. Таким чином, на кожній ліцензійній ділянці (родовищі) виникає низка факторів просторового обмеження нафтогазовидобувної діяльності, які мають бути проаналізовані та враховані під час проведення оцінки впливу на довкілля. До них можна віднести такі: 1) фізична недоступність окремих ділянок для спорудження нафтогазовидобувних об'єктів у силу особливостей будови ландшафту та рельєфу (висока крутизна схилів, вкритість водою, заболоченість, ризик небезпечних геологічних процесів тощо); 2) заборона проведення геологорозвідувальних та видобувних робіт на певних територіях: населені пункти, об'єкти природно-заповідного фонду, зони санітарної охорони водозаборів, прибережно-захисні смуги водних об'єктів, структурні елементи екомережі, буферні зони; 3) встановлення санітарно-захисних зон (СЗЗ) для об'єктів буріння, експлуатації та переробки нафти і газу.

Обмеження або заборона проведення нафтогазовидобувної діяльності на певних територіях виникає на підставі статей чинних законодавчих актів, державних норм та правил. У межах населених пунктів не дозволяється проведення видобувних робіт згідно вимог Державних санітарних правил планування і забудови населених пунктів, Державних будівельних норм, а також Правил безпеки в нафтогазовидобувній промисловості. Вимога встановлення санітарно-захисних зон навколо промислових об'єктів фактично визначає існування відповідної буферної зони навколо населених пунктів, яка має відділяти можливий вплив господарської діяльності на житлову забудову. Розмір СЗЗ і відповідних буферних зон встановлюється при проектуванні згідно з Державними санітарними правилами планування і забудови населених пунктів. На території об'єктів природно-заповідного фонду забороняється будь-яка господарська діяльність, яка може негативно вплинути на заповідні екосистеми, ця заборона регулюється законом України «Про природно-заповідний фонд». Для захисту та охорони поверхневих водних об'єктів встановлені розміри прибережних смуг, згідно з Водним Кодексом України – 25 м для малих річок, середніх річок і водосховищ площею понад 3 га – 50 м, для великих річок і водосховищ – 100 м. З метою забезпечення охорони питних вод у районах во-

дозаборів централізованого водопостачання встановлені зони санітарної охорони, вони поділені на 3 пояси, у межах яких забороняється господарська діяльність, у тому числі користування надрами, згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів». Лісосмуги, ділянки природної рослинності, рекреаційні землі, частково землі сільськогосподарського призначення є елементами екомережі, для яких також встановлюються обмеження господарської діяльності згідно з законом України «Про екологічну мережу».

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Шусть В.І.

*Наукові керівники – Дмитренко Т.В., канд. техн. наук, доцент,
Телюра Н.О., ст. викладач*

Залізничне машинобудування охоплює ділянки: вагонобудівництва і вагоноремонтні майстерні, паротягобудування і тепловозобудування [1]. Одним із підприємств залізничного машинобудування є Філія "Панютинський вагоноремонтний завод" АТ «Українська залізниця». Підприємство орієнтовано на здійсненні господарської і комерційної діяльності. Основними напрямками діяльності підприємства є: капітальний, капітально-відновлювальний і деповський ремонт вантажних вагонів; експлуатація і обслуговування спеціалізованих вагонів; ремонт і формування колісних пар; виготовлення запасних частин для залізничного транспорту; надання транспортно-експедиційних послуг під час перевезення експортно-імпортних, транзитних та інших вантажів; виготовлення будівельних виробів і матеріалів. Пріоритетним напрямком є експлуатація спеціалізованого рухомого складу. Підприємство також виробляє матеріали і вироби із шлакобетону (розчин цементний, шлакобетон, шлакоблок, тротуарні плити, блоки фундаментні тощо). Підприємство володіє великими виробничими потужностями, які дозволяють ремонтувати до 6500 вантажних вагонів на рік [2].

У результаті аналізу літературних джерел за напрямком дослідження виявлено, що об'єкти залізничного транспорту здійснюють негативний вплив на довкілля.

Метою дослідження є встановлення основних джерел забруднення навколишнього середовища на підприємстві, що розглядається, та оцінка їх впливу на компоненти довкілля.

Зважаючи на сказане, напрямок дослідження є актуальним, представляє інтерес для спеціалістів у області охорони навколишнього середовища та потребує детального вивчення.

Список джерел

1. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. Україна сьогодні. Каталог провідних підприємств України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://rada.com.ua/ukr/catalog/9097/>

ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ ТА ОБЛІКУ УТВОРЕННЯ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Назаренко О.П.

Науковий керівник – Хандогіна О.В., ст. викладач

Медичні відходи, які утворюються в лікувально-профілактичних закладах, вважаються потенційно більш небезпечними для людини, ніж будь-який інший тип відходів. Вони можуть містити збудники інфекційних та неінфекційних захворювань, токсичні чи радіоактивні речовини. Додаткові небезпеки виникають в результаті нелегального сортування на звалищах, куди можуть потрапляти медичні відходи, а також ручного сортування побутових відходів. Ця практика поширена в країнах з низьким і середнім рівнем доходу. Особи, які контактують з такими відходами, піддаються безпосередньому ризику отримання травм від голук і впливу небезпечних матеріалів.

Метою роботи є аналіз проблеми утворення та нормування медичних відходів у лікувально-профілактичних установах.

Медичні відходи класифікують за наступними категоріями: А – епідемічно-безпечні (сюди входять харчові та побутові відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними та шкірно-венерологічними хворими); В – епідемічно-небезпечні (інфіковані та потенційно інфіковані відходи, які мали контакт з біологічними середовищами інфікованого матеріалу); С – токсикологічно-небезпечні (лікарські, діагностичні, дезінфекційні засоби; елементи живлення, предмети, що містять ртуть, прилади і обладнання, що містять важкі метали; відходи, що утворились в результаті експлуатації обладнання, транспорту тощо); D – радіологічно-небезпечні (матеріали, що утворюються в результаті використання радіоізотопів у медичних та/або наукових цілях, що перевищують допустимі рівні радіаційної безпеки).

Поводження з медичними відходами в Україні регулюється низкою нормативно-правових актів, серед яких найважливішими є Закон «Про відходи», Державні санітарно-протиепідемічні правила і норми

щодо поводження з медичними відходами, Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року та інші.

Проте, незважаючи на актуальність даного питання, деякі аспекти й досі є невизначеними чи потребують доопрацювання. Так, в Україні на сьогоднішній день немає механізму нормування утворення медичних відходів, який є одним з ключових аспектів забезпечення системного підходу до проблеми поводження з ними. Тільки обсяги побутових відходів, що утворюються у лікарнях та поліклініках, можуть бути розраховані з використанням показника норм надання послуг з вивезення побутових відходів у залежності від кількості ліжок чи візитів. Для інших категорій медичних відходів встановити обсяги можна тільки за фактичним утворенням. Це унеможлиблює прогнозування обсягів утворення таких відходів для розробки заходів щодо поводження з ними, підбору обладнання для їх знешкодження.

Разом з тим, за літературними даними та інформацією, отриманою в результаті дослідження, облік та контроль медичних відходів на місцях ведеться неналежним чином. Тому показники утворення різних категорій відходів, що містяться в документації лікувальних закладів, можуть не відображати реальної ситуації. Відсутність чи недосконалість обліку утворення медичних відходів призводить до їх потрапляння у склад побутових відходів з подальшим вивезенням на полігони чи звалища, порушення норм екологічної безпеки при поводженні з ними.

Крім того, традиційне для нашої країни лікування в домашніх умовах, призводить до утворення в складі побутових відходів не облікованих небезпечних медичних відходів (використані та забруднені шприци, крапельниці, медичні розчини, фармацевтичні препарати тощо). Враховуючи відсутність роздільного збирання та знешкодження небезпечних відходів у складі побутових, це також призводить до виникнення екологічних небезпек для довкілля та людини.

Удосконалення системи поводження з медичними відходами доцільно проводити з використанням закордонного досвіду, аналізуючи фактори, що впливають на їх кількість та склад. В європейських країнах проводяться дослідження, згідно з якими медичні установи можуть бути поділені на категорії та відрізняються за кількістю утворених відходів, для них встановлюються показники середнього утворення відходів. Так, відходи пологового будинку, стоматологічної клініки, онкологічного диспансеру та інших типів лікувальних установ будуть суттєво відрізнятися за складом, кількістю утворення, ступенем небезпечності.

Отже, визначення закономірностей утворення медичних відходів, нормування їх кількості, класифікація лікувальних закладів за характером утворення відходів, облік на всіх рівнях мають велике значення для планування та впровадження ефективних та безпечних заходів щодо поводження з ними, реалізації положень Національної стратегії управління відходами. Для країни дуже важливим є створення в лікувальних закладах умов для ефективного збирання та сортування відходів з подальшим обробленням та знешкодженням небезпечних компонентів.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я І ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ І ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ КОАГУЛЯНТІВ

Вавілов О.В.

Науковий керівник – Нестеренко С.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Коагулянти активно використовуються для обробки води в господарсько-питному водопостачанні.

Коагулянти представляють собою хімічні сполуки, здатні гідролізуватися у воді з утворенням різних коагуляційних структур, що володіють високими адсорбційними й адгезійними властивостями. Колоїдні частинки забруднень, зіштовхуючись із лапатим осадам гідролізованого коагулянту, прилипають до них чи механічно захоплюються розрихленими агрегатами осаду.

Метою доповіді є проаналізувати небезпеки, пов'язані з виготовленням коагулянтів.

Базуючись на аналізі досвіду поводження з коагулянтами, можна сформулювати наступні вимоги до них, які стосуються збереження життя та здоров'я людей та щодо захисту навколишнього середовища.

Виходячи з вимог, викладених у нормативних і технічних документах на коагулянт конкретного типу необхідно встановити його хімічний склад, фізико-хімічні характеристики, методи контролю, вимоги безпеки, вимоги до охорони навколишнього середовища, пакування, маркування, транспортування і зберігання коагулянту. Встановити відповідно до вимог показники радіаційної безпеки води, обробленої коагулянтами.

У нормативному і технічному документах на коагулянти необхідно вказати клас небезпеки при їх виробництві за ступенем впливу на організм людини, а також гранично допустимі концентрації в повітрі робочої зони згідно.

При виробництві коагулянтів повинна бути передбачена герметизація обладнання і комунікацій. Виробничі та лабораторні приміщення, в яких проводять роботи з коагулянтами, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією та місцевою витяжною вентиляцією. У виробничих приміщеннях слід проводити щоденне вологе прибирання.

Для захисту органів дихання при виробництві коагулянтів слід застосовувати респіратори, а для захисту очей – захисні окуляри. Працюючі з коагулянтами повинні бути забезпечені спецодягом і засобами захисту рук і ніг.

Необхідно також здійснювати контроль вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони при виробництві коагулянтів.

Повітря, що містить пил коагулянтів, перед викидом в атмосферу необхідно піддавати сухому або мокрому очищенню до встановлених норм.

Стічні води, які утворюються в результаті вологого прибирання приміщень при виробництві коагулянтів, перед скиданням в промислову каналізацію або водний об'єкт повинні перевірятися на відповідність встановленим вимогам.

Утилізацію відходів виробництва коагулянтів і відходів після коагуляції слід проводити по нормативному та технічному документам на коагулянт конкретного типу відповідно до встановленого класу небезпеки.

Коагулянти слід приймати партіями. Партію утворює продукт одного виду і товарної форми, однорідний за своїми якісними показниками, супроводжуваний одним документом про якість.

Відбір проб і контроль якості коагулянтів необхідно здійснювати по нормативному та технічному документам на коагулянт конкретного типу.

Документ про якість коагулянтів (паспорт продукції або сертифікат) повинен відповідати вимогам нормативного та технічного документів на коагулянт конкретного типу і містити значення мінімальних доз коагулянтів на модельних суспензіях каламутності і модельних розчинах кольоровості при температурах $(4 \pm 1) ^\circ\text{C}$ і $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Коагулянти необхідно поставляти в ємностях, виготовлених зі стійких до корозії матеріалів, дозволених для використання в господарсько-питному водопостачанні.

Висновок. Зважаючи на поширеність використання коагулянтів для підвищення якості господарсько-питного водопостачання, проведено аналіз небезпек коагулянтів на етапі їх виготовлення для людини та навколишнього середовища. Підкреслена необхідність постійного

контролю за ними та вказані засоби захисти від них. Надані рекомендації щодо приймання коагулянтів, а також стосовно процедур відбору проб і контролю їх якості.

ГІГІЄНА ПРАЦІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВЗУТТЯ

Конотоп Д.О.

Науковий керівник – Скрипник О.С., канд. техн. наук, ст. викладач

Технологічний процес на підприємствах з виробництва взуття включає кілька видів робіт, що відрізняються за характером праці і впливу на організм несприятливих виробничих факторів. На початковому етапі технологічного процесу (розкрій натуральних шкір, текстилю, хутра та їх заміників) роботи виконуються за допомогою штампів, стрічкових пилок і супроводжуються впливом виробничих факторів, пов'язаних з фізичною напругою, одноманітністю рухів, напругою зору, впливом шуму, пилу органічного походження і полімерів. У зв'язку з вимушеною робочою позою і фізичним напругою у закрійниць виявляють підвищену частоту випадків варикозного розширення вен нижніх кінцівок і порушення положення внутрішніх статевих органів.

На висококомеханізованих взуттєвих фабриках процеси розкрію, шліфування деталей, швейні роботи супроводжуються інтенсивним середньочастотним шумом понад 90 і навіть 100 дБ, високочастотною вібрацією і великою м'язовою напругою. Ряд машин (для пришиття ранта, пристрочування підошов та ін) передає рукам працюючих низькочастотну вібрацію з великими амплітудами. Розкрій підкладки, шліфування та інші роботи супроводжуються значним виділенням пилу. На деяких роботах по обробці взуття температура повітря цеху влітку досягає на окремих робочих місцях 34-38°. Вживані у виробництві хімічні речовини виділяються в повітря цехів у вигляді парів. Найбільш шкідливий бензол, що входить до складу клеїв, а також нітрофарб та нітроемалей. У повітря можуть також виділятися хлор – при роботі з перхлорвиниловим клеєм, хлоропрен – при використанні нейритового клею, вулканізація газу – при вулканізації низу взуття. У взуттєвників можуть зустрічатися дерматити та екземи, неврити і нейроміалгії рук, вібраційна хвороба, приглухуватість і хронічні інтоксикації бензолом. Часті гнійничкові хвороби шкіри на ґрунті мікротравм. Кардинальними оздоровчими заходами є заміна бензолу менш токсичним толуолом і пресами для гарячого пресування граней взуття. Операції, що супроводжуються виділенням парів, забезпечуються місцевою витяжною вентиляцією; джерела тепловиділень – термоізоляцією. Працівники,

які мають контакт з бензолом, повинні піддаватися попереднім і періодичним медоглядам.

Повітряне середовище ділянок виробництва, де проводиться з'єднання заготовки з низом взуття хімічними способами, які витісняють раніше широко застосовувалися механічні (нитковий, цвяховий, гвинтовий і ін.), в найбільшою мірою в порівнянні з іншими ділянками виробництва забруднюється різноманітними хімічними речовинами, що виділяються з клеїв. Найбільш поширеним видом взуттєвого клею є наїритові, що представляє собою розчин хлоропренового каучуку і деяких додаткових інгредієнтів в суміші бензину і етилацетату котрі є летючими речовинами.

В якості вихідних матеріалів у взуттєвій промисловості, крім натуральної шкіри, використовуються штучні матеріали: підшовна гума, пластики, синтетичне хутро та ін. Для з'єднання деталей взуття застосовують різні види клейових матеріалів: розчини каучуку в органічних розчинниках, латекси синтетичних каучуків і синтетичні смоли. Сучасна технологія фабричного виробництва взуття характеризується механізацією, хімізацією та конвеєрним способом організації праці. Фізіологічні особливості трудових процесів пов'язані з необхідністю виконання одноманітних, багаторазово повторюваних рухів рук.

У разі недосконалості санітарно-технічних пристроїв у повітря потрапляють пари бензину, ацетатів, ацетону, хлоропрена, аміак, формальдегід, окис вуглецю, сірчистий газ.

Процес гарячої вулканізації супроводжується утворенням складного комплексу продуктів термоокислювальної деструкції гумових сумішей (пари стиролу, окис вуглецю, сірчистий газ і ін), особливо у разі вмісту в них пороутворюючих інгредієнтів. Механічна обробка шкір і гуми супроводжується виділенням пилу. Несприятливим фактором є контакт шкіри рук працюючих з органічними розчинниками, смолами, каучуками. Багато машин, які використовуються в взуттєвій промисловості, є джерелами шуму і вібрації. Професійними захворюваннями є дерматити та екземи і порушення нервово-м'язового апарату верхніх кінцівок.

Профілактика: усунення найбільш токсичних розчинників (бензолу); укриття місць виділення парів, газів і пилу з обладнанням витяжної вентиляції; використання механізмів і пристосувань, що виключають контакт рук з дратівливими речовинами; попередні та періодичні медогляди осіб у відповідності з чинним законодавством; медико-санітарне обслуговування працюючих з урахуванням переважного використання у взуттєвій промисловості праці жінок.

ЗМІСТ

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

<i>Олійник А.В.</i> 3D світлові технології	4
<i>Войтов К.О.</i> Зовнішнє освітлення міста Харкова	5
<i>Головченко С.Ю.</i> Дослідження сучасного стану систем зовнішнього освітлення	5
<i>Голуб В.Б.</i> Освітлення культурно-оздоровчих закладів	7
<i>Голубцова О.А.</i> Верхнє світло промислових цехів	8
<i>Губенко Д.І.</i> Розрахунок очікуваної рівномірності освітлення для установки з імітації сонячного випромінювання	9
<i>Іванюк Т.М.</i> Світлове огороження висотних перешкод	11
<i>Кіндінова А.К.</i> Джерела світла для бактерицидної очистки повітря	12
<i>Колесник К.Є.</i> Світлодіодне освітлення в деталях	13
<i>Мазур І.О.</i> Внутрішнє освітлення	14
<i>Морозова В.С.</i> Недоліки кривої відносної спектральної чутливості ока	15
<i>Орлінська В.О.</i> Освітлення транспортних тунелів	16
<i>Мацегор А.В.</i> Світлове оформлення транзитних зон в міській інфраструктурі мегаполісу	16
<i>Кіндінова А.К.</i> Підвищення ефективності роботи освітлювальних електричних мереж з розрядними лампами на основі нових принципів компенсації реактивної потужності	17
<i>Готич А.Ю.</i> Класифікація світлодіодів	18
<i>Берестовий В.Р.</i> Двофазний асинхронний генератор	19
<i>Берчук І.В.</i> Моделювання локальної системи електропостачання з сонячним фотоелектричними станціями	20
<i>Наумов В.Ю.</i> Оцінка ефективності використання частотно-керованих асинхронних двигунів у житлово-комунальному господарстві	21
<i>Перепелиця А.С.</i> Перспективи підвищення ефективності застосування сонячних фотоелектричних батарей	22
<i>Черкашин В.П.</i> Дослідження впливу несиметричного навантаження на режим системи електропостачання	23
<i>Кіндінова А.К., Перхун О.Л.</i> Електричні параметри води	25
<i>Смолкін П.Ю.</i> Компенсація реактивних параметрів електричних мереж	27
<i>Перхун О.Л.</i> Накопичувачі електроенергії в енергосистемах	29
<i>Бережний С.Є., Гужин М.В.</i> Використання частотно-регульованого приводу в компресорних установках	31
<i>Семикопенко О.П.</i> Дослідження шляхів енергозбереження у розподільних мережах житлових будинків	32
<i>Курдман М.К.</i> Математичне моделювання нелінійних електричних кіл	34
<i>Сирота А.В., Віцотенко С.Л.</i> Підвищення надійності повітряних ліній 10 кв шляхом автоматизації пошуку місць пошкодження	36
<i>Бородавка А.О.</i> Компенсація реактивної потужності трифазної системи за критерієм врівноваження амплітуд струмів	38
<i>Булгаков О.Ф.</i> Зарубіжний досвід застосування телемеханіки на електричних підстанціях	40

<i>Лясоцький О.М.</i> Модернізація обладнання трансформаторних підстанцій 330/110 кв.	42
<i>Дащенко А.С.</i> Аналіз існуючих методів розподілу відповідальності за створення симетрії напруг в точці загального приєднання	43
<i>Берчук І.В.</i> Застосування тиристорного компенсатора реактивної потужності з одноступінчастою комутацією для оптимізації режиму системи електропостачання	45
<i>Агафонова І.О.</i> Дослідження переходу на клас напруги 20 кв	47
<i>Капустник Р.С.</i> Економічне обґрунтування ефективності переходу на клас напруги 20 кв	48
<i>Ляшов Є.Г.</i> Експлуатаційне обслуговування мереж.....	49
<i>Панарін Є.О.</i> Передумови переходу на клас напруги 20 кв	50
<i>Пампура В.А.</i> Нормування систем освітлення	50
<i>Куцин В.О.</i> Особливості розрахунку наведеної напруги в пл при транспозиції .	51
<i>Черкашин О.О.</i> Передумови створення енергоефективного зовнішнього освітлення	54
<i>Шахназаров К.А.</i> Впровадження енергоефективних технологій в системи зовнішнього освітлення	56
<i>Щербина М.Д.</i> Впровадження системи SMART GRID	57
<i>Соляник О.В.</i> Перспективи впровадження вітроенергетики	59
<i>Берчук І.В.</i> Основні причини пошкодження кабельних ліній електропередач ..	60
<i>Надсвєць А.С.</i> Особливості процесу стабілізації напруги	62
<i>Фірсов Д.В.</i> Регульовальні характеристики тиристорного компенсатора реактивної потужності	63
<i>Афанасьєв А.С.</i> Моделювання теорії реактивної потужності FRYZE для несинусоїдних режимів	65
<i>Бєхан Г.О.</i> Аналіз методів вибору перерізів жил кабелів	68
<i>Кіян С.В.</i> Особливості роботи пристроїв автоматичного включення резерву ...	69
<i>Балюк О.С.</i> Призначення пристроїв автоматичного повторного включення в системі електропостачання	70
<i>Комеристий Д.М.</i> Робота пристрою автоматичного частотного розвантаження в системі електропостачання	72
<i>Гапонов Д.С.</i> Методи діагностики вводів і трансформаторів струму під робочою напругою	74
<i>Черкашин О.О.</i> Вплив динамічних навантажень на провада ЛЕП	76
<i>Рогозенко Д.С.</i> Мікропроцесорні пристрої в системах електропостачання	77
<i>Соляник О.В.</i> Вплив параметрів вимірювальних трансформаторів на точність обліку електроенергії	79
<i>Глазов О.Є.</i> Пристрій для виміру крутного моменту та прискорення валу	80
<i>Глазова А.О.</i> Датчик крутного моменту	82
<i>Дорогавцев Д.О.</i> Розробка пристрою для забезпечення безпеки руху трамвайних вагонів на повздовжньому ухилі.....	84
<i>Гребенчук С.О.</i> Розробка технічних пристроїв для оцінки надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»	86
<i>Афанасьєв Д.С.</i> Розробка концепції електронної установки зупиночного пункту на підставі розроблених моделей	88
<i>Середєв Н.С.</i> Врахування енергозбереження під час проектування електричних машин	90
<i>Валуї С.С.</i> Удосконалення силового перетворювача мотор-колеса для транспортного засобу	92
<i>Трикашин О.М.</i> Впровадження багаторівневого інвертора напруги в електромобілі	93

<i>Прасол О.Ю.</i> Використання тиристорів GTO під час модернізації електроприводу пролейбуса TROLZA	95
<i>Іваннікова К.О., Іваннікова Ю.О.</i> Модернізація тиристорного перетворювача РТ-300 вагона метрополітену	97
<i>Кода В.О., Живогляд Б.О.</i> Підвищення ефективності роботи тягових приводів рухомого складу при використанні імпульсних накопичувачів енергії	98
<i>Белевцов Є.В., Дирява Є.О.</i> Дослідження зміни ККД частотно-керованого асинхронного двигуна при переміжному режимі S6	100
<i>Колесніков О.В., Клець М.В.</i> Впровадження пневморесорної підвіски для вагонів метрополітену	102
<i>Троцай А.В.</i> Пристрій безперервно діагностування технічного стану колісних пар залізничного екіпажу.....	103
<i>Чопко В.С.</i> Сучасні засоби діагностування електрообладнання гібридних тролейбусів	104
<i>Твердохлібов Є.О.</i> Технічні вимоги до систем діагностики електричних машин міського електротранспорту	106
<i>Білик С.І., Євтухов О.В.</i> Визначення оптимальних режимів діагностування транспортних засобів	107
<i>Рудаков С.С.</i> Аналіз режимів роботи та забезпечення експлуатаційної надійності тролейбусів у м. Харкові	109
<i>Омельчук А.В.</i> Модернізація асинхронних двигунів та визначення методів розрахунку параметрів	110
<i>Криволапов І. В.</i> Аналіз конструкцій рухомого складу та умов їх експлуатації	112
<i>Олійник А.С.</i> Моніторинг громадського електричного транспорту як можливість підвищення ефективності його роботи	114
<i>Колесніченко Є.В.</i> Розробка компонентів діагностичного пристрою параметрів ходових частин транспортних засобів	116
<i>Чоломбітько О.А., Коржов А.Г.</i> Аналіз та дослідження систем заряду електромобіля NISSAN LEAF	118
<i>Алексійчук Д.І., Лага Іхаб</i> Система температурної стабілізації тягової акумуляторної батареї електромобілів	119
<i>Романенко А.В., Євтушенко С.В.</i> Аналіз роботи системи електроживлення електромобіля BMW I3	121
<i>Іванова О.Р., Дирява Є.І.</i> Інноваційний пристрій для точної зупинки електричного транспортного засобу	123
<i>Леонова І.В.</i> Лабораторна робота з дослідження процесів перетворення енергії на транспорті	125
<i>Щеглова А.В.</i> Вимоги електробезпеки тролейбусів	126
<i>Коник І.Г.</i> Пріоритетні напрямки підвищення надійності роботи рухомого складу міського електричного транспорту	129
<i>Дудочкин М.Р., Елисеєв О.О.</i> Розробка ресурсозберігаючих технологій при експлуатації та ремонті редуктора ліфта	132
<i>Рождков І.В., Муратов О.О.</i> Дослідження системи «Керований перетворювач – двигун постійного струму»	134
<i>Гнатова Г.А.</i> Сонячна електростанція під зелений тариф для живлення навчальний приміщень кафедри автомобільної електроніки ХНАДУ	137
<i>Середа Н.С.</i> Підвищення надійності роботи електричних машин і апаратів рухомого складу електротранспорту	138
<i>Сичевой Б.В.</i> Діагностування колекторних електричних машин транспортних засобів	140
<i>Соколов В.А., Закурдай В.О.</i> Оптимізація електропривода електромобіля з широтно-імпульсним керуванням	141

<i>Живодьоров В.В.</i> Комплексний підхід до зниження шуму і вібрації енергетичного обладнання	143
<i>Тіякова І. С.</i> Поліпшення стану охорони праці в виробничому підрозділі «станція Основа» регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця»	145
<i>Бровченко О.С.</i> Організація заходів з охорони навколишнього середовища у державному підприємстві «Стивідорна компанія «Ольвія»	146
<i>Драгальчук В.М., Лісова А.О.</i> Підвищення пожежної безпеки та екологічності тягових підстанцій наземного міського електричного транспорту	147
<i>Коляда Д.М.</i> Вплив електричного струму на організм людини та причини електротравматизму	149
<i>Губіна Н.М.</i> Зниження шуму від тепломеханічного обладнання на енергетичних об'єктах промислових підприємств	151
<i>Карасенко Ю.В.</i> Вдосконалення способу обстеження місцевості щодо організації аварійно-рятувальних робіт на залізничному транспорті	153

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ
УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ. ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ
ГОСПОДАРЧО-ПИТНОЇ ВОДИ ТА ВОДИ, ЩО СКИДАЄТЬСЯ У
ВОДОЙМИЩА**

<i>Агарков О.Ю., Лисенко С.В.</i> Аналіз втрат і витрат отриманих при розрахунку технологічних нормативів використання питної води для ЛКСП «Лисичанський водоканал»	155
<i>Безпалій В.В.</i> Очистка води з підземного джерела для питних цілей від сірководню	157
<i>Берник Д.О.</i> Визначення дегідрогеназної активності активного мулу	159
<i>Бондаренко Н.В.</i> Методи знезалізнення води з підземного джерела	161
<i>Доношенко В.Є.</i> Особливості водопідготовки в лікєро-горілчаній промисловості	163
<i>Дьомінова М.С.</i> Характерні порушення нормальної роботи очисних споруд і заходи щодо їх усунення	165
<i>Євтушенко В.Р.</i> Особливості обробки води в оборотних системах виробничого водопостачання	167
<i>Заславська В.В.</i> Очищення стічних вод озonoвою флотацією і технологією окислення	169
<i>Зуй М.С.</i> Методи опріснення при підготовці води для котлів високого і надвисокого тиску	171
<i>Карпик К.І.</i> Локальні очисні споруди для доочищення господарсько-питної води	172
<i>Коваленко С.О.</i> Зарубіжний досвід очищення води на коксохімічних підприємствах	174
<i>Музалевський О.О.</i> Особливості очищення стічних вод м'ясопереробної промисловості	176
<i>Некіплова Я.С.</i> Очищення стічних вод пивзаводів	178
<i>Нікітченко В.С.</i> Зневоднення осадів побутових стічних вод	180
<i>Оленіч І.С.</i> Створення програмного комплексу для управління Накаціонітовими фільтрами	182
<i>Пилипенко Д.Б., Каблюк Т.О.</i> Використання прикріплених мікроорганізмів на очисних спорудах каналізації	183
<i>Пушкалова М.М.</i> Метод флотаційної очистки стічних вод	185
<i>Стрєова Я.Р.</i> Virішення проблеми переробки осаду стічних вод на прикладі міських очисних споруд	187

<i>Харін А.І.</i> Методи відновлення водопровідних мереж	189
<i>Шумило К.П.</i> Дослідження інтенсифікації біологічної очистки стічної води з додаванням кальцієвмісного шламу	191
<i>Шуба В.В.</i> Дослідження процесів евтрофування поверхневих водних об'єктів (на прикладі р.Сіверський Донець)	192
<i>Журавльова М.І.</i> Дослідження впливу промисловості на стан поверхневих водних об'єктів (на прикладі басейну р. Сіверський Донець)	194
<i>Бітюцька В.В.</i> Теплове забруднення атмосферного повітря міст та шляхи його зниження	195
<i>Карбазін М.В.</i> Порівняльна характеристика екологічних показників розвитку міст Харкова та Мюнхена	196
<i>Репрінцева А.В.</i> Еколого-економічний аналіз енергоефективних будинків	198
<i>Сенько О.С.</i> Просторові обмеження нафтогазовидобувної діяльності в складі оцінки впливу на довкілля	200
<i>Шусть В.І.</i> Оцінка впливу на довкілля підприємств залізничного машинобудування	202
<i>Назаренко О.П.</i> Проблеми нормування та обліку утворення медичних відходів в Україні	203
<i>Вавілов О.В.</i> Вимоги безпеки для здоров'я і життя населення і охорони навколишнього середовища під час виготовлення коагулянтів	205
<i>Конотоп Д.О.</i> Гігієна праці при виробництві взуття	207

Наукове видання

Матеріали XII Всеукраїнської студентської науково-технічної
конференції «Сталий розвиток міст»
(84-я студентська науково-технічна конференція
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова)

23-25 квітня 2019 р.

ЧАСТИНА 2

За загальною редакцією проф. *Сухонос М. К.*

Матеріали конференції опубліковані в авторській редакції

Відповідальний за випуск *Старостіна А. Ю.*

Технічний редактор *Чумак О.М*

Формат 60x84 1/16. Підп. до друку 08.04.2019 Ум. друк. арк. 11,43.
Друк на ризографі. Тираж 70 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017