

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ**

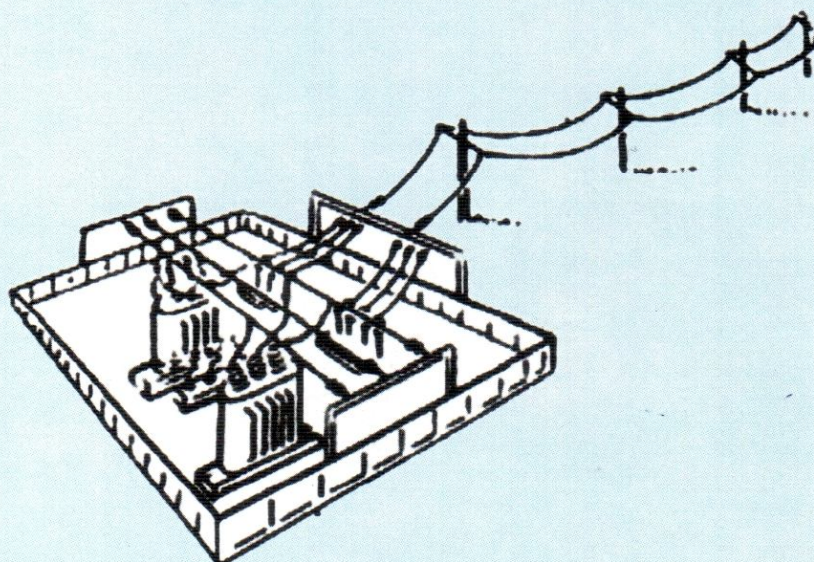
**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»**



***I Всеукраїнська науково-технічна конференція
викладачів, аспірантів і студентів***

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СИСТЕМ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТА
ПОБУТОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

Збірник наукових праць



Донецьк – 2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»

I Всеукраїнська науково-технічна конференція
викладачів, аспірантів і студентів

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

Збірник наукових праць

м. Донецьк

18-19 жовтня 2012 р.

Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів. Збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів: 18-19 жовтня 2012 р., м. Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2012. – 167 с.

До збірника увійшли матеріали доповідей, представлених на I-й Всеукраїнській науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і студентів «Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів», яку проведено кафедрою електропостачання промислових підприємств і міст електротехнічного факультету ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». Збірник призначений для викладачів, аспірантів і студентів вищих технічних навчальних закладів, а також фахівців з електропостачання, охорони праці та пожежної безпеки.

Представлені результати досліджень та розробок вчених із провідних технічних вузів та наукових закладів України (Донецьк, Запоріжжя, Івано-Франківськ, Київ, Краматорськ, Кременчуг, Кривий Ріг, Львів, Макіївка, Маріуполь, Мелітополь, Одеса, Харків), Росії (Москва), Польщі (Краків), Франції (Сержи-Понтуаз).

Організаційний комітет: голова – д.т.н., проф., зав. каф. ЕПМ Ковальов О.П.; співголови – д.т.н., проф. Курінний Е.Г., к.т.н., доц., проректор із науково-педагогічної роботи Левшов О.В., д.т.н., проф., декан ЕтФ, зав. каф. ЕСИС Гребченко М.В.; відповідальний секретар – к.т.н., доц. Сольоний С.В.; члени – к.т.н., доц. Олійник В.Г., к.т.н., доц. Коломитцев А.Д., к.т.н., доц. Чурсінов В.І., к.т.н., доц. Джура С.Г., к.т.н., доц. Погрібняк Н.М., к.т.н., доц. Шлепньов С.В., к.т.н., доц. Бершадський І.А., к.т.н., доц. Шевченко О.А., к.т.н., доц. Якімішина В.В., ас. Халявінська Н.М.

Відповідальність за зміст, новизну та оригінальність наданого матеріалу несуть автори статей.

Затверджено вченою радою електротехнічного факультету ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». Протокол № 7 від 28.09.2012 р.

© ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 2012 р.

Адреса оргкомітету: ДВНЗ «ДонНТУ», електротехнічний факультет, кафедра електропостачання промислових підприємств і міст, вул. Артема, 83001, м. Донецьк, Україна, 8-й учбовий корпус, к. 8.402. Тел.: (062) 301-03-06, (066) 196-40-52, (063) 673-02-32 (Сольоний Сергій Валентинович). Сайт конференції: http://etf.donntu.edu.ua/konf_epm/. E-mail конференції: konfepm@donntu.edu.ua.

УЧАСНИКАМ КОНФЕРЕНЦІЇ

Щорічна Всеукраїнська науково-технічна конференція викладачів, аспірантів і студентів «Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів» започаткована у 2012 році як науково-технічний захід кафедри «Електропостачання промислових підприємств і міст» електротехнічного факультету ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». Але вже до першого збірника наукових праць конференції (саме його Ви тримаєте в руках) увійшли статті з провідних наукових установ та університетів України, Росії, Польщі, Франції, а також він отримав схвальну оцінку та підтримку виробників (ТОВ «Донецька інноваційна компанія») – це дозволить в майбутньому вивести конференцію на міжнародний рівень.

Будь-яка науково-технічна конференція сприяє розвитку науково-дослідної роботи студентів, молодих вчених, викладачів, а також дозволяє поєднати у творчій тандем науковців та виробників.

На сьогодні організаційний комітет конференції складається з представників електротехнічного факультету ДВНЗ «ДонНТУ», але було отримано багато пропозицій до міжнародної наукової співпраці та розширення оргкомітету.

Тематичні напрямки конференції охопили актуальні питання електроенергетики, охорони праці, пожежної безпеки та багато інших, наприклад, таких сучасних, як робототехніка.

Вже перша конференція має свій сайт, на якому будуть розміщуватися електронні версії збірників наукових праць конференції та інша важлива інформація.

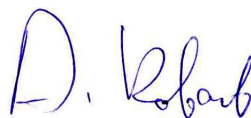
Оргкомітет висловлює подяку всім науковцям та виробникам, які взяли участь у конференції.

Бажаємо і надалі бути наполегливими, креативними та інноваційними у Вашій науковій діяльності.

Сподіваємось на подальшу продуктивну наукову співпрацю.

З повагою,

Голова організаційного комітету,
д.т.н., проф., зав. каф. ЕПМ



О.П. Ковальов

Відповідальний секретар
організаційного комітету,
к.т.н., доц., доц. каф. ЕПМ



С.В. Сольоний



Контакты: г. Донецк, пр. Ильича, 93
тел/факс: +38(062) 386-88-93
e-mail: office@dic.co.ua
www.dic.co.ua

Донецкая инновационная компания

ООО «Донецкая инновационная компания» начала свою деятельность в 2005 году с разработок простых систем электроснабжения и автоматизации на основе частотного привода.

За прошедшее время компания выросла в количественном и качественном сравнении. Сегодня это организация, которая комплексно проектирует и монтирует внутренние и внешние инженерные сети. За плечами наших специалистов десятки реализованных проектов по автоматизации, электроснабжению, освещению.

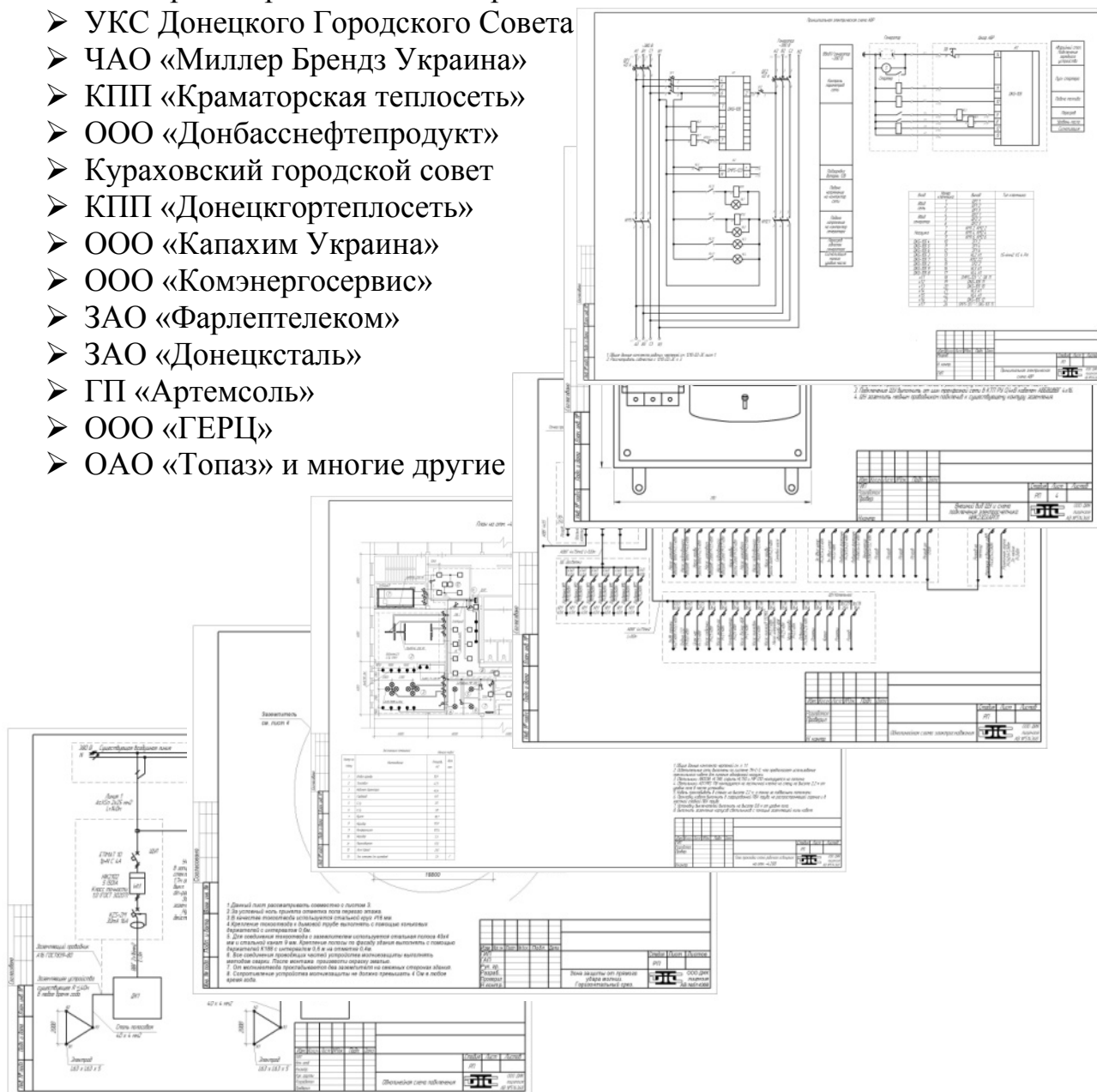
Наша основная цель – комплексный подход при проектировании, разработке, поставке и монтаже оборудования, наладке «под ключ» инженерных сетей в административных, производственных, коммунальных зданиях и сооружениях.

Наша компания производит следующие виды работ:

- ✓ проектирование, монтаж, наладка АСУ;
- ✓ проектирование, монтаж, наладка систем бесперебойного электропитания;
- ✓ разработка и сборка низковольтных шкафов управления и распределительных щитов;
- ✓ проектирование, монтаж систем электроснабжения промышленных и гражданских зданий;
- ✓ проектирование, монтаж и наладка электроподстанций 6-35 кВ;
- ✓ монтаж линий электропередач 6-35 кВ;
- ✓ проектирование, монтаж энергосберегающих систем освещения;
- ✓ проектирование, монтаж систем учета расхода электрической энергии, газа, воды и др.

Наши клиенты:

- ООО «Славянская производственная компания»
- Новокраматорский машиностроительный завод
- УКС Донецкого Городского Совета
- ЧАО «Миллер Брендз Украина»
- КПП «Краматорская теплосеть»
- ООО «Донбасснефтепродукт»
- Кураховский городской совет
- КПП «Донецкгортеплосеть»
- ООО «Капахим Украина»
- ООО «Комэнергосервис»
- ЗАО «Фарлептелеком»
- ЗАО «Донецксталь»
- ГП «Артемсоль»
- ООО «ГЕРЦ»
- ОАО «Топаз» и многие другие



Мы любим и умеем работать. Работать быстро и качественно. Днем и ночью. Мы ценим свой труд и деньги нашего заказчика. Мы тщательно храним свою деловую репутацию, ведем дела честно, без обмана. Начните работать с нами сегодня, завтра Вы приятно удивитесь. Ждем Вас!

С уважением, директор ООО «ДИК»
Казмирский Роман Юрьевич

Зміст

Дорошенко О.І., к.т.н., доц. ЩОДО РОЗУМІННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ.....	14
Бенніс Ю.А., студент; Сольоний С.В., к.т.н., доц.; Рябошапко А.О., студент; Халявінська Н.М., асистент ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ЕКЗОГЕННИХ ПОЖЕЖ У ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	16
Ніжник В.В., к.т.н.; Уханський Р.В. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ БУДИНКІВ.....	18
Сольона О.Я., аспірант; Єршов М.С., д.т.н., проф., Демченко Г.В. к.т.н., доц.; Улітко О.С., студент ВИБУХО- ТА ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНИЙ КОМУТАЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ ІЗ ДИСТАНЦІЙНИМ ТА ПРИМУСОВИМ КЕРУВАННЯМ.....	20
Федоша Д.В., асистент; Заболотний А.П., к.т.н., доц. СИНТЕЗ СТРУКТУРИ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	22
Саенко Ю.Л., д.т.н., проф.; Попов А.С., аспірант ОСОБЕННОСТИ ГАШЕНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ В СЕТЯХ 6 кВ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.....	24
Харитонов О.О., ст. викладач; Аніськов О.В., ст. викладач; Ляхова Н.М., студент ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕКСКАВАТОРІВ І БУРОВИХ ВЕРСТАТІВ.....	26
Черемисин Н.М., к.т.н., проф.; Черкашина В.В., ст. препод. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID.....	28
Климченкова Н.В., к.т.н., доц.; Корниенко С.В., аспірант АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО МОМЕНТА ОТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БАШЕННОГО КРАНА.....	30
Волошин Р.Н., студент; Василюк С.В., к.т.н. МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯНУЩЕ-ПРАВИЛЬНОГО МЕХАНИЗМА МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК.....	32
Мірошник О.О. к.т.н., доц. СТРАТЕГІЯ РІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В МЕРЕЖІ 0,38/0,22 КВ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	34
Поливанчук А.С., студент; Василюк С.В., к.т.н. ВЫБОР РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА В СВАРОЧНОЙ ЗОНЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ.....	36
Сотнік О.В., асистент; Лисиченко М.Л., д.т.н., проф. РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРІВ СІЛЬСЬКИХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ МЕРЕЖ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	38
Бабаев В.Н., доктор госуправления, проф.; Сухонос М.К., к.т.н., доц.; Калужный Д.Н., к.т.н., доц. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ г. ХАРЬКОВА.....	40

Калюжный Д.Н., к.т.н., доц. УЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ОШИБКАХ В СХЕМАХ ВКЛЮЧЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	42
Козлова С.В., студент; Дмитриева Е.Н., к.т.н., проф. КВАДРАТИЧНОЕ ИНЕРЦИОННОЕ СГЛАЖИВАНИЕ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ЭМС.....	44
Sniegina I.A., étudiante; Kovaliov A.P., prof.; Henaff P., prof. CONTROLE DE MODES OSCILLANTS DANS LES TRANSMISSIONS ELECTROMECANIQUE DE ROBOT KATANA.....	45
Чорноус Е.В., ст. препод.; Антамонов В.Х., к.т.н., доц.; Нагорный М.А., к.т.н., старший научный сотрудник ПОГРЕШНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙТРАЛИ.....	47
Височенко Ю.О., студент; Нестерчук Д.М., к.т.н., доц. КОМЕРЦІЙНИЙ ТА ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ: ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ.....	50
Вашенко С.Т., студент; Попова І.О., к.т.н., доц. КОНТРОЛЬ НАПРУГИ І ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ЗАТИСКАЧАХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ.....	52
Шабовта М.Ю., ст. препод. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАВОК ЗАЩИТЫ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ДЛЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	54
Паркис О.С., студент; Куренный Э.Г., д.т.н, проф. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРИ РАБОТЕ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ.....	56
Гудим В.І., д.т.н., проф., Назаровець О. Б., викладач АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МІДНИХ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ПРИЧЕТНОСТІ ДО ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ.....	58
Шевченко Д.А., студент; Куренный Э.Г., д.т.н., проф. ИМИТАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ.....	60
Гудим В. І., д.т.н., проф.; Янків В. В., викладач МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	62
Носанов М.І., к.т.н., проф.; Романова Т.І., асистент ЛАМПА АНТИВАНДАЛЬНА СВІТЛОДІОДНА.....	64
Лужнев А.И., аспирант; Згарбул А.В., студент СХЕМА ПИТАНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	65
Носанов М.І., к.т.н., проф.; Романова Т.І., асистент ПРИСТРІЙ ДИНАМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ КОЛЬОРОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ І ЯСКРАВОСТІ ГРУПИ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП З ВИНЕСЕНИМ РЕГУЛЯТОРОМ КОЛЬОРОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ І ЯСКРАВОСТІ.....	67
Ковалёв А.П., д.т.н., проф.; Шевченко О.А., к.т.н., доц.; Луговская И.В., студент ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ 0,4 КВ.....	69
Поточний А.І., аспірант; Федорів М. Й., к.т.н. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОБУРА В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ LABVIEW.....	71

Халил Т.М., аспирант; Горпинич А.В., к.т.н., доц. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ И СТРУКТУРЫ РЕАЛЬНОЙ РАЗВЕТВЛЁННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	73
Носанов М.И., к.т.н., проф.; Курінний Е.Г., д.т.н., проф.; Романова Т.І., асистент ПРИСТРІЙ ЗАХИСНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО УМОВНО ЗАЛЕЖНИЙ ВІД НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ КОМБІНОВАНИЙ.....	75
Синчук О.Н., д.т.н., проф.; Синчук И.О., к.т.н., доц.; Лесной Н.И., ассистент ВЫВОД В РЕЗЕРВ НЕДОГРУЖЕННЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОМБИНАТОВ.....	77
Шевченко І.І., студент; Шлепньов С.В., к.т.н., доц. ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ.....	79
Лесной Н.И., ассистент; Синчук О.Н., д.т.н., проф.; Пархоменко Р.А., ассистент; Яловая А.Н., соискатель СОСТОЯНИЕ И ТАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЧАСТКОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ.....	81
Бершадский И.А., к.т.н., доц.; Дмитриева Е.А., студент ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДУГОВОГО РАЗРЯДА В СЕТИ НИЗКОГО НАПЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ ФИЛЬТРА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ.....	83
Гудим В.І., д.т.н., проф.; Юрків Б.М., провідний інженер ВНТЕЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЕДЕННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ГРОЗОРОЗРЯДУ.....	85
Семерак М.М., д.т.н., проф., зав. каф.; Новак В.М., головний інспектор Департаменту пожежної безпеки; Субота А.В., ад'юнкт ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ МАШИНИХ ЗАЛІВ АТОМНИХ І ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	87
Бойко С.М., аспірант; Ялова А.М., викладач; Сінчук О.М., д.т.н., проф. ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ВІТРОГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАНОВКИ З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ.....	88
Мелешко О.М., студент; Шлепньов С.В., к.т.н., доц. АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КЗ.....	90
Ковальов А.П., д.т.н., проф.; Лехтман И.И., аспирант РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВЗРЫВОВ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ГАЗИФИЦИРОВАННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	91
Боднар Г.Й., к.т.н., доц., нач. каф.; Шаповалов О.В., викладач ДЖЕРЕЛО БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ.....	93
Гарашенко Г.С., студент ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ «ВУЗЬКИХ» МІСЦЬ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ.....	95
Хара С.А., студент; Олейник В.Г., к.т.н., доц. ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА И НАПЯЖЕНИЯ НА КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ.....	96

Вишневский Д.Т., студент; Бершадский И.А., к.т.н., доц. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ.....	98
Загайнова А.А., ассистент АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ С ПОМОЩЬЮ РАНДОМИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ.....	100
Бараненко Т.К., к.т.н., доц.; Саравас В.Е., ассистент ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ ВХОДНОГО ТОКА ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	101
Ємельяненко С.О., ад'юнкт; Кузик А.Д., к.ф.-м.н., доц. ПОЖЕЖНИЙ РИЗИК З ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИЧИН У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ.....	103
Деревенская Т.Е., студент; Цыбулевский Ю.Е., к.т.н., доц. ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ.....	105
Якимець С.М. к.т.н. СТРУКТУРА З'ЄДНАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ КЕРУВАННІ ЗА СИСТЕМОЮ БАГАТЬОХ ОДИНИЦЬ З УРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕНЬ.....	107
Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Довгальук О.М., к.т.н., доц.; Омеляненко Г.В., к.т.н., доц. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ЗНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	109
Семерак М.М., д.т.н., проф., зав. каф.; Домінік А.М., викладач; Байтала В.М., ад'юнкт ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИННИХ ЗАЛІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ.....	111
Nikitin A, etudiant; Melnyk A., doctorant; Khomenko V., doctorant COMMANDE DU ROBOT MANIPULATEUR KATANA EN FONCTION D'UN OBJET EN MOUVEMENT DÉTECTÉ PAR CAMÉRA EMBARQUÉE.....	112
Максимчук Т.Н., студент; Цыбулевский Ю.Е., к.т.н., доц. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.....	114
Просвірін Д.М., студент; Безверхий О.А., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц. ПРИСАДИБНА КОГЕНЕРАЦІЙНА ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА.....	116
Pugach G.O., étudiante; Kovaliov A.P., prof.; Pitti A., Ph.D. RETOUR TACTILE POUR LA ROBOTIQUE.....	118
Верещагін Д.В., студент; Пешков М.О., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ПОВЕРТАННЯ ФОТОПАНЕЛІ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА СОНЦЕМ.....	120
Ягуп В.Г., д.т.н., проф.; Ягуп К.В., к.т.н. ЗАСТОСУВАННЯ СИМПЛЕКСНОГО ПОШУКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМА КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТА СИМЕТРУВАННЯ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	122
Пешков М.О., студент; Михайлик М.В., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц. ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ФОТОЕЛЕКТРОПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	123

Сергієнко Р.В., аспірант; Білека Б.Д., провідний науковий співробітник, д.т.н. УТИЛІЗАЦІЯ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ ГАЗОПЕРЕКАЧУЮЧИХ АГРЕГАТИВ В ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ НА НИЗЬКОКИПЛЯЧИХ РОБОЧИХ ТІЛАХ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ.....	125
Жарков В.Я., к.т.н., доц. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРИСАДИБНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ.....	127
Куруч Д.Г., студент; Олейник В.Г. к.т.н., доц. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГГЕНЕРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ А. Ф. ЗАСЯДЬКО.....	129
Сорока Е.А., старший научный сотрудник СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СУХИХ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ РУДНИЧНЫХ ПОДСТАНЦИЙ.....	130
Храмогина В.В., студент; Ковалев А.П., д.т.н., проф. ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ УЗЛОВ НАГРУЗКИ.....	133
Ивакина Е.Я., аспирант ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИИ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ С ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ.....	135
Федів Є.І., к.т.н., доц.; Сівакова О.М., к.т.н., доц. РЕЖИМ ФОРСУВАННЯ ТИРИСТОРНО- РЕГУЛЬОВАНОЇ КОНДЕНСАТОРНОЇ БАТАРЕЇ.....	137
Овчаров В.В., д.т.н., проф.; Катюха І.А., аспірант ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	139
Удовіченко К.А., студент; Єгорова І.В., студент; Погрібняк Н.М., к.т.н., доц. РОЗРАХУНОК ВТРАТИ НАПРУГИ ТА ПІКОВИХ СТРУМІВ В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ ГРУПИ МАШИН КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ.....	141
Курас І.Л., студент; Хоменко В. М., старший научный сотрудник; Мельник А.А., старший научный сотрудник НАЛАШТУВАННЯ ПАРИ МОДУЛІВ ХВЕЕ ДЛЯ КОМУНІКАЦІЇ ОДИН З ОДНИМ.....	143
Чорноус Е.В. ст. препод.; Готин Б.А, студент О БЫСТРОДЕЙСТВИИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ФАЗЫ С УТЕЧКОЙ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.....	145
Камозіна О.В., студент; Переверзєв І.С., младший научный сотрудник; Мельник А.А., старший научный сотрудник; Хоменко В.М., старший научный сотрудник РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ ЗА КОНТАКТНОЮ ДЕФОРМАЦІЄЮ ЛАНКИ МАНІПУЛЯТОРА РОБОТА.....	147
Колларов О.Ю., асистент УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ІЗ ВОДНЕВО-КИСНЕВИМ ПАЛИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ.....	149
Передерій О.В., ст. виклад. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОТОТИПУ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.....	151

Климась Р.В., начальник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	153
Михайлова А.В., начальник ад`юнктури АНАЛІЗ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ НА ПРИКЛАДІ ПРИДНІПРОВСЬКОГО ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ.....	155
Іллюченко П.О., начальник відділу випробувань електротехнічних виробів на пожежну небезпеку; Гордєєв М.Д., науковий співробітник відділу випробувань електротехнічних виробів на пожежну небезпеку ОСНОВНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	156
Климась Р.В., начальник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання; Якименко О.П., старший науковий співробітник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ, ОСОБЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИНИКНЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ.....	159
Бедим И. В., студент; Дергилев М.П., к.т.н., доц. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ДУГОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ И КОМПЕНСАЦИЕЙ ЕМКОСТНЫХ ТОКОВ.....	162
Ніжник В.В., к.т.н. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ КОМПЛЕКТНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ В БЕТОННІЙ ОБОЛОНЦІ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В МІСЬКИХ МЕРЕЖАХ.....	164
ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЕРЕНЦІЮ.....	166

ЩОДО РОЗУМІННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

Дорошенко О.І., к.т.н., доц.

(Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна)

Відомо, що електроенергетика є базовою підсистемою енергетики та основою розвитку економіки будь-якої країни, з будь-яким політичним і економічним устроєм. Свої функції вона здійснює через власні виробничо-технічні об'єднання – електроенергетичні системи (ЕЕС), які [1] розглядають сукупністю електроустановок призначених для вироблення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії (ЕЕ), яку в [2] визначають як енергію електромагнітного поля згаданої системи. При цьому очевидно, що ЕЕ необхідно розглядати у двох аспектах: як фізичне явище і як товарну продукцію, яка продається і купується на енергоринку. Сутність такого визначення проведено в [3].

Як фізичне явище ЕЕ являє собою енергію поздовжньо-поперечної поляризації пружного діелектричного середовища, що оточує усі струмоведучі частини ЕЕС одночасною дією на нього напруги системи і струму провідності згаданих частин.

Як товарна продукція згаданої системи, ЕЕ є роботою, яку виконують генератори електростанцій системи для створення струму провідності в її струмоведучих частинах і струму зміщення у пружному діелектричному середовищі, яке оточує згадані частини.

Оскільки усі технологічні процеси ЕЕС відбуваються, майже одночасно, то якість ЕЕ як товару, має вагоме значення в ринкових відносинах між постачальниками та споживачами ЕЕ. Саме тому затверджено і діє на державному рівні нормативний документ, що регламентує нормативні показники якості ЕЕ в системах електропостачання (СЕП) окремих споживачів і в СЕП загального призначення, яку [4] представляють як сукупність джерела живлення споживачів і електричних мереж (ЕМ) енергопостачальних організацій (ЕО). Принципову схему частини ЕЕС, яка дає уявлення про згадані СЕП, наведено на (рис. 1).

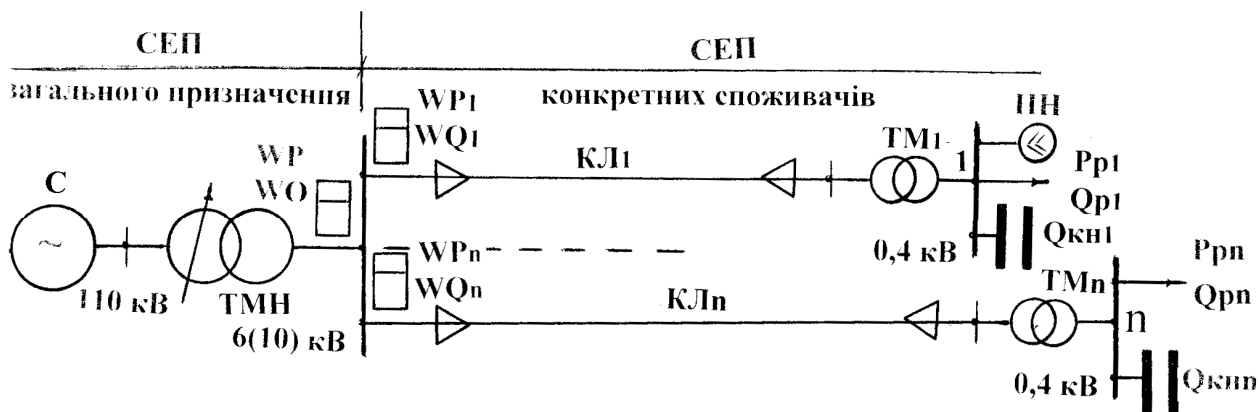


Рисунок 1 – Принципова схема СЕП, як частини ЕЕС

При цьому вважається, що в СЕП конкретних споживачів ЕЕ можуть мати місце електроприймачі (ЕП) різного характеру навантаження, у тому числі і з нелінійним опором (наприклад, вентильні перетворювачі). Як відомо, струм навантаження таких ЕП має несинусоїдальний характер. Тому, за певних умов, їх розглядають як джерела спотворення характеру загального електромагнітного поля СЕП не тільки конкретного споживача, але й поля СЕП загального призначення.

Сутність понять, що пояснюють фізичну сутність електромагнітної сумісності в СЕП та ЕЕС у цілому розкрито у нормативному документі [5]:

“...1.1. Электромагнитная совместимость технических средств; ЭМС технических средств: способность технического средства функционировать с заданным качеством в

заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам...”.

Але у відомих публікаціях і підручниках, наприклад в [6], підкреслюється “...Электромагнитна сумісність є глобальною проблемою, у рамках якої розглядається ряд окремих проблем...”. Як можна бачити з (рис. 2), проблема електромагнітної сумісності у системах електропостачання займає останнє місце.

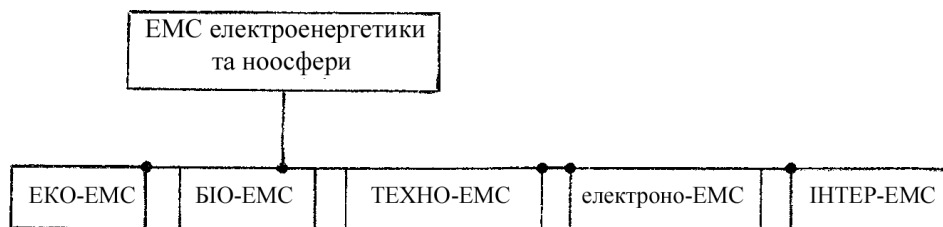


Рисунок 2 – Основні групи ЕМС електроенергетики

На наш погляд, проблему електромагнітної сумісності в електроенергетиці необхідно починати з самої електроенергетики і її основних підсистем – СЕП, як показано на (рис. 3).

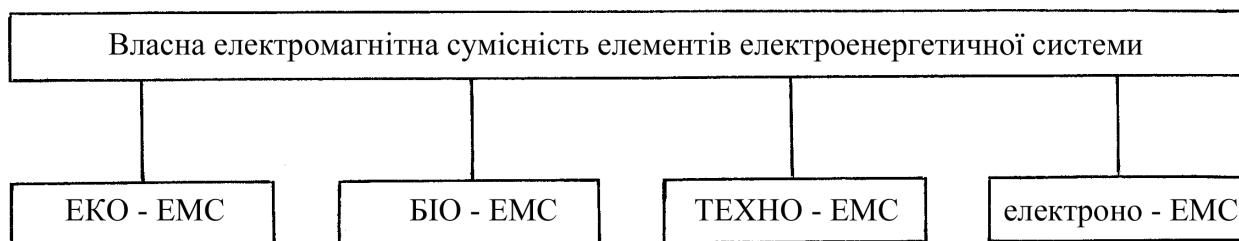


Рисунок 3 – Структурна схема дослідження ЕМС в електроенергетиці

Можливо, що обсяг дослідження ЕМС в СЕП може бути таким, як наведено в [7], де оцінка проводиться не між окремими підсистемами ЕЕС (тобто СЕП окремих споживачів і СЕП загального призначення), а між окремими електроустановками кожної із згаданих СЕП, які пов'язані загальним електромагнітним полем ЕЕС (носієм електричної енергії системи).

Перелік посилань

1. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт», 2009. – 704 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники / Л.А. Бессонов Изд. 6-е. Учебник для студ. энергетич. и электротехнич. вузов. – М.: Высш. школа, 1973. – 752 с.
3. Дорошенко О.І. Що таке електрична енергія ? / О.І. Дорошенко // Промислова електроенергетика та електротехніка. – Промелектро. – 2009. – № 3. – С.10-15.
4. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Минск: Издательство стандартов, 1998. – 31 с.
5. ГОСТ 30372-95. Межгосударственный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения. Минск: Издательство стандартов, 1995. – 34 с.
6. Жежеленко І.В. Электромагнитна сумісність у системах електропостачання. / Підручник для магістрів // І.В. Жежеленко, А.К. Шидловський, Г.Г. Півняк, Ю.Л. Саєнко. – Дніпропетровськ, 2009. – 319 с.
7. Дорошенко О.І. Анализ собственной электромагнитной обстановки в системе электроснабжения общего назначения / О.І. Дорошенко, Н.К. Дінь, Г.І Нігрецкул, Є.А. Шевчук // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Електромашинобудування та електрообладнання», Київ, «Техніка», 2010, № 75. – С. 83-90.

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ЕКЗОГЕННИХ ПОЖЕЖ У ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

**Бенніс Ю.А., студент; Сольоний С.В., к.т.н., доц.; Рябошапка А.О., студент;
Халявінська Н.М., асистент**

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Згідно статистичних даних МНС України [1] найбільша кількість пожеж відбувається в період грудень-січень місяць, а за часом доби із 10:00 до 01:00 години ночі (рис. 1).

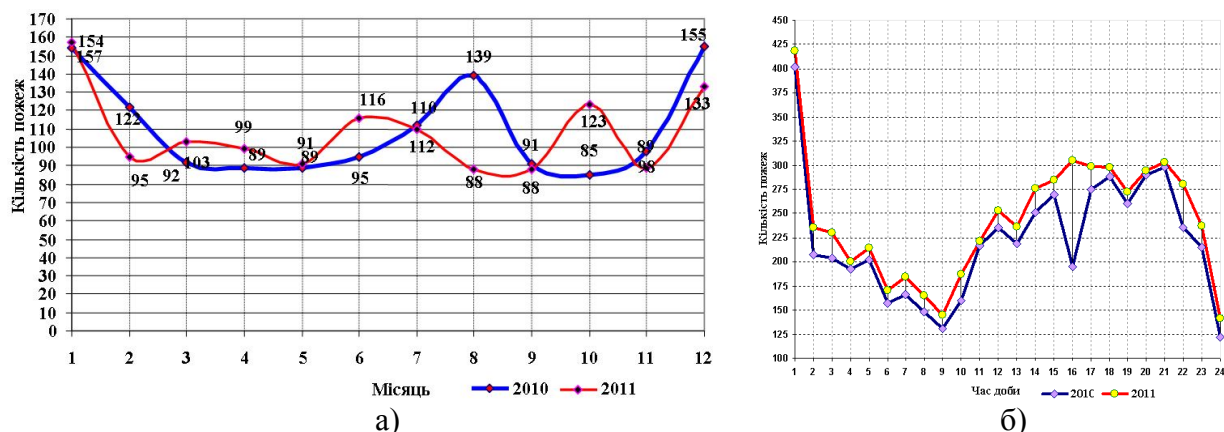


Рисунок 1 – Динаміка пожеж: (а) по місяцях від електротехнічних причин по Донецькій області за 2011 рік у порівнянні із 2010 роком; (б) від часу доби по Україні

Це обумовлено тим, що саме в зимовий період людина починає більшою мірою використовувати електроприлади для опалення приміщень і ін. Також у період із 10:00 до 01:00 години ночі людина починає більшою мірою використовувати різне електроустаткування, побутові електроприлади та освітлювальне електричне навантаження, як на роботі, так і в домашній обстановці. Все це призводить до збільшення числа пожеж від електротехнічних причин, порушенню правил пожежної безпеки (ППБ) при устрої та експлуатації електроустановок людиною.

Так з 1456 пожеж, які виникли в 2011 році через порушення правил монтажу та експлуатації електроустановок (ППМ та Е ЕУ) 765 відбулися в приватних житлових будинках – це на 421 випадок більше, ніж у державних установах та відомствах (343 випадки). Найпоширенішою причиною виникнення пожеж на об'єктах, підконтрольних органам державної безпеки є ППМ та Е ЕУ – 152 випадки, це становить близько 50 % від загальної кількості пожеж на об'єктах [1].

Основною причиною пожеж із загибеллю людей на об'єктах є порушення ППМ та Е ЕУ – 82 загибелі, це становить 18 % від загальної кількості загибелей на об'єктах. Усі загибелі дітей відбулися в приватному житловому секторі, 4 дитини загинули через порушення ППБ при експлуатації електропобутових приладів.

Таким чином, всі електротехнічні вироби, які раніше були причинами виникнення реальних пожеж, у майбутньому можна віднести до рангів пожежної небезпеки.

Ізольовані проводи та кабелі посідають перше місце по рангах числа пожеж, розміру збитків, по кількості людей, які одержали травми та по пожежній небезпеці, а за рангом числа загиблих – друге місце, поступившись електрообігрівачам та електрокамінам (табл. 1).

За коефіцієнтом значимості пожежної небезпеки ізольовані проводи та кабелі мають показник – 1,0; електрообігрівачі та електрокаміни – 0,714; телевізори – 0,294; трансформатори – 0,147; електродвигуни – 0,096 [2].

Аналізуючи статистичні дані МНС України [1] і дані (табл. 1) видно, що пожежі, викликані електротехнічними причинами, розподіляються в такий спосіб: близько 62 % –

займання у електромережі змінного струму (ЕЗС) (ізолювані проводи та кабелі); 10 % – займання в електричному обігрівачі (каміні); 6 % – займання у ввідному електричному щитку; 5 % – займання у побутових електроприладах; 5 % – коротке замикання (займання у ізолюваних проводах та кабелях); 12 % – займання, пов'язане із іншими причинами (виток струму на землю і ін.).

З роботи [3] видно, що займання в ЕЗС (ізолювані проводи та кабелі) є займання ізоляції ЕЗС – матеріалів, з яких виготовлена арматура та захисно-комутаційні апарати ЕЗС. Всі ці займання становлять більше 70 % всіх пожеж, викликаних електротехнічними причинами, а саме появою джерела запалювання внаслідок іскріння або нагрівання до температури займання ізоляції при монотонній зміні перехідного опору електричного контактного з'єднання.

Таблиця 1 – Розподіл пожеж в Україні, які виникли в 2007-2011 роках, по видах виробів (пристроїв та матеріалів), через які виникло займання

Вид виробу (пристрій, матеріал)	Кількість пожеж, які виникли при порушенні ППБ при устрою та експлуатації електроустановок і побутових електроприладів, шт.				
	2007	2008	2009	2010	2011
Автоматичний вимикач	62	72	73	68	73
Трансформатор	123	128	120	126	137
Холодильник	281	286	288	288	251
Ввідний щит	729	690	674	645	625
Вимикач	622	559	559	503	494
Ізолювані проводи та кабелі	6455	6651	6600	6787	6720
Кондиціонер	33	30	27	23	27
Магнітофон, приймач	49	60	67	75	76
Електроплитка	238	261	284	294	294
Телевізор	294	382	417	445	468
Електрокамін	983	1035	1053	1171	1229
Електродвигун	53	61	63	68	65
Електросвітильник	199	197	206	220	204
Електропраска	37	48	47	51	50
Електропобутова машина	78	69	59	58	63
Комп'ютер	37	35	33	27	23
Електричний дзвінок	66	81	88	96	105
Усього	10339	10645	10658	10945	10904

Оскільки найчастіше ЕЗС використовуються для електропостачання об'єктів, пов'язаних з життєдіяльністю людини – громадські будинки (школи, бібліотеки, готелі, спортивні установи, басейни, театри, магазини, підприємства громадського харчування і ін.), житлові будинки (індивідуальні та багатоквартирні, дачі, гуртожитки, побутові приміщення і ін.), адміністративні будинки та виробничі приміщення (цеха, майстерні, автомобільні мийки, гаражі, склади і ін.), є необхідність у їхній постійній діагностиці та захисту.

Перелік посилань

1. Bruschlinsky N.N. World fire statistics at the end of 21th century / N.N. Bruschlinsky, S.V. Sokolov, P. Wagner, J.R. Hall // Report № 15 Center of fire statistics of CTIF, FKF-Media e.V., 2011. – 135 p.
2. Климась Р.В. Стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 2006 рік. / Р.В. Климась, Т.М. Скоробогачко // Збірник наукових праць Пожежна безпека, ЛДУ БЖД УкрНДІПБ МНС України. – № 2 (89). – Львів, 2007. – С. 30-32.
3. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок. – М: Кабель, 2009. – 328 с.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ БУДИНКІВ

Ніжник В.В., к.т.н.; Уханський Р.В.

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

Забезпечення пожежної безпеки людей під час пожежі вимагає чіткої організації і їх безпечної евакуації із будинків та споруд. Критерій безпечної евакуації людей – своєчасність і безперешкодність, що перевіряється за відповідними розрахунками згідно з [1].

Проте стандарт, який було розроблено у 1991 році, на сьогоднішній день має ряд недоліків.

Метою даної роботи є аналіз вітчизняних та закордонних нормативних документів щодо визначення недоліків та переваг стосовно нормування вимог пожежної безпеки для розрахунків часу евакуації людей з будинків та споруд.

За результатами аналітичних досліджень вимог національних нормативних документів стосовно вимог до проектування шляхів евакуації з будинків і споруд різного призначення, а також нормативних документів, які регламентують вимоги стосовно розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі, виявлено, що такі вимоги окрім [1] містяться в таких нормативних документах, як:

- ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.2-9-2009 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення»;
- ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення»;
- ДБН В.2.2-23:2009 «Будинки і споруди. Підприємства торгівлі»;
- ДБН В.2.2-24:2009 «Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків»;
- ДБН В.2.2-17:2006 «Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення тощо».

В [2] наводяться основні вимоги щодо проектування евакуаційних шляхів та виходів, зокрема таких, як: кількість виходів з приміщення та поверху, мінімальна ширина та висота евакуаційного коридору, дверей вимоги до оздоблюваних матеріалів тощо.

В інших будівельних нормах містяться специфічні вимоги до різних видів будинків і споруд, які їм притаманні.

Вимоги щодо розрахунку евакуації людей з будинків та споруд регламентовано в [1].

Слід зауважити, в [3] наведено тільки середню площу горизонтальної проекції людей залежно від їх групи мобільності, а також формулу визначення швидкості та інтенсивності руху потоків таких груп людей.

Результати аналізу зарубіжних нормативних документів свідчать, що в Російській Федерації також чинний [1], але в доповнення вимогам цього стандарту було розроблено Методику розрахунку [4].

Наприклад, відповідно до [1] початок евакуації обожнюють із спрацюванням системи оповіщення з урахуванням її інерційності, а у будинках без систем оповіщення час початку евакуації приймають 2 хв, а згідно з вимогами зазначеної Методики час початку евакуації залежить від типу системи оповіщення та класу функціональної пожежної небезпеки і характеристики контингенту людей.

Також у Методиці більш широко наведені дані щодо горизонтальної проекції людини, яка впливає на щільність людського потоку:

- в [1] запропоновано значення середньої площі горизонтальної проекції людини, які залежать від віку та одягу (табл. 1);

- в Методиці приводяться значення площі горизонтальної проекції людей з різним вантажем, а також площа горизонтальної проекції людей з обмеженою мобільністю.

Таблиця 1 – Середня площа горизонтальної проекції людини відповідно до [1]

№ п/п	Вік людини, тип одягу
1	Дорослий в домашньому одязі
2	Дорослий в зимовому одязі
3	Підліток
Середня площа, м ²	
1	0,1 м ²
2	0,125 м ²
3	0,07 м ²

За результатами проведених аналітичних досліджень вимог національних та зарубіжних нормативних документів, що встановлюють вимоги до розрахунку часу евакуації, можна зробити такі висновки:

1) Чинна в Російській Федерації Методика пропонує три способи (моделі) визначення розрахункового часу евакуації:

- а) за спрощеною аналітичною моделлю;
- б) за моделлю індивідуально-поточного руху людей;
- в) за імітаційно-стохастичною моделлю.

Чинний в Україні [1] пропонує лише один спосіб (модель) – спрощена аналітична модель.

2) У зазначеній Методиці на відміну від [1] наведено точні дані стосовно початку евакуації людей залежно від типу системи оповіщення, функціонального призначення будинку та характеристики контингенту людей.

3) В [1] наведено лише три значення середньої площі горизонтальної проекції людини. В Методиці наводиться понад 15 значень середньої площі горизонтальної проекції людини.

4) В [1] відсутня формула для розрахунку затримки руху людей внаслідок утвореного скупчення при значеннях інтенсивності руху людських потоків понад максимально встановлених. В Методиці зазначену формулу наведено.

Таким чином, можна зробити попередній висновок щодо необхідності внесення змін до ГОСТ 12.1.004 в частині розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд.

Перелік посилань

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. [Чинні від 1992-07-01]. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992 г. – 132 с.

2. ДБН В.1.1-7:2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Видання офіційне. Державний комітет України з будівництва та архітектури Київ 2003 р. – 39 с.

3. ДБН В.2.2-17:2006. Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення. Видання офіційне. Державний комітет України з будівництва та архітектури Київ 2007 р. – 47 с.

4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Авторский коллектив: И.А. Болодьян, А.А. Косачев, А.В. Карпов, Д.В. Ушаков – Федеральное государственное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГУ ВНИИПО) МЧС России; Д.А. Самошин – Академия Государственной противопожарной службы МЧС России; В.В. Холщевников – Московский государственный строительный университет Минобрнауки России; Ю.И. Дешевых, А.Н. Гилетич, П.М. Комков, В.С. Горшков – Департамент надзорной деятельности МЧС России. Утверждена приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (зарегистрирован в Минюсте России 6 августа 2009 г. Регистрационный № 14886). Москва 2009 г. – 81 с.

ВИБУХО- ТА ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНИЙ КОМУТАЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ ІЗ ДИСТАНЦІЙНИМ ТА ПРИМУСОВИМ КЕРУВАННЯМ

**Сольона О.Я., аспірант¹; Єршов М.С., д.т.н., проф.², Демченко Г.В. к.т.н., доц.¹;
Улітко О.С., студент¹**

(¹ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна. ²Російський університет нафти та газу ім. І.М. Губкіна, м. Москва, Росія)

На сьогоднішній день майже всі сучасні житлові будинки мають дві важливі незалежні один від одного системи постачання енергоресурсами, а саме газову та електричну. Кожна із цих систем має власні захисти від вибухів побутового газу і пожеж в електричних мережах напругою до 1 кВ.

Наприклад, у роботах [1, 2] описані принципи побудови пристроїв:

- підключення газових приладів у квартирах житлових будинків;
- іскрозахисту електричних мереж об'єктів, пов'язаних із життєдіяльністю людини.

При всіх своїх перевагах дані системи мають істотний вибухо- та пожежонебезпечний недолік. Їх одночасне та окреме застосування недостатньо погоджене тому, що використання побутового газу завжди сполучається із використанням електроенергії, а в обох цих системах є вибухо- та пожежонебезпечні комутаційні елементи (вимикач керування вентилятором провітрювання побутового газу, система автоматичного відключення електроенергії та ін.).

Тому є необхідність вдосконалення даних систем і застосування в них безконтактних або вибухо- та пожежонебезпечних комутаційних апаратів із елементами примусового та дистанційного керування.

На (рис. 1) представлено одну з можливих конструкцій такого комутаційного апарата із виконанням його у форматі вимикача навантаження для побутових електричних мереж (рис. 2).

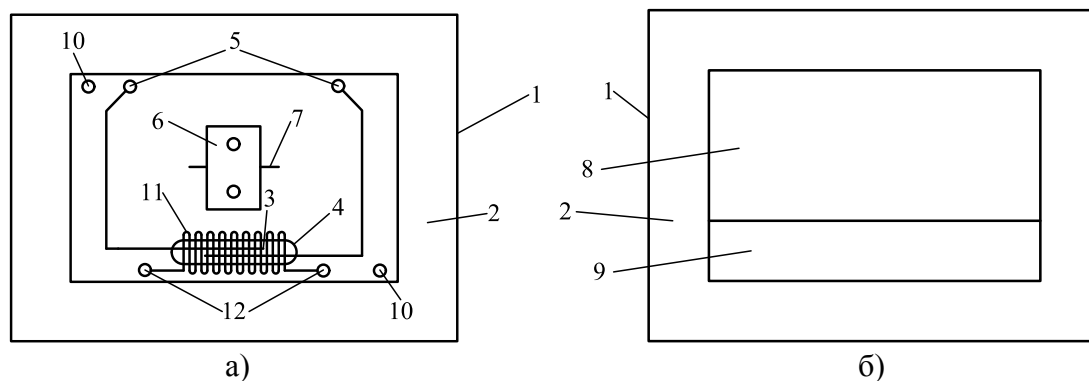


Рисунок 1 – Комутаційний пристрій із дистанційним та примусовим керуванням: (а) із надягнутою кришкою; (б) без кришки: 1 – основа виконана у вигляді панелі; 2 – бортики основи; 3 – магнітокерований контакт; 4 – герметична оболонка; 5 – контакти для приєднання до електричної мережі; 6 – прямокутна пластина; 7 – вісь; 8 – рухомий елемент (кришка); 9 – постійний магніт; 10 – отвори для шурупів; 11 – обмотка дистанційного керування; 12 – контакти для підключення обмотки дистанційного керування

Пристрій, наведений на (рис. 1), працює наступним чином.

Він містить основу 1, виконану у вигляді панелі, обладнаної бортиками 2, у яку вмонтовано магнітокерований контакт 3 у герметичній оболонці 4. Для приєднання до електромережі вимикач має контакти 5.

У центр основи 1 вмонтовано прямокутну пластину 6, через протилежні великі сторони якої проходить вісь 7.

Пластину 6 виконано з можливістю повороту на деякий кут навколо осі 7. На пластині 6 кріпиться рухомий елемент 8, який закриває основу 1 зверху та служить

кришкою. Також комутаційний пристрій може бути виконаний з одним (рис. 2, а) і з двома (рис. 2, б) магнітокерованими контактами 3 та рухомими елементами 8.



а)



б)

Рисунок 2 – Один з можливих форматів виконання комутаційного пристрою: (а) з одним магнітокерованим контактом та рухомих елементом; (б) з двома

У рухомий елемент 8 з боку магнітокерованого контакту 3 вмонтовано постійний магніт 9.

Рухомий елемент 8 має можливість повороту навколо осі 7 на деякий кут за рахунок того, що його закріплено на пластині 6. Для кріплення вимикача, наприклад, до стіни, у основі є отвори 10 для шурупів.

При натисканні на рухомий елемент 8 останній змінює положення, та постійний магніт 9 наближається до герметичного магнітокерованого контакту 3, який під впливом магнітного поля замикається та підключає навантаження до електричної мережі.

При натисканні на протилежну сторону елемента 8 постійний магніт 9 відходить від контакту 3, та він розмикається та відключає навантаження від електричної мережі.

При подачі струму на обмотку дистанційного керування 11 через контакти для підключення обмотки дистанційного керування 12 створюється магнітне поле, під впливом якого герметичний магнітокерований контакт 3 також замикається та підключає навантаження до електричної мережі.

При знятті струму з обмотки дистанційного керування 11 магнітне поле зникає, а герметичний магнітокерований контакт 3 також розмикається та відключає навантаження від електричної.

Параметри обмотки дистанційного керування 11 розраховані таким чином, що струм її керування є замалим для іскроутворення у разі її пошкодження та порушення цілісності, отже також забезпечується вибухо- та пожежобезпека житлових будинків.

Таким чином, комутаційний пристрій із дистанційним та примусовим керуванням може бути використаний для погодження систем постачання побутового газу та електричної енергії – це підвищить їхню експлуатаційну вибухо- та пожежобезпеку.

Аналіз таких систем показав, що в подальшому треба впроваджувати комутаційні пристрої із дистанційним та примусовим керуванням на основі симісторів або оптосимісторів, це дозволить вивести їх іскробезпечність на новий рівень.

Перелік посилань

1. Пат. на Корисну модель України № 62034, МПК(2011.01) F24D 10/00. Пристрій підключення газових приладів у квартирах житлових будинків / Нагорний М.А., Ковальов О.П., Лехтман І.І., Цванг В.В.; власники Нагорний М.А., Ковальов О.П., Лехтман І.І., Цванг В.В. – № u201100503; заявл. 17.01.11; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15.

2. Пат. на Корисну модель України № 59344, МПК(2011.01) H02H 3/16. Пристрій іскрозахисту електричних мереж об'єктів, пов'язаних із життєдіяльністю людини / Сольоний С.В., Ковальов О.П., Белоусенко І.В., Єршов М.С., Демченко Г.В., Васін О.О.; власник Донецький національний технічний університет. – № u201012991; заявл. 01.11.10; опубл. 10.05.11, Бюл. № 9.

СИНТЕЗ СТРУКТУРИ СИСТЕМ ЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Федоша Д.В., асистент; Заболотний А.П., к.т.н., доц.

(Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя, Україна)

Синтез систем електропостачання цеху включає в себе рішення задач вибору кількості вузлів навантаження (джерела живлення (ДЖ), місця їх розташування, потужності, розподілення електроприймачів (ЕП) за вузлами навантаження, визначення топології мережі.

В існуючих підходах до синтезу структури розподільчої мережі вже згадані задачі вирішуються незалежно одна від одної. При цьому багато умов та рішень приймаються проектувальником з власного досвіду та суб'єктивної оцінки. Як свідчить практика, існують рішення, які залишаються поза увагою проектувальника, що, зокрема, збільшує постійну складову втрат електричної енергії внаслідок недосконалості системи електропостачання.

Оптимальну структуру мережі електропостачання можливо отримати тільки при сумісному рішенні задач: визначення кількості ДЖ, їх координат, розподілення приймачів за ДЖ, вибір потужності ДЖ. Всі ці чинники визначають величину цільової функції – річних зведених витрат (РЗВ).

Для формалізації процесу визначення місця розташування ДЖ та попереднього розподілу ЕП за ДЖ було введено поняття відбору ЕП за «потенційним» критерієм (ПКВ), а для визначення потужності ДЖ та ЕП, які будуть живитися від нього – «технічного» критерію (ТКВ). Ці критерії взаємодіють між собою та утворюють алгоритм синтезу структури системи цехового електропостачання [1].

Основою ПКВ є вираз (1), який визначає значення потенційної поверхні в точці з заданими координатами:

$$П(x, y) = \bigoplus_{i=1}^n (P_i \cdot e^{-1 \cdot \alpha'_{\Delta P_i} \cdot L(i, x, y)}), \quad (1)$$

де Φ – функціонал визначення розрахункового навантаження; n – кількість ЕП; P_i – потужність i -ого ЕП; x, y – координати, в яких визначаються значення потенційної поверхні; $L(i, x, y)$ – функція визначення протяжності шляху між i -м ЕП і точкою з координатами x, y ; $\alpha'_{\Delta P_i}$ – коефіцієнт i -ого ЕП, що враховує очікувані втрати в лініях у відносних одиницях, який визначається як відношення абсолютного його значення для i -ого ЕП до його максимального значення.

Абсолютне значення коефіцієнту $\alpha_{\Delta P_i}$ визначається за виразом [2]:

$$\alpha_{\Delta P_i} = \frac{P_i^2 \cdot \rho}{U^2 \cdot F_i}, \quad (2)$$

де P_i – потужність i -ого ЕП; ρ – питомий опір матеріалу провідника; F_i – перетин провідника для підключення i -ого ЕП; U – напруга.

Для максимального значення потенційної поверхні, побудованої за виразом (1), визначаються ЕП, які утворили цей максимум. Ці ЕП зараховуються в «потенційну» групу, тобто відібрані за ПКВ.

В основу ТКВ, покладено задачу комбінаторної оптимізації, яка дозволяє за допомогою рекурсивної функції здійснити вибір ДЖ підбором групи ЕП під потужність ДЖ, виходячи з максимальності його ККД. При цьому не враховуються особливості технологічного процесу, що дає можливість максимального використання ДЖ в межах одного значення стандартної шкали потужностей [3].

Визначення топології мережі виконується в два етапи [4]:

На першому синтезується радіальна мережа за запропонованим алгоритмом з використанням ПКВ та ТКВ, який в процесі своєї роботи визначає окремі ділянки, до яких можливо застосувати оціночний метод.

На другому етапі створюється магістральна мережа за відомими результатами синтезу радіальної схеми, при цьому застосовується алгоритм, метою якого є покращення варіанту радіальної мережі за РЗВ з урахуванням зміни перерізу ліній.

В загальному вигляді алгоритм способу синтезу структури системи цехового електропостачання з блоком визначення топології має вигляд наведений на (рис. 1).

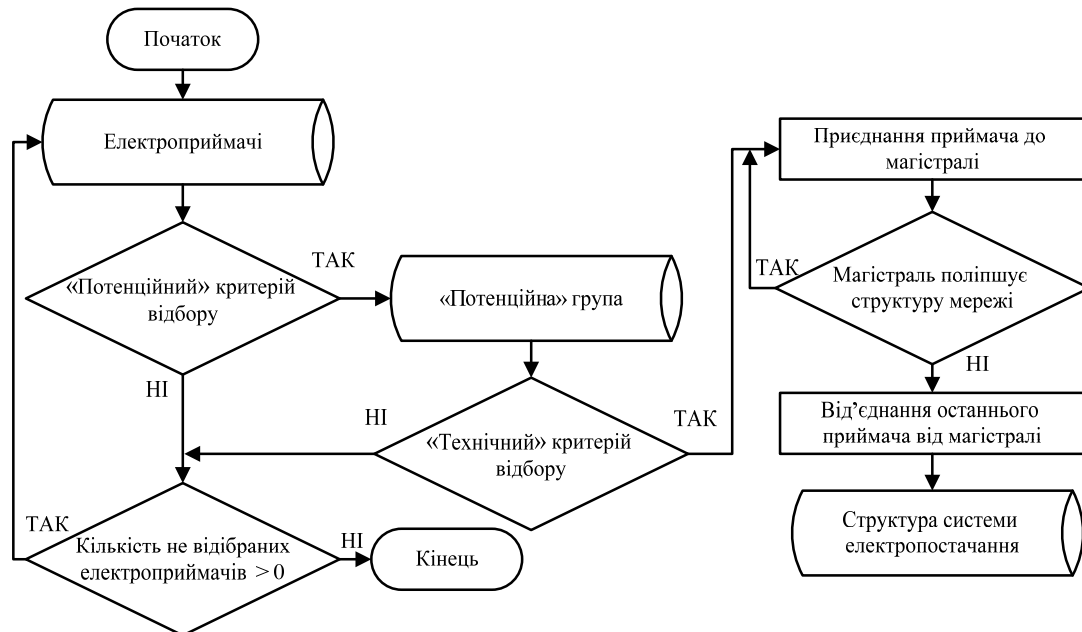


Рисунок 1 – Алгоритм способу синтезу структури системи цехового електропостачання

Для проведення чисельного експерименту було розроблено програмну реалізацію способу синтезу, на мові програмування Python з використання бібліотек математичного обчислення SciPy.

Запропонований у роботі спосіб синтезу структури системи цехового електропостачання дозволяє сумісно вирішити задачі синтезу структури системи цехового електропостачання: визначення кількості та потужності ДЖ і розподілення ЕП за ними

Розроблено алгоритм визначення топології мережі, який використовує проміжні дані, отримані при побудові радіальної мережі, що дає змогу зменшити кількість розрахунків та вплив проектувальника при прийнятті рішень щодо топології.

Перелік посилань

1. Заболотний А.П. Модель определения топологии системы электроснабжения / А.П. Заболотний, Д.В. Федоша, А.И. Кузьменко // Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика» – 2011. - №11(186). – С. 146-149.
2. Пат. 61405. Україна. МПК H02J 3/00. Спосіб формування структури радіальної дворівневої мережі / І.В. Авєєв, А.П. Заболотний, Д.В. Федоша, В.С. Мамбаєва (Україна). – Заявлено 25.10.2010. № u201012561; Опубл. 25.07.2011. Бюл. № 14.
3. Пат. 71713. Україна. МПК H02J 3/00. Спосіб формування структури радіальної дворівневої мережі / А.П. Заболотний, Д.В. Федоша, В.С. Мамбаєва (Україна). – Заявлено 30.12.2011. № u201115704; Опубл. 25.07.2012. Бюл. № 14.
4. Федоша Д.В. Оптимальное проектирование систем электроснабжения // Електротехніка та електроенергетика – 2012. - № 1. – С. 60-64.

ОСОБЕННОСТИ ГАШЕНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ В СЕТЯХ 6 кВ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Саенко Ю.Л., д.т.н., проф.; Попов А.С., аспирант

(ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина)

Феррорезонанс является одним из наиболее сложных и опасных явлений в электрических сетях. Для его существования необходимо наличие емкости, нелинейной индуктивности, а также источника питания. В сетях с изолированной нейтралью нелинейной индуктивностью являются трансформаторы напряжения контроля изоляции, а в роли емкости выступает фазная емкость сети на землю [1]. Толчком к его возбуждению могут быть различного рода возмущения в сети, прежде всего это однофазные замыкания на землю, кратковременные нарушения целостности фазной изоляции сети, коммутационные процессы. Во всех без исключения случаях существования феррорезонанса имеет место появление напряжения смещения нейтрали, а также существенное искажение формы фазных напряжений [2].

В существующей научно-технической литературе отсутствуют обоснование выбора номинала гасящего резистора, а также зависимость этой величины от параметров сети. В рамках данного исследования создана математическая модель электрической сети 6 кВ с изолированной нейтралью в пакете MATLAB/Simulink, позволяющая исследовать поведение сети при различного рода переходных процессах.

Ключевым фактором, определяющим величину активных потерь, необходимых для срыва устойчивого феррорезонанса, является энергия, запасенная в реактивных элементах феррорезонансного контура. В данной работе предложен следующий метод определения минимально необходимой величины активных потерь в феррорезонансном контуре, требуемой по условию гашения колебаний. Разработан специальный алгоритм, позволяющий запускать расчет феррорезонансной схемы циклично с учетом перебора параметров модели и останавливать этот перебор при условии наступления срыва феррорезонанса. Переменной величиной в модели является активное сопротивление гасящего резистора. С учетом предварительно заданного шага изменения балластного сопротивления производится расчет модели до тех пор, пока не будет достигнут срыв феррорезонанса, критерием чего является затухание или отсутствие напряжения нулевой последовательности. После этого определяется величина активных потерь в феррорезонансном контуре на предыдущем шаге цикла, на котором феррорезонанс еще существовал. Эти потери, соответствующие предельному случаю существования феррорезонанса, назовем критическими потерями, а гасящее сопротивление для этого случая – критическим сопротивлением.

Для определения суммарных активных потерь в ТН на основании полученных в результате расчета мгновенных значений фазных напряжений и токов в обмотке ВН трансформатора определяется мгновенная мощность на входе ТН на основании выражения:

$$p(t) = U_a \cdot i_a + U_b \cdot i_b + U_c \cdot i_c,$$

где U_a, U_b, U_c – фазные напряжения сети при феррорезонансе; i_a, i_b, i_c – токи в обмотке ВН трансформатора при феррорезонансе.

Далее вычисляется интеграл от мгновенной мощности, причем его вычисление идет на периоде существования феррорезонанса, т.е. без учета нормального режима работы сети. Значение этого интеграла равно активной мощности, выделяемой в ТН:

$$P_{ми} = \frac{1}{t_{пер}} \int_0^{t_{пер}} p(t) dt,$$

где $t_{пер}$ – время переходного процесса.

В рамках исследований стоит задача проверить гипотезу, согласно которой эффективность гасящих резисторов в последовательном и параллельном контуре различна между собой, другими словами одна и та же мощность в последовательном и параллельном контуре обладает различным демпфирующим эффектом.

При гашении феррорезонанса активным сопротивлением в обмотке ВН и определении значения критических потерь для этого случая, сопротивление, моделирующее потери в стали ТН, принимается бесконечно большой величины для того чтобы потери в стали не оказывали дополнительного демпфирующего эффекта, и при нахождении критических потерь результат был получен лишь с учетом потерь в обмотке ВН.

При гашении феррорезонанса резистором в обмотке разомкнутого треугольника и определении критических потерь для этого случая сопротивление обмоток ВН, нагрузка основной вторичной обмотки ТН при моделировании принимается равной нулю, и критические потери рассчитываются лишь с учетом потерь в параллельном контуре. Полученные результаты приведены в (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты расчета величины критических потерь, критического сопротивления, максимального действующего значения тока в обмотке ВН, напряжения $3U_0$ и частоты феррорезонанса в зависимости от параметров сети

Фазная емкость, мкФ	Гашение феррорезонанса балластным резистором в последовательном контуре (в обмотке ВН)					Гашение феррорезонанса балластным резистором в параллельном контуре (в обмотке разомкнутого треугольника)				
	$P_{кр.}$	$R_{кр.}$	$I_{вн. max.}$	$3U_0$	$f_{рез.}$	$P_{кр.}$	$R_{кр.}$	$I_{вн. max.}$	$3U_0$	$f_{рез.}$
	Вт	Ом	мА	В	Гц	Вт	Ом	мА	В	Гц
0,62	602	1255	461	81	25	181	46	443	92	25
0,5	470	1662	351	77	25	130	64	362	87	25
0,4	329	2090	254	73	25	94	78	315	84	25
0,3	192	2750	178	64	25	61	101	236	78	25
0,2	81	4010	90	53	25	25	168	119	62	25
0,1	13,4	6600	27	27,5	25	3,9	325	41	35	25
0,015	111	5150	91	224	100	43	406	43	132	100
0,01	86	8300	66	185	100	31	451	31	118	100
0,008	64	16500	40	139	150	23	690	37	126	150

Как следует из полученных результатов, гашение феррорезонанса балластным резистором в параллельном контуре является гораздо более эффективным, чем в последовательном, поскольку величина критических потерь в этом случае в среднем в 3,4 раза ниже, чем при установке гасящего резистора в последовательный контур. Прежде всего следует отметить шунтирующий эффект балластного резистора в параллельном контуре, демпфирующее действие которого обусловлено не только созданием дополнительных активных потерь в феррорезонансном контуре, но и в непосредственном шунтировании нелинейной индуктивности.

Рассмотренный подход показал непосредственную связь между параметрами сети и требованиями к демпфирующим устройствам, кроме того, существенное влияние не результаты оказывают параметры вебер-амперной характеристики ТН.

Перечень ссылок

1. Janssens N. Direct calculation of the stability domains of three-phase ferroresonance in isolated neutral networks with grounded-neutral voltage transformers / N. Janssens, Th. Van Craenenbroeck D., F. Van De Meulebroeke // IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 11, No. 3, July. – 1996. – pp. 1546-1553.
2. Braun D. Harmonic distortion in power stations due to ferroresonance / Braun D., Delfanti M., Palazzo M., Zich K. // Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility. – Singapore. – 2012. – pp. 101-104.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕКСКАВАТОРІВ І БУРОВИХ ВЕРСТАТІВ

Харитонов О.О., ст. викладач; Аніськов О.В., ст. викладач; Ляхова Н.М., студент
(Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна)

Значний вплив на якість роботи електропостачання виявляє навантаження електроприводів гірничих машин, зайнятих на виконанні виймально-навантажувальних і бурових робіт. При аналізі режимів електроспоживання цих струмоприймачів певні труднощі виникають внаслідок того, що робота окремих кар'єрних механізмів за умовами технології не пов'язана між собою у часі. Проте, на параметри електричних мереж вони виявляють практично спільний вплив. Більшість електроприводів через специфічні умови працюють у повторно-короткочасному й короткочасному режимах, що негативно впливає на режими напруги в мережі.

До числа найбільш енергоємних споживачів слід віднести екскаватори, частка електроспоживання яких на кар'єрах з не електрифікованим транспортом становить 60÷70% загальної витрати електроенергії. Навантаження мережевого двигуна екскаватора залежить від цілого ряду випадкових факторів: твердість ґрунту, його кусковатості, ступені примерзання, кута повороту, виду навантаження, ступені підготовленості й висоти вибою, категорії породи по екскавації й т.п. Таким чином, величина P_{cp} окремого ЕП є об'єктом впливу великої кількості випадкових факторів, тим більше, що протягом робочого циклу екскаватор виконує послідовно повторювані операції (наповнення ковша, переміщення його до місця розвантаження, вивантаження породи й повернення ковша у вихідне положення), але в безупинно мінливих умовах.

Для перевірки нормальності закону розподілу P_{cp} і струму екскаваторів були проаналізовані експериментальні дослідження. Встановлено, що сплески потужності спостерігаються при черпанні скельних порід, оскільки опір руху ковша змінний й виникає необхідність кількаразового включення двигуна напору для подолання цього опору. Максимальні піки струму й потужності відповідають зміні навантаження при черпанні й повороті з навантаженим ковшем. Результати досліджень дозволяють зробити висновок, що P_{cp} за робочий цикл змінюється незалежно від умов роботи. Аналіз індивідуальних графіків навантаження екскаваторів, що працюють у різних умовах, показує, що значення споживаної потужності й струмів відрізняються незначно й підкоряються нормальному закону розподілу. Певною мірою цьому сприяє та обставина, що виходячи з важких гірничогеологічних умов роботи, електропривод кар'єрного устаткування вибирають із досить значним запасом по потужності, у результаті чого ступінь впливу окремих факторів на зміну результуючого навантаження знижується.

Коефіцієнти форми графіків потужності також відрізняються несуттєво зі зміною умов роботи, ємності ковша й типу екскаваторів. Це дає можливість ухвалити в розрахунках середнє значення коефіцієнта графіків потужності екскаваторів $K_{\phi} = 1,25$.

Наявність буровибухових робіт обумовлює специфічні особливості впливу факторів збурення на зміну напруги на затискачах електроприводів кар'єрного устаткування. Розробка скельних порід ведеться з попереднім розпушуванням масиву підричним способом (метод колонкових зарядів у шпарях). Для буравлення підричних шпар на кар'єрах Кривбасу основною базовою моделлю є верстати шарошечного буравлення, що становлять понад 85 % усього верстатного парку. Буравлення відбійних шпар у досить міцних кварцитовміщуючих породах на кар'єрах ПівдГЗК й частково ІнГЗК Криворізького залізрудного басейну здійснюється верстатами вогневого буравлення СБО-120.

Потужність, яка споживається при буравленні підричних шпар, залежить від типу бурового верстата, його продуктивності й режиму роботи, категорії по буримості. Як і при

роботі екскаваторів, характер зміни навантажень електроприводів бурових верстатів залежить від цілого ряду різних гірничо-технологічних факторів. Графіки навантажень верстатів мають більш згладжений вид у порівнянні із графіками навантажень екскаваторів внаслідок того, що процес буравлення тільки однієї штангою становить $t_{ц.б} 40 \div 45$ с.

Основний вплив на споживану потужність верстатів шарошечного буравлення виявляє осьовий тиск на вибій, швидкість обертання долота та міцність порід. Продуктивність визначається швидкістю буравлення $V_б$, м/хв. Тому завданням досліджень електроспоживання є одержання залежності споживаної верстатом потужності від швидкості буравлення $P_{б.а} = f(V_б)$.

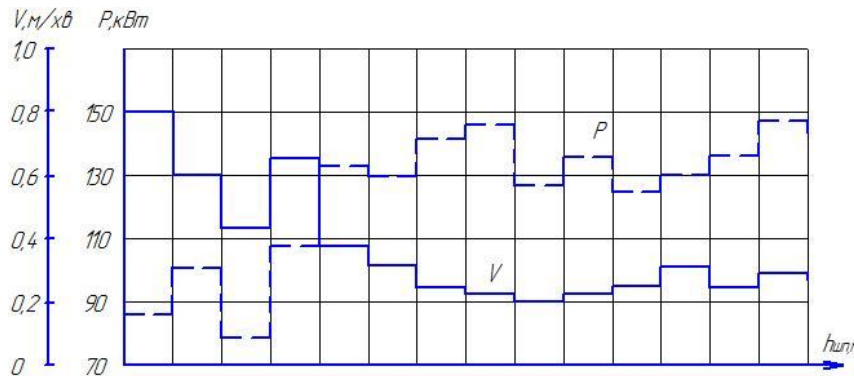


Рисунок 1 – Графіки зміни потужності (P) та швидкості буріння ($V_б$) станку СБШ – 250 з глибиною шпари ($h_{шп}$)

Проаналізувавши характерний графік потужності у функції від часу для верстата

СБШ-250 можна зробити висновок, що навантаження в межах робочого циклу змінюється незначно.

За результатами вимірів даних вимірів отримані значення потужності й швидкості буравлення відбійних шпар по породах і рудам різних категорій буримості. На (рис. 1) наведені залежності цих величин від глибини шпари. Із графіків випливає, що в цілому потужність у функції від глибини шпари $h_{шп}$ змінюється у вузьких межах, сила тертя колони труб (бурових штанг) об породу з ростом $h_{шп}$ збільшується незначно; споживана потужність в основному спрямована на руйнування породи.

Результати досліджень показують, що при підвищенні $V_б$ до 0,35 м/хв споживана потужність $P_{спож}$ зростає, а при подальшій збільшенні $V_б$ до 0,9 м/хв потужність знижується. Пояснюється це тим, що більша швидкість, як правило, відповідає більш легким умовам буравлення у породах меншої міцності.

Аналіз реальних для верстата СБШ-250 режимів буравлення, тобто для діапазону зміни швидкостей буравлення $V_б = 0,05 \div 0,6$ м/хв., показав, що залежність $P = f(V_б)$ досить точно описується тричленною формулою виду

$$P = a + bV_б - de^{cV_б},$$

де a, b, c, d – емпіричні коефіцієнти.

Результати проведеного аналізу використано при оцінці впливу електричних навантажень на зниження якісних показників у системах електропостачання залізрудних кар'єрів.

Перелік посилань

1. Абрамович Б.Н. Электропривод и электроснабжение горных предприятий / Б.Н. Абрамович, Д.А. Устинов // Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В.Плеханова. – 2004. – 82 с.
2. Маліновський А.А. Основи електроенергетики та електропостачання / А.А. Маліновський, Б.К. Хохулін // Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – 348 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID

Черемисин Н.М., к.т.н., проф.; Черкашина В.В., ст. препод.

(Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина)

Воздушные линии (ВЛ) являются одними из базовых элементов электроэнергетической системы (ЭЭС).

Режимы работы ВЛ зависят как от места расположения их в ЭЭС, так и от изменения погодных условий, что отражается на режимах работы ЭЭС в целом.

Традиционно значения показателей температурного режима ВЛ устанавливаются по справочным данным при проектировании. Такие показатели основаны на определенных представлениях о скорости ветра, температуре окружающей среды и солнечном излучении.

А поскольку погодные условия изменяются, то необходимо получать и корректировать данные о текущем состоянии ВЛ в режиме реального времени в зависимости от параметров окружающей среды вместо фиксированных, консервативных представлений, что позволит оптимизировать использование их реальной пропускной способности.

Известно, что пропускная способность ВЛ определяется величиной передаваемой мощности и зависит от уровня технологических потерь. Мощность определяется условиям их работы в ЭЭС и параметрами самих ВЛ. Одними из основных параметров ВЛ, влияющих на передаваемую мощность, являются активное и индуктивное сопротивления провода [1].

Вопросами влияния индуктивного сопротивления (X) на величину передаваемой мощности довольно длительное время занимаются многих отечественные и зарубежные ученые. И есть уже довольно полно разработанные методики и устройства, позволяющие оперативно контролировать и управлять показателями ВЛ, которые зависят от индуктивного сопротивления провода.

Активное сопротивление (R) обуславливает нагрев проводов и зависит от материала проводов и их сечения. Согласно источникам [1, 2] активное сопротивление является «постоянной» величиной, что не является корректным тезисом в задачах реального времени.

Как показывает практика эксплуатации ВЛ активное сопротивление зависит от температуры провода, которая определяется температурой окружающего воздуха (среды), скоростью ветра и значением проходящего по проводу тока.

Трудность определения активного сопротивления ВЛ заключается в том, что температура проводов, зависящая от токовой нагрузки и интенсивности охлаждения, может заметно превышать температуру окружающей среды, что может повлечь нарушение работы ЭЭС в целом.

На сегодняшний день датчики контроля температуры являются наиболее точным способом определения в режиме реального времени температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды и токовой нагрузки.

С помощью этих датчиков возможно контролировать как температуру проводов так и ток нагрузки, что позволяет в режиме реального времени контролировать текущее состояние ВЛ [3].

Согласно [1], для определения величины передаваемой по ВЛ мощности, используются «постоянные» значения активного и индуктивного сопротивлений, что не является корректным для оперативного контроля текущего состояния ВЛ в режиме реального времени.

Поэтому, ссылаясь на научные обоснования, приведенные в [1], но при этом используя «переменное» значение активного сопротивления формула для расчета величины передаваемой по ВЛ мощности будет иметь вид:

$$P_{\text{передат}} = \frac{U_{\text{ном}}^2}{R_{(t_{\text{np}}^0)}} \cdot \frac{\sqrt{\left(\cos \varphi + \frac{X}{R_{(t_{\text{np}}^0)}} \sin \varphi\right)^2 + \left[\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 - 1\right] \cdot \left[1 + \left(\frac{X}{R_{(t_{\text{np}}^0)}}\right)^2\right] - \left(\cos \varphi + \frac{X}{R_{(t_{\text{np}}^0)}} \sin \varphi\right)}}{1 + \left(\frac{X}{R_{(t_{\text{np}}^0)}}\right)^2}, \quad (1)$$

где $R(t_{\text{np}}^0)$ – активное сопротивление проводов с учетом температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды, Ом; X – индуктивное сопротивление проводов, Ом.

Выражение для определения технологических потерь с учетом температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды и токовой нагрузки будет иметь вид:

$$\Delta W = I^2 R_{20j} \left(1 + \alpha \left(t_{o.c}^0 + \frac{1 + \alpha (t_{o.c}^0 - 20)}{\frac{2c\sqrt{\pi F}}{I^2 R_{20}} - \alpha} - 20 \right) \right) \Delta t, \quad (2)$$

где I – ток, протекающий по проводам, А; R_{20j} – сопротивление проводов при 20 °С; α – температурный коэффициент удельного сопротивления проводов; $t_{o.c}^0$ – температура окружающей среды °С; c – общий коэффициент теплоотдачи проводов; F – площадь поверхности отдачи тепла проводами, мм²; Δt – время протекания тока по проводам, ч.

В соответствии с выше изложенным материалом и [1, 2] проведены исследования изменения пропускной способности 1 км одноцепной ВЛ 110 кВ с учетом температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды при предельно допустимом токе $I_{\text{доп}} = 605$ А. Результаты исследований представлены в (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты исследования изменения пропускной способности ВЛ 110 кВ с учетом температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды

$t_{o.c}^0$, °С	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
t_{np}^0 , °С	-12,51	-0,27	12,12	24,68	37,42	50,37	63,54	76,97	90,69
P , МВт	106,28	103,67	101,12	98,62	96,18	93,80	91,46	89,16	86,91
ΔW , МВт	0,039	0,041	0,043	0,045	0,047	0,050	0,052	0,054	0,057

Как показывают представленные в таблице исследования, при неизменной токовой нагрузке в зависимости от параметров окружающей среды изменяется температура проводов, что отражается на пропускной способности ВЛ. Так при увеличении температуры проводов снижается передаваемая по ВЛ мощность, но увеличиваются технологические потери.

Таким образом, в рамках концепции Smart Grid необходим непрерывный мониторинг температурного режима ВЛ, который позволит контролировать текущее состояние ВЛ для активного регулирования перетоков мощности, что позволит оптимизировать использование их реальной пропускной способности.

Список ссылок

1. Александров Г.Н. Передача электрической энергии переменным током. / Г.Н. Александров – М.: Знак, 1998. – 271 с.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро. / Под ред. Л.Д. Файбисовича. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2005. – 320 с.
3. <http://zao.opten.ru/>. Эффективные инженерные решения по повышению пропускной способности ВЛ на основе применения системы мониторинга тока и температуры проводов.

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО МОМЕНТА ОТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БАШЕННОГО КРАНА

Климченкова Н.В., к.т.н., доц.; Корниенко С.В., аспирант

(Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина)

Башенные краны работают в особо напряженных эксплуатационных режимах: малый вес конструкции, большие высоты и скорости подъема. Это приводит к возрастанию динамических нагрузок [1]. Игнорирование динамических нагрузок при управлении электромеханической системой крана вызывает неравномерность движения, снижает точность выполнения технологического процесса, затрудняет управление, а в ряде случаев ведет к авариям [2].

Целью статьи явилось получение зависимости динамического момента от различных параметров электромеханической системы подъема крана. Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи: получить и проанализировать зависимость динамического момента от различных параметров электромеханической системы башенного крана; сделать выводы и рекомендации по учету влияния параметров. За объект исследования принят технологический процесс перемещения груза краном типа КБ-100.1. Технические данные: грузоподъемность крана – 5 тонн; масса крана – 56,2 тонны; вылет стрелы – 20 м; мощность двигателя механизма подъема – 15 кВт; $\gamma=(J_1+J_2)/J_1=2,5$; $T_{M1}=J_1/\beta=0,062$; $\beta=17,95$; $C_{12}=246$; система электропривода – ТПЧ-АД; закон регулирования скорости ротора – изменением отношения $U_{1m}/f_1 = \text{const}$. Предмет исследования – влияние параметров электромеханической системы на динамический момент на отдельных этапах перемещения груза и автоматическое управление им.

Определение динамических нагрузок и их учёт в эксплуатации невозможен при ручном управлении кранами. Это требует повышение степени автоматизации ЭМС крана.

Для эксплуатации ЭМС башенных кранов характерно демпфирование для всех колебаний в крановых конструкциях (рассматривается как пропорциональное скорости). С учетом этого уравнения движения примут вид:

$$J_1 \cdot \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + b_{12} \cdot \left(\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} \right) + c_{12} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = M_1. \quad (1)$$

$$J_2 \cdot \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} - b_{12} \cdot \left(\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} \right) - c_{12} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = M_2. \quad (2)$$

После преобразований уравнений (1) и (2) на основании начальных условий, получаем общее решение этих уравнений (3):

$$M_{12}(t) = e^{-\nu \cdot \Omega \cdot t} \cdot \left[M_0 \cdot \cos \sqrt{1-\nu^2} \cdot \Omega t + \frac{(dM_0/dt) + \nu \cdot \Omega \cdot M_0}{\sqrt{1-\nu^2}} \cdot \sin \sqrt{1-\nu^2} \cdot \Omega t + \right. \\ \left. + \frac{c_{12}}{\Omega \cdot \sqrt{1-\nu^2}} \cdot \int_0^t \left[\frac{M_1(t')}{J_1} - \frac{M_2(t')}{J_2} \right] \cdot e^{\nu \cdot \Omega \cdot t'} \cdot \sin \sqrt{1-\nu^2} \cdot \Omega (t-t') dt' \right], \quad (3)$$

$$\text{где } \int_0^t M_1(t') dt' = \frac{M_{12\max}}{2 \cdot J_2 \cdot \Omega} \cdot (J_1 + J_2); \quad \int_0^t M_2(t') dt' = \frac{M_{12\max}}{2 \cdot J_2 \cdot \Omega \cdot 1,2} \cdot (J_1 + J_2); \quad \nu = \frac{b_{12} \cdot (J_1 + J_2)}{2 \cdot \Omega \cdot J_1 \cdot J_2};$$

$\Omega = \sqrt{\frac{c_{12} \cdot (J_1 + J_2)}{J_1 \cdot J_2}}$; M_0, M_1 – пусковой и текущий моменты электродвигателя; $M_{12}(t)$ и $M_{12\max}$ – изменение динамического момента по времени подъема и его максимальное значение.

Изменение динамических нагрузок носит колебательный характер. Исследование динамических процессов при разных законах формирования движущих сил показали, что амплитудные значения колебаний определяются не только величиной возмущающего воздействия, но и интенсивностью нарастания этого воздействия [2]. Результаты исследований приведены на (рис. 1).

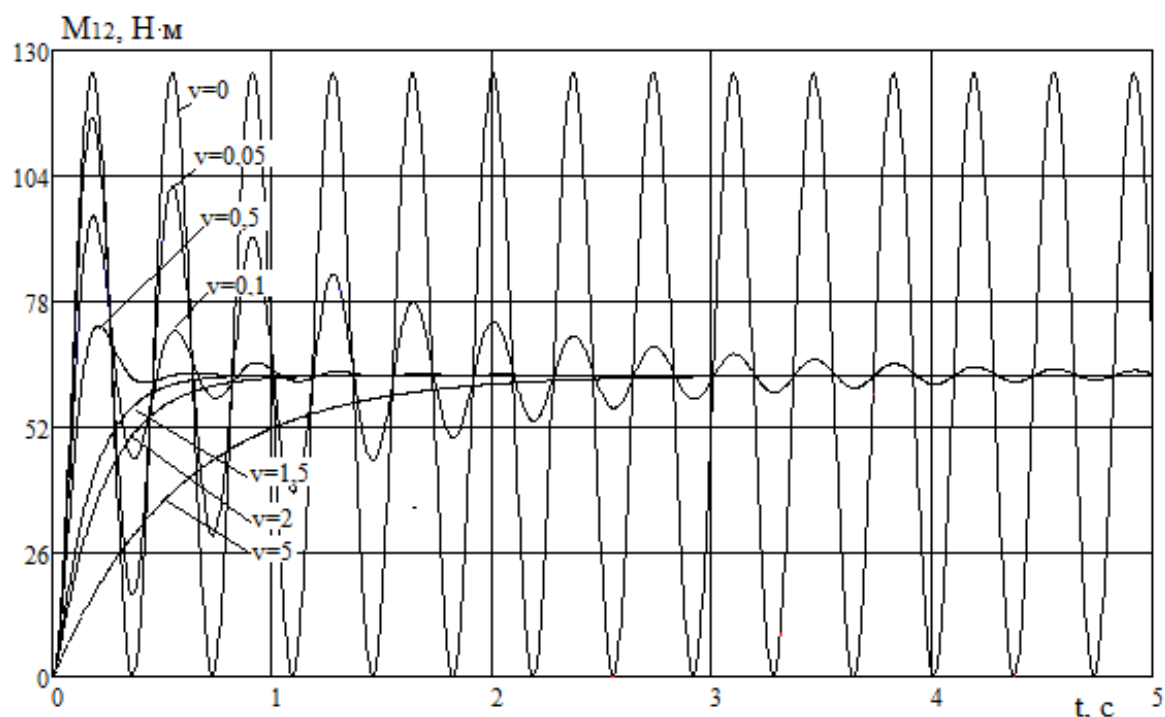


Рисунок 1 – Влияние величины демпфирования на относительный динамический момент

Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать следующие выводы и рекомендации:

- используя уравнение (3) можно рассчитать реакцию колебаний системы с демпфированием на любую функцию возбуждения. Формула применима к различным расчетным моделям грузоподъемных кранов;
- демпфирование влияет на амплитуды динамического момента, несколько уменьшая ее величину на 23 %, что подтверждается и экспериментальными исследованиями. Таким образом, в первый момент подъема на электромеханическую систему подъема башенного крана влияет пиковая динамическая нагрузка, которую следует уменьшать на основании анализа уравнения (3);
- максимальное отношение $M_{12}(t)/M_1$ приблизительно равно 2 при слабом демпфировании $v < 0,1$. При более сильном демпфировании $v \geq 0,1$, что характерно для башенного крана КБ-100.1, отношение $M_{12}(t)/M_1$ находится в пределах от 1,7 до 1,83. Это также говорит о существенной динамической нагрузке при подъеме груза краном;
- период колебаний электромеханической системы крана с демпфированием мало отличается от периода колебаний системы без демпфирования;
- направлением дальнейших исследований является разработка микропроцессорной системы с программным обеспечением, что повысит степень автоматизации в работе механизмов крана и позволит учесть влияние различных параметров при перемещении груза.

Перечень ссылок

1. Корнієнко С.В. Шляхи вдосконалення електромеханічної системи крана на підставі підвищення ступеню автоматизації / С.В. Корнієнко, Н. В. Клімченкова, З.О. Березниченко // Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації: зб. наук. пр. – Кременчук: КрНУ, 2012. – С. 128-129.
2. Шеффлер М. Грузоподъемные краны: в 2-х кн. Кн. 2 / М. Шеффлер, Х. Дресиг, Ф. Курт; пер. с нем. – М.: Машиностроение, 1981. – 287 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯНУЩЕ-ПРАВИЛЬНОГО МЕХАНИЗМА МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Волошин Р.Н., студент; Василец С.В., к.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Технология непрерывной разливки стали и конструкция машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) совершенствуются в направлении повышения скорости разливки, что позволяет повысить производительность и качество продукции. Ограничения, накладываемые на скорость разливки, определяются качеством внутренней структуры заготовки и вероятностью порыва корочки слитка, поскольку при увеличении скорости разливки возрастает интенсивность охлаждения заготовки и скорость её деформации [1].

Тянуще-правильный механизм (ТПМ) МНЛЗ осуществляет продвижение слитка с заданной скоростью из кристаллизатора через зону вторичного охлаждения в зону резки. В большинстве отечественных и зарубежных МНЛЗ в состав ТПМ входит тиристорный электропривод постоянного тока. Показатели надежности таких систем снижаются из-за наличия в двигателях постоянного тока щеточно-коллекторного узла. Это определяет актуальность повышения надежности электропривода МНЛЗ за счет использования асинхронных электродвигателей с частотным регулированием.

Рассмотрим ТПМ МНЛЗ при наличии n -валков, каждый из которых приводится во вращение отдельным асинхронным двигателем (АД, рис. 1). В статорную цепь каждого из двигателей включен преобразователь частоты (ПЧ_н). ПЧ₁-ПЧ_н управляются системой автоматического управления, которая состоит из входного блока ВБ, который контролирует текущие значения тока и скорости каждого двигателя, задатчика алгоритма управления (ЗАУ), блока стабилизации БС и системы диагностирования (СД). Алгоритм управления электроприводом тянуще-правильного устройства, генерируемый ЗАУ, должен обеспечить

плавное регулирование скорости протяжки по секциям. БС обеспечивает расчет и поддержание требуемого по технологии относительного распределения общего момента вытягивания слитка. СД отслеживает возможные неисправности используемого оборудования.

Из системы дифференциальных уравнений АД для пространственных векторов [2]:

$$\begin{cases} d\bar{\psi}_s / dt = \bar{U}_s - \bar{i}_s \cdot R_s; \\ d\bar{\psi}_r / dt = j \cdot \omega \cdot \bar{\psi}_r - \bar{i}_r \cdot R_r; \\ d\omega / dt = (M - M_c) / J, \end{cases} \quad (1)$$

учитывая связь потокосцеплений с токами:

$$\begin{aligned} \bar{\psi}_s &= L_s \cdot \bar{i}_s + L_m \cdot \bar{i}_r \\ \bar{\psi}_r &= L_r \cdot \bar{i}_r + L_m \cdot \bar{i}_s, \end{aligned} \quad (2)$$

можно получить матричное дифференциальное уравнение состояния АД в форме Коши:

$$d\bar{X} / dt = \bar{L}^{-1} \cdot (\bar{U} + \bar{Z}(\bar{X})), \quad (3)$$

где $\bar{X} = [i_{s\alpha} \ i_{s\beta} \ i_{r\alpha} \ i_{r\beta} \ \omega]^T$ – вектор переменных состояний АД;
 $\bar{U} = [U_{s\alpha} \ U_{s\beta} \ 0 \ 0 \ 0]^T$ – вектор напряжений; $\bar{L}$ – матрица индуктивностей АД, причем

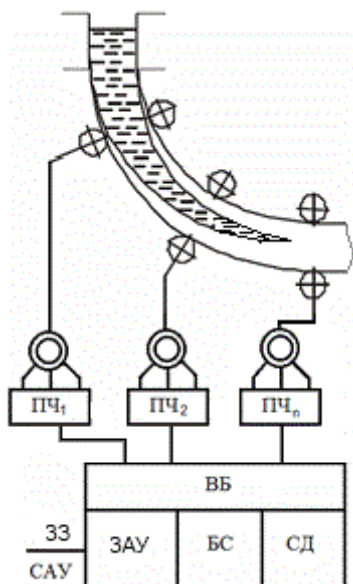


Рисунок 1 – Структурная схема ТПМ МНЛЗ

$$\bar{L} = \begin{bmatrix} L_s & 0 & L_m & 0 & 0 \\ 0 & L_s & 0 & L_m & 0 \\ L_m & 0 & L_r & 0 & 0 \\ 0 & L_m & 0 & L_r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad \bar{Z} = \begin{bmatrix} -R_s \cdot i_{s\alpha} \\ -R_s \cdot i_{s\beta} \\ -\omega \cdot (L_r \cdot i_{r\beta} + L_m \cdot i_{s\beta}) - R_r \cdot i_{r\alpha} \\ \omega \cdot (L_r \cdot i_{r\alpha} + L_m \cdot i_{s\alpha}) - R_r \cdot i_{r\beta} \\ (M - M_c) / J \end{bmatrix};$$

J – момент инерции; $M = -1,5 \bar{\psi}_r \times \bar{i}_r$ – электромагнитный момент; M_c – момент сопротивления; L_s, L_r – полная индуктивность статора и ротора соответственно; L_m – взаимная индуктивность; $i_{s\alpha}, i_{s\beta}, i_{r\alpha}, i_{r\beta}$ – α и β составляющие токов статора и ротора; ω – скорость вращения ротора; $U_{s\alpha}, U_{s\beta}$ – α и β составляющие напряжения статора.

Момент сопротивления на валу двигателя вычисляется следующим образом [1]:

$$M_c = 2 \cdot (\gamma \cdot (B - 2 \cdot k \cdot \sqrt{t}) \cdot R^2 \cdot ((\varphi_2 - \varphi_1) \cdot \sin \varphi_0 + (\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1))) \cdot f + \\ + 2 \cdot G_T \cdot f + Q \cdot f + \mu_{\Pi} \cdot d_{cp} / 2 \cdot (N_H + N_B) - T \cdot D_p / 2,$$

где t – время кристаллизации; γ – удельный вес жидкой стали; B – ширина слитка; k – коэффициент кристаллизации стали; R – радиус кривизны МНЛЗ; $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$ – угловые координаты, зависящие от расположения привода на криволинейной участке; f – коэффициент трения качения; G_T – усилие гидроцилиндра прижатия; d_{cp} – средний диаметр подшипника; N_H, N_B – силы давления на нижние и верхние ролики; Q, T – нормальная и тангенциальная силы слитка; μ_{Π} – коэффициент трения; D_p – диаметр ролика.

На (рис. 2) приведены графики тока и частоты вращения двигателя ТПМ при питании от ПЧ, собранных по схеме «выпрямитель-фильтр-автономный инвертор напряжения» (базовый закон коммутации ключей [3]), полученные в результате моделирования с помощью специально разрабатываемой компьютерной программы.

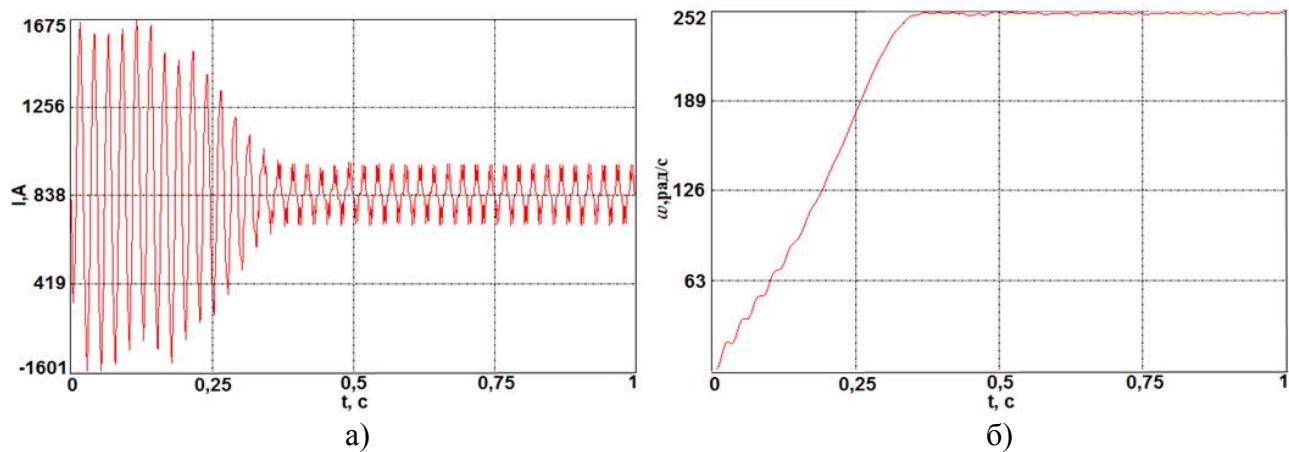


Рисунок 2 – Графики зависимости тока (а) и скорости (б) от времени

В дальнейшем необходимо учесть зависимость времени кристаллизации от скорости вытягивания слитка и удаленности роликов от кристаллизатора.

Перечень ссылок

1. Марголин Ш.М. Электропривод машин непрерывного литья заготовок / Ш.М. Марголин – М.: Металлургия, 1987. – 279 с.
2. Ковач К.П. Переходные процессы в машинах переменного тока / К.П. Ковач, И. Рац – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 744 с.
3. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р.Т. Шрейнер – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 654 с.

СТРАТЕГІЯ РІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В МЕРЕЖІ 0,38/0,22 КВ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Мірошник О.О. к.т.н., доц.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м. Харків, Україна)

Електрична енергія, що постачається енергопостачальними організаціями споживачам за договорами, виступає як товар особливого виду, що характеризується збігом в часі процесів виробництва, транспортування і споживання, а також неможливістю його зберігання і повернення. Відповідно, як до будь-якого виду товару, до електроенергії застосовується поняття «якість».

Одними з основних і найбільш важливих режимних параметрів, що визначає якість електроенергії є несиметрія і несинусоїдальність напруг в трифазних мережах, які існують в мережах тривалий час і призводять до додаткових відхилень напруги на затискачах споживачів, збільшення втрат в елементах мережі та електроприймачах, погіршення умов роботи електроустаткування і т. д.

У якість електричної енергії оцінюється по техніко-економічним показникам, що враховують збиток внаслідок псування матеріалів і устаткування, розлади технологічного процесу, погіршення якості продукції, що випускається, зниження продуктивності праці - так званий технологічний збиток. Крім того, існує і електромагнітний збиток від неякісної електроенергії, який характеризується збільшенням втрат електроенергії, виходом з ладу електротехнічного обладнання, порушенням роботи автоматики, телемеханіки, зв'язку, електронної техніки і т.д. У зв'язку з цим виникає завдання оцінки збитку від неякісної електроенергії, який виражається в додаткових втратах електричної енергії і в скороченні терміну служби обладнання. Тому для вирішення цього завдання необхідно виміряти показники якості електричної енергії (ПЯЕ) на підстанції та оцінити, на скільки зростуть втрати в мережі в порівнянні з режимом роботи мережі, де ПЯЕ не виходять за допустимі межі, і на скільки скоротиться термін служби обладнання. Для цього скористаємося математичним апаратом на основі штучного інтелекту, а саме – нейронних мереж.

Головна особливість нейромережі полягає у паралельній обробці інформації всіма ланками, що дозволяє значно прискорити процес обробки інформації. Також, при великій кількості з'єднань мережа стає більш надійною навіть при пошкодженнях зв'язків між нейронами. Також нейронні мережі здатні до навчання та узагальнення накопичених знань. Нейронна мережа має риси штучного інтелекту. Натренована на обмеженій кількості даних мережа здатна узагальнювати отриману інформацію й показувати гарні результати на даних, що не використовувалися при її навчанні [1].

При розв'язанні задач прогнозування [2] роль нейронної мережі полягає в пророкуванні майбутньої реакції системи за її попередньою поведінкою. Володіючи інформацією про значення змінної x у моменти, попередні прогнозуванню $x(k-1)$, $x(k-2)$, ..., $x(k-n)$, мережа виробляє розв'язок, яким буде найбільш імовірне значення послідовності $x(k)$ у теперішній момент k . Для адаптації ваг коефіцієнтів мережі використовуються фактична похибка прогнозування $\varepsilon = x(k) - \hat{x}(k)$ і значення цієї похибки в попередні моменти часу.

При розв'язанні завдання прогнозування часових рядів у якості нейронної мережі була обрана узагальнено-регресійна мережа, що реалізує методи ядерної апроксимації. У завданнях регресії вихід мережі може розглядатися як очікуване значення моделі в даній точці простору входів. Це очікуване значення пов'язане з густиною імовірності спільного розподілу входних і вихідних даних. Узагальнено-регресійна мережа копіює всередину себе всі навчальні спостереження та використовує їх для оцінки відгуку в довільній точці. Залишкова вихідна оцінка мережі виходить як зважене середнє виходів за усіма навчальними

спостереженнями, де значення ваг відбивають відстань від цих спостережень до тієї точки, в якій проводиться оцінювання [2].

Враховуючи вищесказане використаємо нейронну мережу для рівномірного розподілення навантажень в мережі 0,38/0,22 кВ. На сьогоднішній день відповідно до ПТЕЕ [3] вирівнювання електричних навантажень трансформаторів і головних ділянок ліній 0,38 кВ проводиться монтерським бригадами на підставі результатів вимірювань струмів у фазах в період найбільших навантажень. Якщо в проводах головних ділянок або на шинах 0,4 кВ трансформатора

$$I_A \neq I_B \neq I_C, \quad (1)$$

то після перерозподілення однофазних споживачів між фазами навантаження стає більш-менш рівномірним, тобто:

$$I_A \approx I_B \approx I_C. \quad (2)$$

Як правило, вирівнювання електричних навантажень цим і обмежується. Однак оскільки вмикання або вимикання будь-якого приймача є рівноймовірним і сумарне навантаження підпорядковується статистичним закономірностям, – непридатність симетрування за струмами, які мають місце в даний момент часу, навіть в період найбільших навантажень, очевидне.

В зв'язку з цим пропонується використовувати нейронну мережу, яка враховує зміну навантажень споживачів у часі і дає можливість виконати рівномірний розподіл навантажень по фазах на інших принципах. При цьому рекомендації по переєднанню того чи іншого споживача з максимально навантаженої фази до найменш навантаженої буде давати нейронна мережа на підставі передісторії накопичених даних. На (рис. 1) представлено нейронну мережу для рівномірного розподілення навантажень в мережі 0,38/0,22 кВ.

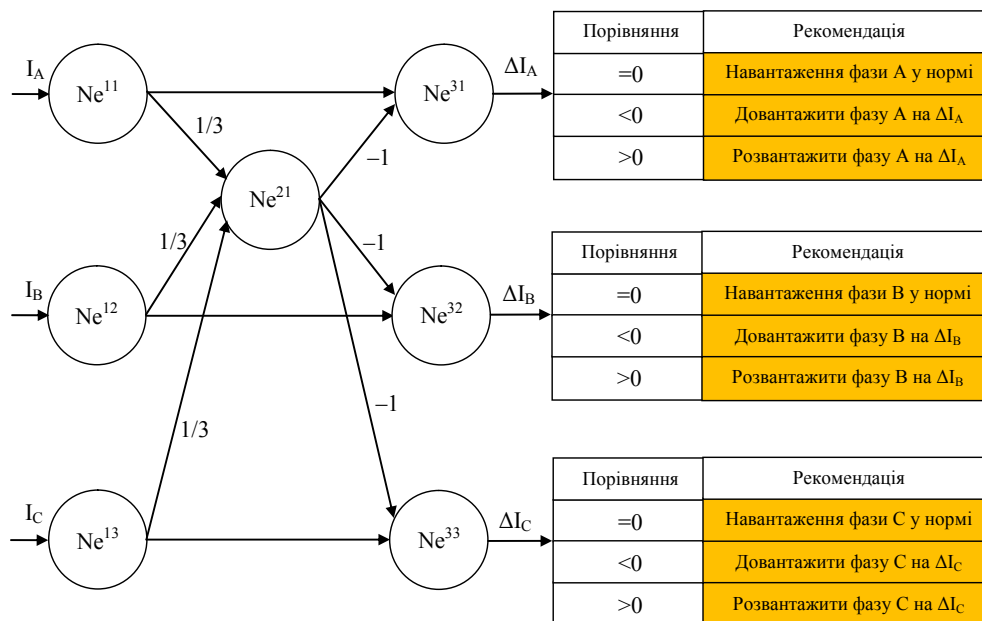


Рисунок 1 – Нейронна мережа для рівномірного розподілення навантажень в мережі 0,38/0,22 кВ

Таким чином, за допомогою нейронної мережі реалізується задача по рівномірному розподіленні навантажень в мережі 0,38/0,22 кВ.

Перелік посилань

1. Суровцев И.С., Клюкин В.И., Пивоварова Р.П. Нейронные сети. – Воронеж: ВГУ, 1994. – 224 с.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – М.: Мир, 1992.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Наказ Міністерства палива та енергетики України від 25 липня 2006 р. № 258.

ВЫБОР РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА В СВАРОЧНОЙ ЗОНЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Поливанчук А.С., студент; Василец С.В., к.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Для нагрева слабов перед прокаткой или ковкой используют прямо-противоточные методические печи (МП), которые обеспечивают нагрев металла до необходимой температуры на поверхности металла и по толщине при соблюдении технологических параметров нагрева (скорость подачи материала и его продвижения, температуры по зонам, времени нахождения металла в агрегате). Автоматизированное управление процессом нагрева позволяет минимизировать брак готовой продукции и уменьшить ее себестоимость, для чего в контуре управления предусматривается корректирующее устройство – регулятор. Целью статьи является выбор типа и параметров регулятора. В качестве объекта регулирования рассматривается сварочная зона МП (рис. 1), оснащенная датчиком температуры D_m (термопара), питающий газопровод которой оборудован датчиком расхода топлива (D_p) и заслонкой. Система управления должна обеспечивать время переходного процесса (ПП) $t_{nn}=7000\div7500$ с, величину перерегулирования $\sigma = 4,3$ % соответственно [1]. Без использования регулятора величина перерегулирования находится в заданном диапазоне, однако длительность ПП составляет $t_{nn} = 35 \cdot 10^3$ с [3].

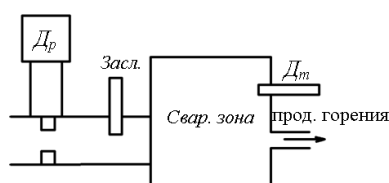


Рисунок 1 – Структурная схема объекта регулирования

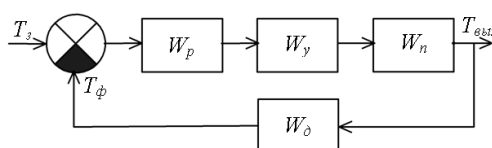


Рисунок 2 – Структурная схема системы регулирования

Математическая зависимость изменения температуры в зоне от количества сжигаемого топлива имеет вид:

$$t_{жар.} = Q_n^p / (V_{n.г.} \cdot C_0^{t_{жар.}}), \quad (1)$$

где $t_{жар.}$ – температура жаропроизводительности, °К; $Q_n^p = 42$ кДж/м³ – низшая рабочая теплота сгорания природного газа; $C_0^{t_{жар.}} = 1,550$ кДж·м³/К – теплоемкость природного газа при заданной жаропроизводительности; $V_{n.г.}$ – объем газа, подаваемого на горелки, м³.

Из (1) определим искомую функцию регулирования во времени:

$$dt_{жар.} / d\tau = Q_n^p / (V_{n.г.} \cdot C_0^{t_{жар.}}). \quad (2)$$

Выражение (2) позволяет получить передаточную функцию объекта регулирования как апериодическое звено первого порядка с коэффициентом усиления $K_{печи} = 27,1$ и постоянной времени $T_{печи} = 2160$ с, которая определена по переходной характеристике нагрева газоз-воздушной смеси [2].

$$W_n(p) = K_{печи} / (T_{печи} \cdot p + 1). \quad (3)$$

Структурная схема системы регулирования приведена на (рис. 2), где: T_z – температура заданная как входное воздействие, примем равной 2000° С; T_ϕ , °С – температура фактическая полученная с датчика, термопары; W_p – передаточная функция регулятора, которую

требуется определить; W_y – передаточная функция регулирующего устройства (привода); W_n – передаточная функция объекта регулирования (МП); W_d – передаточная функция датчика температуры (термопары).

В качестве управляющего устройства используется задвижка с асинхронным электроприводом, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_o(p) = K_o / (T_o \cdot p + 1) \cdot (T_m \cdot p + 1), \quad (4)$$

где $K_o = 1,3 \cdot 10^{-4}$ – коэффициент усиления привода; $T_o = 0,02$ с – электромагнитная постоянная; $T_m = 3,2 \cdot 10^{-3}$ с – механическая постоянная.

В качестве датчика температуры используется термопара ТВР-А-1, передаточная функция которой представляет собой апериодическое звено первого порядка:

$$W_{тп}(p) = K_{mn} / (T_{mn} \cdot p + 1), \quad (5)$$

где $K_{mn} = t_{mn} / U_{вых} = 0,00045$ – коэффициент усиления; $T_{mn} = 32$ с – постоянная времени.

Поскольку объект содержит одно инерционное звено с большой постоянной времени, то в качестве регулятора принимаем ПИ-регулятор. Заменяя звенья с малыми инерционностями одним эквивалентным звеном с постоянной времени, равной:

$$T_\mu = \sum_{i=2}^n T_i = T_o + T_m + T_{mn} = 32,023 \text{ с},$$

получим передаточную функцию регулятора, настроенного на технический оптимум:

$$W_p(p) = \beta \cdot (T_p \cdot p + 1) / T_\mu \cdot p,$$

где $\beta = T_p / 2 \cdot K_{об} \cdot K_n \cdot T_\mu = 9146$, причем $K_n = 0,0035$,

Передаточная функция контура с регулятором с единичной обратной связью имеет вид.

$$W_2(p) = \beta \cdot K_o \cdot K_n \cdot (T_{mn} \cdot p + 1) / (T_o \cdot p + 1) \cdot (T_m \cdot p + 1) \cdot (T_{mn} \cdot p + 1) \cdot T_\mu \cdot p + K_o \cdot K_n \cdot K_{mn} \cdot \beta \quad (6)$$

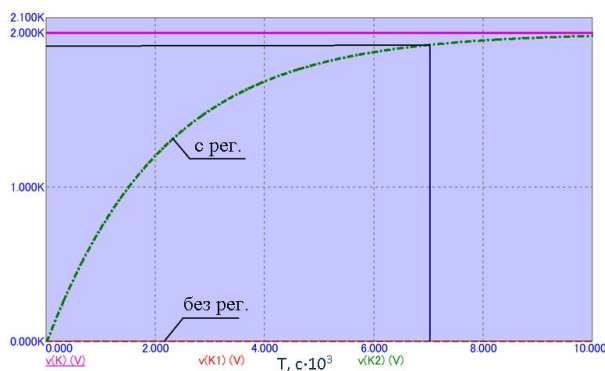


Рисунок 3 – Результат моделирования системы с использованием регулятора

График ПИ, полученный в результате моделирования с использованием программного пакета SPECTRUM MICROCAP V7.08, приведен на (рис. 3).

Таким образом, при использовании в контуре управления ПИ – регулятора переходный процесс носит апериодический характер, время переходного процесса составляет $t_n = 7018$ с. Данные показатели качества соответствуют требованиям представленным к разрабатываемой АСУ методической печью, что в сочетании с

использованием горелок средней и малой мощности, со значительным коэффициентом регулирования, позволяет изменять тепловой режим в рабочем пространстве в широких пределах.

Перечень ссылок

1. Буглак Л.И., Вольфман И.Б., Автоматизация методических печей/ Л.И. Буглак, И.Б. Вольфман – М.: «Металлургия», 1981. – 386 с.
2. Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых – 2011 / Матеріали ХІ науково-технічної конференції асперантів і студентів. – Донецьк, ДонНТУ – 2011.

РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРІВ СІЛЬСЬКИХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ МЕРЕЖ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Сотнік О.В., асистент; Лисиченко М.Л., д.т.н., проф.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна)

Світові тенденції розвитку енергетики свідчать про щорічне зростання споживання електроенергії мешканцями, як великих міст, так і невеликих населених пунктів. В Україні майже 50 % всієї електроенергії використаної споживачами в сільській місцевості витрачається в житловому секторі та сфері культурно-побутового обслуговування населення. Причому, специфіка сільського комунально-побутового електроспоживання є такою, що випадкова мінливість електронавантаження є його органічною властивістю. Споживання електроенергії коливається в досить широкому діапазоні, що відбивається на заповненні добових графіків електронавантаження [1, 2].

Рациональне використання потужностей трансформаторів забезпечує максимальну ефективність капітальних вкладень і матеріальних витрат в сільських електромережах. Для виявлення існуючого стану використання потужностей трансформаторів були зібрані і оброблені статистичні дані навантажень по 182 ТП потужністю від 63 до 400 кВ·А розташованих в зонах обслуговування енергетичних компаній Полтаваобленерго та Харківобленерго. Перерахувавши всі можливі значення випадкової величини (в наших дослідженнях - використання трансформаторної потужності) і вказавши ймовірність цих значень, одержали розподілення випадкової величини [3]. За результатами отриманих даних склали табл. 1. Варіаційні ряди у нашому випадку з однаковими інтервалами 0,1. В колонці 3 табл. 1 вказано скільки ТП працювало з відповідним завантаженням. Відносна частота ω_k к-го варіанту (інтервалу завантаження ТП) – це відношення абсолютної частоти к-го варіанту до суми всіх абсолютних частот варіантів:

$$\omega_k = \frac{m_k}{\sum m}. \quad (1)$$

Нагромаджена частота $\omega_{\sum k}$ знаходилась на основі складання всіх варіантів відносних частот (інтервалів завантаження трансформаторів), попередніх даному із відносною частотою цього варіанту:

$$\omega_{\sum k} = \sum_{k=1}^n \omega_k. \quad (2)$$

На (рис. 1) наведені емпірична і диференціальна крива розподілу завантаження трансформаторів. Як видно з даних кривих, більшість трансформаторів завантажені від 50 до 80 % і гістограма добре описується кривою нормального розподілення. Верхня межа завантаження трансформаторів складала 1,3, а нижня – 0,1 від номінальної потужності. Тільки 8 % трансформаторів мають навантаження менше 40 % від номінального і 2 % – більше 110 % від номінального. Характеристики навантажень (максимуми заповнення добових графіків навантаження) змінювались з часом випадково.

Таким чином, проведені дослідження вказують на те, що для вивчення режимів роботи розподільних трансформаторів, що живлять сільське комунально-побутове електронавантаження, необхідно брати до уваги і коефіцієнти завантаження ТП.

Таблиця 1 – Використання трансформаторної потужності

Завантаження, κ_z		Абсолютна частота, m_K	Відносна частота, ω_K	Нагромаджена частота, $\omega_{\sum K}$
від	до			
1	2	3	4	5
0	0,1	0	0,0000	0,0000
0,1	0,2	1	0,0055	0,0055
0,2	0,3	4	0,0220	0,0275
0,3	0,4	6	0,0330	0,0605
0,4	0,5	22	0,1208	0,1813
0,5	0,6	43	0,2363	0,4176
0,6	0,7	45	0,2472	0,6648
0,7	0,8	38	0,2088	0,8736
0,8	0,9	15	0,0824	0,9560
0,9	1,0	4	0,0220	0,9780
1,0	1,1	1	0,0055	0,9835
1,1	1,2	2	0,0110	0,9945
1,2	1,3	1	0,0055	1,0000
		$\sum m=182$	1,0000	

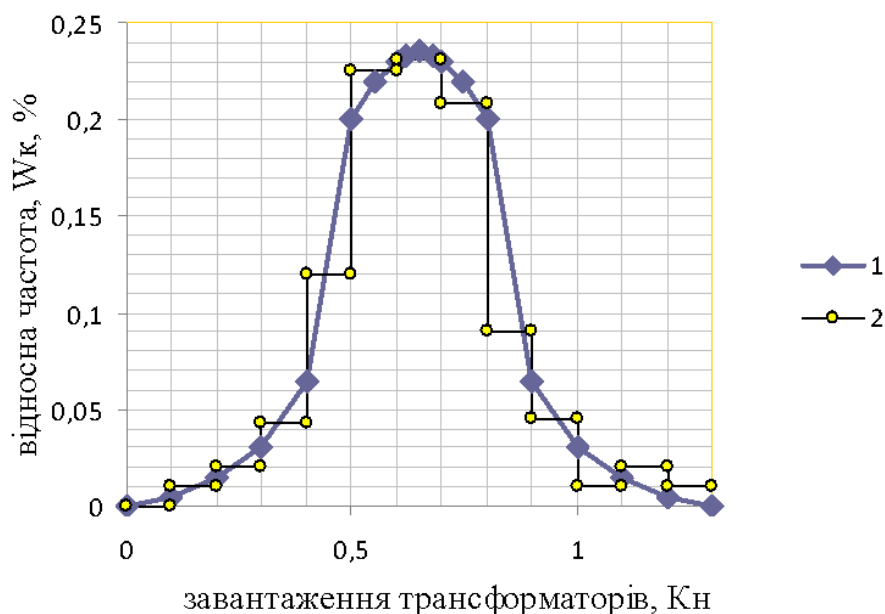


Рисунок 1 – Криві розподілення завантажень трансформаторів: 1 – емпірична гістограма трансформаторів; 2 – диференціальна крива розподілення

Перелік посилань

1. Енергетичні потужності та споживання електроенергії в сільському господарстві за 2007 рік // Статистичний бюлетень. Державний комітет статистики України. – К.: 2008.
2. Сотнік О. В. Тенденції розвитку сільського побутового електроспоживання / О. В. Сотнік, О. В. Лугова, В. Д. Стрижак // Наукові праці Кременчуцького державного політехнічного університету. Вісник КДПУ – Кременчук: КДПУ, 2005. – Вип. 6/2005 (35). – С. 23–26.
3. Венецкий И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. М. Венецкая. – М.: Статистика, 1979. – 448 с.

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ г. ХАРЬКОВА

Бабаев В.Н., доктор госуправления, проф.; Сухонос М.К., к.т.н., доц.; Калужный Д.Н., к.т.н., доц.
(Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков, Украина)

Электроснабжение города в целом и отдельных его элементов должно удовлетворять требованиям надежности и экономичности. Как первое, так и второе зависит от технико-экономического состояния электрических сетей (ЭС).

Система электроснабжения (СЭ) г. Харькова имеет три ступени высокого напряжения 110/35/10(6) кВ. Его потребление электроэнергии (ЭЭ), как и большинства крупных городов, характеризуется постоянным ростом и по состоянию на 2011 г. составляет 2781486 тыс.кВт·час (рис. 1). Потери ЭЭ в СЭ за последние пять лет вышли на установившийся уровень порядка 13,5 % (рис. 2), что практически в два раза выше, чем в странах дальнего зарубежья [1].

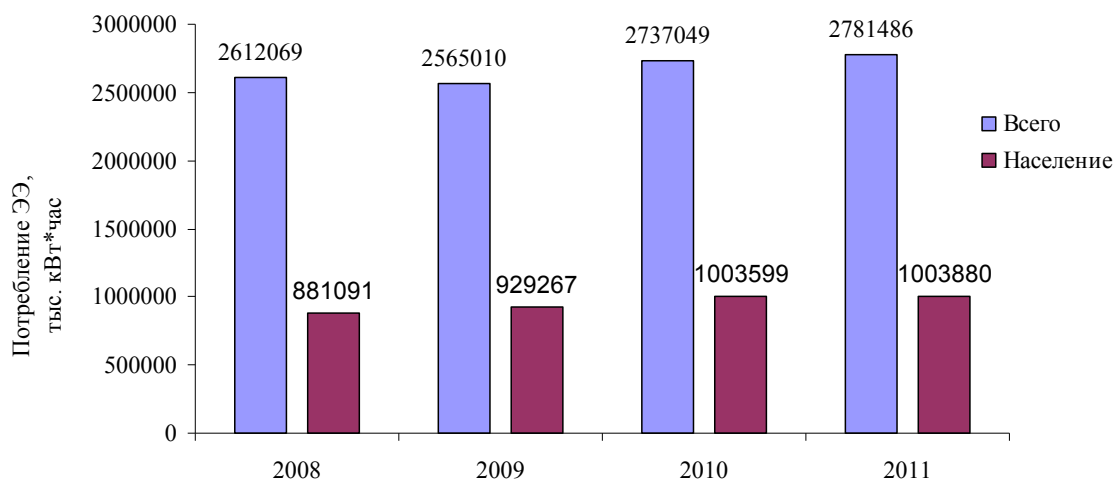


Рисунок 1 – Потребление ЭЭ г. Харькова

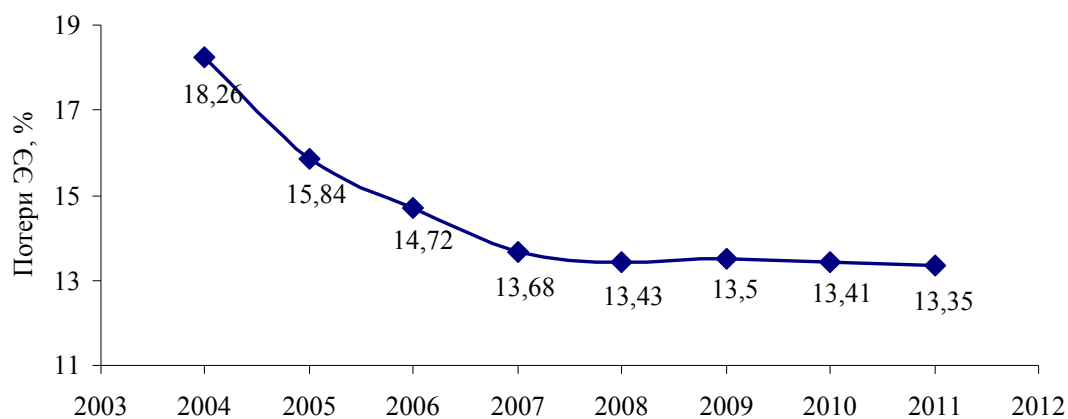


Рисунок 2 – Годовые потери ЭЭ в ЭС «Харьковоблэнерго»

Распределительные сети СЭ г. Харькова выполнены кабельными (КЛ) и воздушными (ВЛ) линиями, а также самонесущими изолированными проводами (СИП), эксплуатационные характеристики которых приведены в (табл. 1). По силовым трансформаторам аналогичная информация указана в (табл. 2). Как видно СЭ г. Харькова, выполненная в основном КЛ с преобладающим большинством ЭС 6 кВ, более чем на половину исчерпала свой нормативный срок эксплуатации. Как следствие этого, в СЭ имеет место повышенная аварийная повреждаемость её элементов. Кроме этого, значительное увеличение электропотребления бытовых потребителей в совокупности с отсутствием реконструкции распределительных

сетей привело к проблеме пропускной способности СЭ с вытекающими из нее последствиями: увеличенные потери мощности; неудовлетворительные уровни напряжения; сбои в работе электрооборудования и т.д.

Таблица 1 – Характеристика ЛЭП распределительных сетей СЭ г. Харькова

Вид	Длина, км	В эксплуатации больше 30 лет, км/%	Вид	Длина, км	В эксплуатации больше 30 лет, км/%
ВЛ 10 кВ	0,635	-/-	КЛ 35 кВ	6,7	1,8/26,9
ВЛ 6 кВ	8,543	5,455/63,9	КЛ 10 кВ	793,057	326,734/41,2
ВЛ 0,4 кВ	1150,91	1078,732/93,7	КЛ 6 кВ	2923,019	1775,006/60,7
СИП 0,4 кВ	12,268	-/-	КЛ 0,4 кВ	2137,823	1252,724/58,6

Таблица 2 – Характеристика трансформаторов распределительных сетей

Класс напряжения	Количество		Установленная мощность	
	общее, шт.	в эксплуатации больше 25 лет, шт/%	общая, тис.кВА	в эксплуатации больше 25 лет, тис.кВА/%
10 кВ	942	528/56	472,010	241,120/51,1
6 кВ	3485	1929/55,3	1196,208	543,968/45,5

Рассмотрим капиталовложения сетевой компании «Харьковоблэнерго» (рис. 3). Их анализ показал, что все они направлены, в основном, на развитие и реконструкцию ЭС высокого напряжения 110 кВ (более 70 %). Незначительная часть финансирования (менее 30 %) идет на распределительные сети высокого и низкого классов напряжения. Так, за последние пять лет, выполнены строительство и реконструкция 16 КЛ 6-10 кВ, 28 трансформаторных подстанций 6-10 кВ, 8 КЛ 0,38 кВ и 29 ВЛ 0,38 кВ.

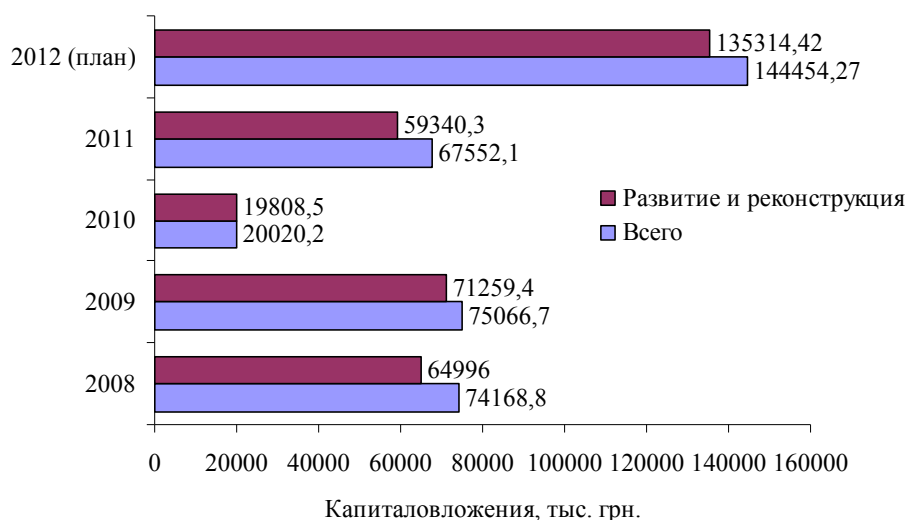


Рисунок 3 – Годовые капиталовложения сетевой компании «Харьковоблэнерго»

В результате проведенного анализа, можно сделать следующий вывод, что СЭ г. Харькова по технико-экономическим показателям своей работы находится в недостаточно удовлетворительном состоянии и нуждается в глобальной реконструкции ЭС, а также внедрении современного оборудования и инновационных технологий для повышения эффективности её работы, что является неотъемлемой частью процесса устойчивого развития Харьковской области [2].

Перечень ссылок

1. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях / В.Э. Воротницкий, М. А. Калинкина, Е. В. Комкова, В. И. Пятигор // Энергосбережение. – 2005. – №2. – С. 90-95.
2. Основи сталого розвитку Харківської області до 2020 року / М. М. Добкін, С.І. Чернов, Г. А. Кернес та ін. – Х.: Видавничий Дім «ІНЖЕК», 2010. – 512 с.

УЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ОШИБКАХ В СХЕМАХ ВКЛЮЧЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Калюжный Д.Н., к.т.н., доц.

(Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков, Украина)

Одной из составляющих коммерческих потерь электрической энергии (ЭЭ) является её неверный учет при ошибках в схемах включения счетчиков ЭЭ. На сегодняшний день определение действительного электропотребления (ОДЭ) в таких случаях производится согласно Правилам пользования ЭЭ (ППЭЭ) по средней или расчетной величине электропотребления [1, 2] в зависимости от стороны виновной в нарушении ППЭЭ. При этом погрешность ОДЭ будет определяться числовыми характеристиками следующих случайных величин: средней мощности (P_c), максимальной мощности (P_m) и времени использования наибольшей нагрузки ($T_{нб}$).

Рассмотрим метод ОДЭ, основанный на проведении математических корректировок, измеряемых счетчиком ЭЭ, токов и напряжений [3]. Для его реализации в реальном масштабе времени необходимо использование современных цифровых измерительных систем. Отличительной особенностью данного метода является необходимость предварительного решения задачи определения схемы включения (ОСВ) счетчика ЭЭ.

Как показали проведенные исследования по вопросу ОСВ счетчиков ЭЭ [4-7], эффективное решение данной задачи требует в начале отдельного, а затем совместного ОСВ систем учета ЭЭ по цепям тока и напряжения. Кроме этого, задача ОСВ счетчиков ЭЭ характеризуется областью однозначного решения и некоторой степенью вероятности точного решения, которые определяются качеством ЭЭ и характером нагрузки.

Так, для трехэлементного учета ЭЭ с включением счетчика по десятипроводной схеме с независимыми токовыми цепями должны выполняться следующие условия:

$$\begin{aligned} K_{2U}^* + K_{0U}^* < \sin \left[15 - \arcsin \left(K_{2U}^* \right) \right]; \Delta \varphi_{нагр} < \left[30 - \arcsin \left(2 K_{0I}^* + K_{2I}^* \right) - \arcsin \left(2 K_{0U}^* + K_{2U}^* \right) \right]; \\ K_{2I}^* + K_{0I}^* < \sin(15); \delta U_{y-}^* > \frac{1 + \sqrt{3}}{2 \cdot \left(\sqrt{3} - \sqrt{3} K_{2U}^* \right)} - 1; \delta U_{y+}^* < \frac{1 + \sqrt{3}}{2 \cdot \left(1 + K_{2U}^* + K_{0U}^* \right)} - 1, \end{aligned} \quad (1)$$

где K_{2U}^* , K_{2I}^* , K_{0U}^* и K_{0I}^* – коэффициенты несимметрии напряжений и токов по обратной и нулевой последовательностям, выраженные в о.е.; $\Delta \varphi_{нагр}$ – отклонение угла нагрузки $\varphi_{нагр}$ от некоторого его среднего значения; δU_{y-}^* и δU_{y+}^* – установившееся отклонение напряжения по нижней и верхней границам, выраженное также в о.е.

Для двухэлементного учета ЭЭ с включением счетчика по семипроводной схеме с независимыми токовыми цепями:

$$\begin{aligned} K_{2I}^* < \sin(15); K_{2U}^* < 1/4; \delta U_{y-}^* > \frac{3}{4 \cdot \left(1 - K_{2U}^* \right)} - 1; \delta U_{y+}^* < \frac{3\sqrt{3}}{4 \cdot \left(\sqrt{3}/2 + \sqrt{3} K_{2U}^*/2 \right)} - 1; \\ \Delta \varphi_{нагр} < \left[30 - \arcsin \left(K_{2U}^* \right) - \arcsin \left(K_{2I}^* \right) \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Для схем включения счетчиков ЭЭ с зависимыми токовыми цепями несимметрия параметров режима работ сети должна быть значительно меньше, чем ограниченная неравенствами (1) и (2).

Проанализируем оценку погрешности метода ОДЭ, основанного на проведении математических корректировок, измеряемых счетчиком ЭЭ, токов и напряжений. Как показали проведенные исследования, она также зависит от несимметрии параметров режима работы сети. Для наиболее тяжелого случая, когда одним из измерительных элементов счетчика ЭЭ не производится контроль тока и напряжения, погрешность приближенно определенной мощности не будет превышать значений, вычисленных по нижеприведенным выражениям [8]:

Для трехэлементного учета:

$$\Delta_{s(3)} = 3U_1 I_1 \left[K_{0I}^* \left(1 + K_{2U}^* + K_{0U}^* \right) + K_{0U}^* \left(1 + K_{2I}^* \right) \right].$$

Для двухэлементного учета:

$$\Delta_{s(2)} = 3U_1 I_1 \left[K_{2I}^* K_{2U}^* (\sqrt{3} + 2) + K_{2I}^* + K_{2U}^* \right].$$

Таким образом, рассмотренный метод ОДЭ, основанный на проведении математических корректировок, измеряемых счетчиком ЭЭ, токов и напряжений при его реализации в современных цифровых контрольно-измерительных устройствах позволит в реальном масштабе времени проводить учет ЭЭ при наличии ошибок в схемах включения счетчиков ЭЭ. Погрешность учета ЭЭ в таких случаях будет определяться несимметрией параметров режима работы сети.

Перечень ссылок

1. Про затвердження Правил Оптового ринку електричної енергії України в редакції, затвердженій Радою ринку від 4 вересня 2003 р.: постанова від 23.07.2003 № 921 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=n0002227-96>.
2. Про затвердження Методики визначення обсягу та вартості електричної енергії, необлікованої в наслідок порушення споживачами правил користування електричною енергією: постанова від 04.05.2006 р. № 562 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eps.lviv.ua/baza.html>.
3. Калюжный Д.М. Визначення дійсного електроспоживання при помилках у схемах включення лічильників електричної енергії / Д.М. Калюжный // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2011. – Вип. 116. – С. 7-9.
4. Калюжный Д.Н. Определение схемы подключения трехэлементного счетчика электроэнергии по цепям напряжения в условиях несимметрии напряжений / Д.Н. Калюжный // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2008. – № 18 частина II. – С. 114-118.
5. Калюжный Д.Н. Методика и алгоритм определения схемы включения систем учета электроэнергии по токовым цепям / Д.Н. Калюжный. Наукові праці Донецького Національного технічного університету. Серія “Електротехніка і енергетика”. – Донецьк: ДонНТУ. – 2009. – Випуск 9 (158). – С. 116-120.
6. Калюжный Д.Н. Определение схем включения счётчиков совместно по цепям тока и напряжения с учётом качества электрической энергии / Д.Н. Калюжный // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – №7(77). – С. 13 – 19.
7. Калюжный Д. Н. Оценка погрешности определения действительного электропотребления при ошибках включения счетчиков электрической энергии с учетом ее качества / Д.Н. Калюжный // Наукові праці Донецького Національного технічного університету. Серія “Електротехніка і енергетика”. – Донецьк: ДонНТУ. – 2011. – Випуск 11 (186). – С. 170-173.

КВАДРАТИЧНОЕ ИНЕРЦИОННОЕ СГЛАЖИВАНИЕ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ЭМС

Козлова С.В., студент; Дмитриева Е.Н., к.т.н., проф.

(ГВУЗ «Донецкий Национальный Технический Университет», г. Донецк, Украина)

Для того, чтобы адекватно оценивать показатели качества электроэнергии, необходимо создавать модели, которые бы отражали основные свойства объектов, помехи, реакции на помехи. В зависимости от созданной модели, различают статические и динамические показатели электромагнитной совместимости (ЭМС). В статических моделях реакция и помеха связаны функциональной зависимостью, но такие модели подходят только для медленно изменяющихся процессов или вообще не изменяющихся. В динамических же моделях выходной процесс связан с помехой дифференциальным или интегральным уравнениями и применяются такие модели для описания быстроменяющихся процессов. Одной из составляющих динамических моделей ЭМС является блок квадратичного инерционного сглаживания (КИС) реакции электроприемников или человека на помехи ЭМС.

Модель действия помехи на электрические объекты приведена на (рис. 1). Эта модель включает в себя взвешивающий фильтр ВФ, на вход которого подается помеха $x(t)$, а на выходе моделируется реакция на помеху $y(t)$, блок квадратичного инерционного сглаживания (КИС) и блок ПЭ вычисления показателей ЭМС ψ . Блок КИС состоит из квадратора 1, который учитывает, что воздействие помехи зависит от мощности реакции y^2 и инерционного (апериодического) звена 2, на выходе которого протекает квадратичный инерционный процесс $w(t)$.

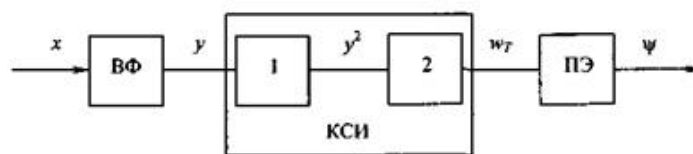


Рисунок 1 – Модель воздействия помехи

Инерционность объекта зачастую достаточно моделировать инерционным звеном первого порядка, постоянного времени которого совпадает с постоянной инерции объекта. В этом случае процессы на входе и на выходе блока КИС связаны дифференциальным уравнением:

$$T \frac{dw_T}{dt} + w_T = y^2. \quad (1)$$

Чем больше постоянная инерции T системы, тем больше сглаживается выходной процесс. Квадратичный инерционный процесс $w(t)$ имеет размерность квадрата реакции. В связи с этим удобно использовать приведенное выражение:

$$y_{wT}(t) = \sqrt{w_T(t)}, \quad (2)$$

Размерность ординат которого совпадает с размерностью ординат реакции.

В проектировании входной процесс обычно задан в виде ступенчатого или кусочно-линейного графика. В первом случае формула для квадратичного инерционного процесса будет иметь вид:

$$w_{Tr}(t) = w_{Tr} \exp(-\gamma t) + a\gamma^2(1 - \exp(-\gamma t)). \quad (3)$$

Во втором же случае процесс на каждом участке описывается параболами с коэффициентами C_{γ}^2 , $2C_{\gamma}d_r$ и d_{γ}^2 , тогда формула имеет вид:

$$w_{Tr} = a(\gamma_r^2(t) - 2Tt + 2c_r^2T^2 - 2a_rb_rT + (\frac{w_{Tr}}{a - 2c_r^2T^2 - d_r^2})\exp(-\gamma t)). \quad (4)$$

График инерционного процесса строится методом последовательных интервалов. Если же входной процесс задан в виде решетчатой функции, то в пределах каждого шага дискретизации нет необходимости в построении графика инерционного процесса – достаточно лишь вычислять конечные ординаты, для этого в формулу (3) достаточно подставить значение $t=\Delta$.

Порядок инерционного процесса зависит от количества входной информации (корреляционной функции (КФ), закона распределения, дисперсии, среднего значения). Сглаженность графика зависит от постоянной времени, чем она больше, тем больше сглаживается график. При оценивании ЭМС рассматривается не весь график, а только его экстремумы.

Перечень ссылок

1. Кузнецов В.Г., Куренный Э.Г., Лютый А.П. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения. – Донецк: «Норд-пресс», 2005.

УДК 681.51

CONTROLE DE MODES OSCILLANTS DANS LES TRANSMISSIONS ELECTROMECHANIQUES DE ROBOT KATANA

Sniegina I.A., étudiante^{1,2}; Kovaliov A.P., prof.¹; Henaff P., prof.²

(¹Université nationale technique de Donetsk, Donetsk, Ukraine. ²Université de Cergy-Pontoise, Cergy-Pontoise, France)

L'objectif de ce travail est la nécessité maintenir la fréquence d'oscillations du bras constante pour n'importe quel raideur articulaire. Pour cela on fait l'adaptation du neurone de Rowat-Selverston.

Pour la recherche on utilise le robot manipulateur avec cinq degrés de liberté Katana (KatHD300s) de la fabricant suisse Neuronics [1].

On considère l'adaptation de la fréquence et de l'amplitude de signal d'entrée.

Nous appliquons la production des rythmes par lddl pour le bras Katana. On appelle θ le paramètre angulaire du bras. On cherche à faire en sorte que ce paramètre suive le rythme d'oscillateur. On peut dire, que robot apprend et s'autocorrige grâce à son réseau neuronal, c'est-à-dire grâce à neurone de Selverston.

Quand l'oscillateur de Selverston est oscillant, on peut voir que l'oscillateur adapte sa fréquence pour être égale à celle de la fréquence du signal d'entrée mais qu'il y a un décalage de phase entre V et l'input. Lorsque les signaux sont en phase ils oscillent à la même fréquence, et le problème d'apprentissage peut se traduire en un problème d'annulation du déphasage.

On fixe σ_f et on souhaite apprendre σ_s .

La formule essentielle pour l'apprentissage de la fréquence [2]:

$$\frac{d\sigma_s}{dt} = -\lambda \frac{2}{\tau_m} \sqrt{\sigma_s} I_{inj} q$$

On utilise le signal d'entrée sinusoïdal. Par exemple, les paramètres sont les suivants: $\sigma_f = 2$; $\tau_m = 0,2$; $\tau_s = 2,8$; $A_f = 3$; $I_{inj} = 0,5 \sin(2\pi t/\omega)$; $V_0 = 0$; $q_0 = 0,2$; $\lambda = 1$.

La durée nécessaire d'adaptation pour que σ_s converge à près vers une valeur finale augmente avec la fréquence d'entrée.

Pour apprendre l'amplitude du signal d'entrée, c'est-à-dire de faire varier l'amplitude de la sortie du neurone de Selverston en fonction de celle du signal d'entrée en plus de sa fréquence, on

cherche à apprendre les deux paramètres σ_s et A_f simultanément. On choisit le pas d'apprentissage de A_f inférieur à celui de σ_s puisque ici l'apprentissage de A_f fonctionne seulement lorsqu'il y a une synchronie entre les deux signaux d'entrée et de sortie. Ces signaux doivent être proches d'être en phase et de même fréquence.

Afin d'augmenter l'amplitude lorsque le courant injecté est plus fort que le courant de l'oscillateur, et qu'il soit égale à 0 quand il n'y plus e courant en entrée, on propose l'apprentissage de A_f , en utilisant l'équation suivante[2]:

$$\frac{dA_f}{dt} = -\mu \left(\frac{1}{\epsilon} I_{inj} \right)^2 \left(V^2 - \left(\frac{1}{\epsilon} I_{inj} \right)^2 \right)$$

Ici le μ est le pas d'apprentissage du paramètre A_f c-à-d de l'amplitude; $\epsilon = 0,1$.

Dans cette équation, quand l'entrée et la sortie sont en phase et de même fréquence, si l'amplitude de V est supérieure à celle de l'entrée, A_f tend à diminuer et alors l'amplitude de la sortie du neurone de Selverston avec lui.

On a obtenu les meilleurs résultats pour la fréquence $f = 1$ Hz (fig. 1).

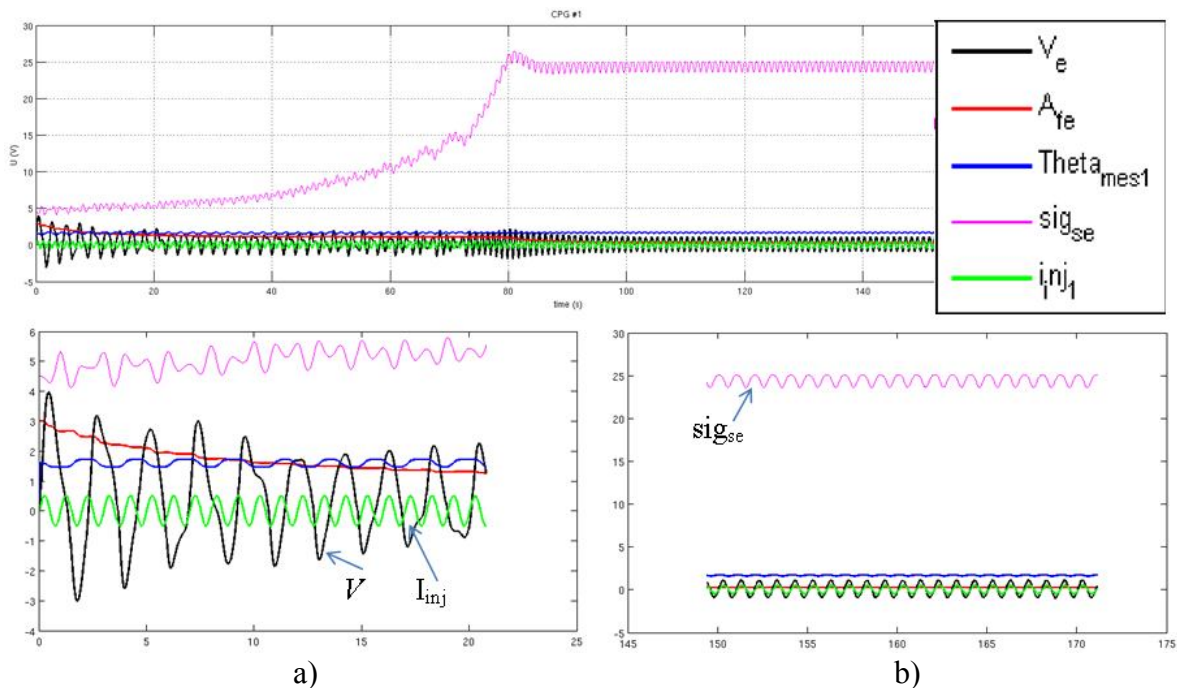


Figure 1 – Adaptation de la fréquence et de l'amplitude: (a) début d'adaptation; (b) fin d'adaptation

Quand σ_s augmente, le paramètre A_f augmente encore. Et quand σ_s stabilise, A_f commence se diminuer. Lorsque le paramètre A_f se stabilise, on a l'adaptation.

Il est nécessaire synchroniser deux processus d'adaptation. La valeur du paramètre A_f influe sur la convergence σ_s . On indique, que σ_s se stabilise plus vite, quand il y a deux apprentissage en ensemble. Quand il y a l'apprentissage de la fréquence uniquement, la stabilisation est plus lente.

Si on fait les expériences en basse fréquence, il y a les problèmes, parce que la tension V n'oscille pas autour de 0.

Si on fait les expériences en fréquence plus haute, il y a d'autre problème. L'apprentissage est plus difficile et plus longue.

Remerciement. Je voudrais remercier Melnyk A., Khomenko V., Gaussier Ph et ETIS, ENSEA, Université de Cergy-Pontoise, CNRS, (IUF) F-95000, Cergy-Pontoise.

Bibliographie

1. Ludovic Righetti, Jonas Buchli, Auke Jan Ijspeert. Adaptive Frequency Oscillators and Applications, The Open Cybernetics and Systemics Journal, 2009, 3, 64-69.
2. Alex MESNIL. Neurocybernétique: apprentissage d'un mouvement rythmique par le robot Nao, Rapport de stage dans laboratoire ETIS 11/11/11, 43.

ПОГРЕШНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙТРАЛИ

Чорноус Е.В., ст. препод.¹; **Антамонов В.Х.,** к.т.н., доц.¹;

Нагорный М.А., к.т.н., старший научный сотрудник²

¹ГВУЗ «Донецкий Национальный Технический Университет», г. Донецк, Украина.

²Украинский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт взрывозащищенного и рудничного электрооборудования с опытно-экспериментальным производством, г. Донецк, Украина)

Постановка задачи. Надежная при высоком быстродействии работа устройства выбора поврежденной фазы (УВФ) в системе с изолированной нейтралью обеспечивается непрерывной информацией о мгновенных значениях потенциала нейтрали (ПН). На практике для ее получения необходима искусственная нулевая точка. Упрощенная схема такой системы (рис. 1) содержит трехфазный источник с внутренним сопротивлением Z_0 , эквивалентную нагрузку Z_H , емкость кабельных коммуникаций C , сопротивление изоляции «фаза-земля» R и сопротивление утечки R_h . Искусственная нулевая точка (точка 6, рис. 1) образована резисторами r_1 . Связь с землей (резистор r_2) обусловлена необходимостью применения делителя напряжения при считывании ПН [1]. Наличие резисторов r_1 и r_2 , значение которых соизмеримо с сопротивлением изоляции R , может внести добавочную погрешность или исказить значение ПН «основной» нейтрали (точка 1, рис. 1), а тем более, исказить значение потенциала искусственного нуля (точка 6).

Цель статьи заключается в определении абсолютных погрешностей аргумента ПН и относительной погрешности его амплитуды, вносимых элементами, образующими искусственный нуль, при различных значениях сопротивления утечки.

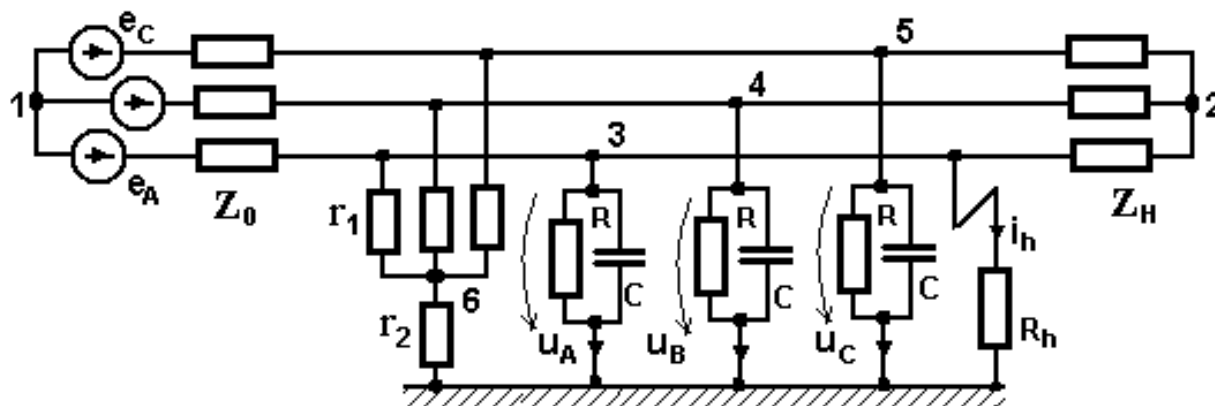


Рисунок 1 – Упрощенная схема замещения сети с изолированной нейтралью

Методика исследования заключается в следующем.

На основании математической модели цепи (рис. 1) формируется зависимость потенциала нейтрали, как функция трех переменных:

$$\Psi(R_h, r_1, r_2). \quad (1)$$

Используя (1) как функцию пользователя, ее значения сопоставляются со значениями потенциала нейтрали, получаемые при отсутствии искусственного нуля:

$$\Psi_0(R_h) = \Psi_0(R_h, r_1 \rightarrow \infty, r_2 \rightarrow \infty). \quad (2)$$

Абсолютная погрешность фазы потенциала нейтрали (фазовая погрешность) $\Delta\alpha$, определяется как разность аргументов (1) и (2):

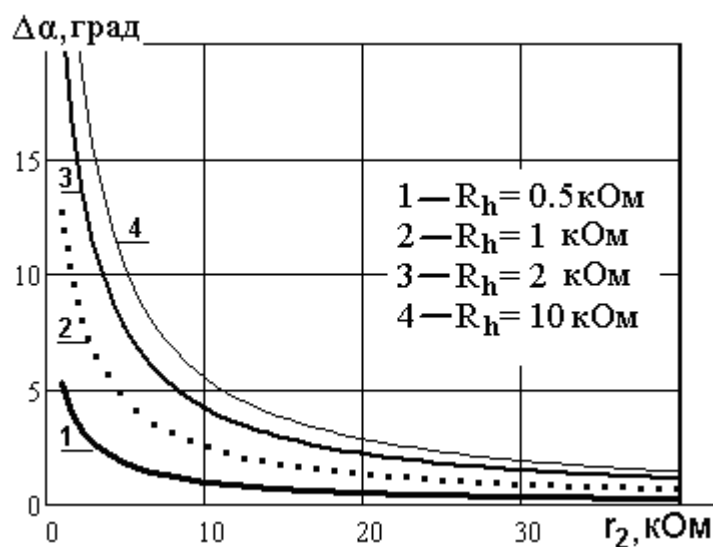
$$\Delta\alpha = \arg(\Psi(R_h, r_1, r_2)) - \arg(\Psi_0(R_h)). \quad (3)$$

Относительная погрешность амплитуды потенциала нейтрали (амплитудная погрешность) δ_u определяется выражением:

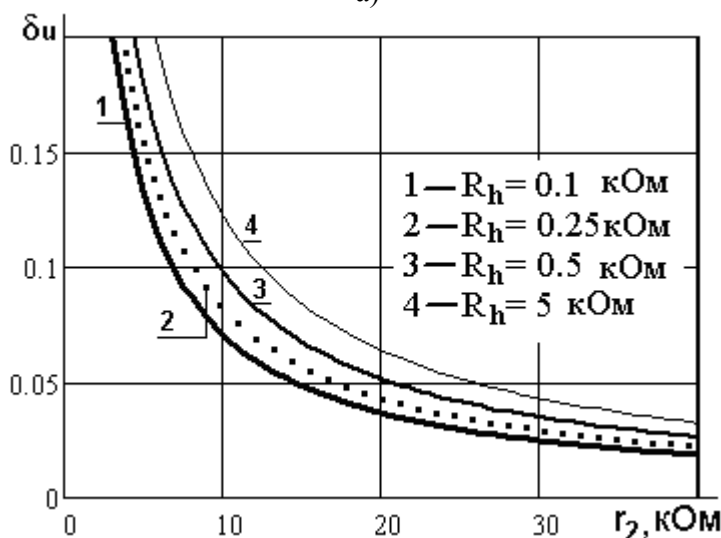
$$\delta_u = \left| \Psi_0(R_h) - \Psi(R_h, r_1, r_2) \right| / \left| \Psi_0(R_h) \right|. \quad (4)$$

Основные результаты. На (рис. 2, а) приведены зависимости абсолютной фазовой погрешности $\Delta\alpha$ (в градусах) от сопротивления r_2 искусственной нулевой точки (рис. 1) при $r_1 = 2$ кОм и различных значениях сопротивления утечки R_h . Кривые получены посредством функции пользователя (3) при базовых значениях “поперечных” параметров: $R = 500$ кОм, $C = 1$ мкФ.

Из полученных результатов (рис. 2, а) следует, что добавочная ошибка аргумента ПН, вносимая искусственной нейтралью, уменьшается с ростом r_2 . Уже при $r_2 \geq 30$ кОм она не превышает 2° , что вполне приемлемо для работы УВФ. Однако, в области $r_2 \leq 5$ кОм вносимая ошибка резко повышается и нормальное функционирование УВФ может стать неустойчивым. Отметим также, что вносимая погрешность возрастает в области высокоомных утечек ($R_h \geq 10$ кОм).



а)



б)

Рисунок 2 – Зависимости абсолютной фазовой (а) и относительной амплитудной (б) погрешностей потенциала нейтрали от сопротивления r_2 при различных значениях сопротивления утечки

Зависимость относительной амплитудной погрешности в функции тех же величин, полученная посредством функции пользователя (4), приведена на (рис. 2, б). Ее свойства

аналогичны свойствам ранее исследованной (фазовой) погрешности. В частности, амплитудная погрешность растет с уменьшением r_2 и ростом R_h . Однако отметим, что поскольку основной выходной величиной УВФ является аргумент ПН, а не его амплитуда, использование которой носит вспомогательный характер [1, 2], то вносимая погрешность в пределах до 10% не играет существенной роли и не сказывается на работе УВФ.

Аналогичные исследования выполнены при фиксированных значениях сопротивления утечки ($R_h = 1.2$ кОм) и различных значениях r_1 . Их результаты приведены на (рис. 3, а, б).

Для первой серии опытов (рис. 3, а) характерно то, что в области $r_2 \geq 20$ кОм фазовая погрешность не превышает 2 % и практически не зависит от r_1 . Однако, в области $r_2 \leq 5$ кОм наблюдается резкое возрастание вносимой фазовой ошибки, абсолютное значение которой может достигнуть 20° .

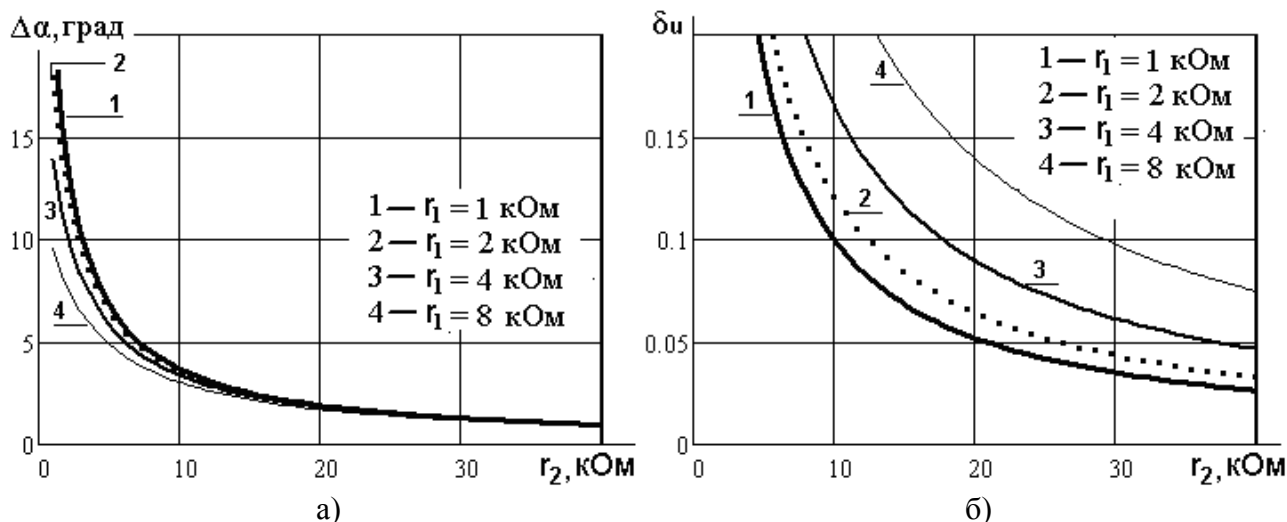


Рисунок 3 – Зависимости абсолютной фазовой (а) и относительной амплитудной (б) погрешностей потенциала нейтрали от сопротивления r_2 , различных значениях r_1 и фиксированном сопротивлении утечки

Что касается амплитудной погрешности (рис. 3, б), то она в большей мере, чем фазовая зависит от сопротивления r_1 , причем, уменьшение этого сопротивления снижает величину погрешности. Кроме того, для этой погрешности характерно то, что ее интенсивный рост наблюдается уже при $r_2 \leq 20$ кОм.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что путем подбора параметров искусственного нуля можно свести к минимуму вносимые добавочные фазовую и амплитудную погрешности. Другими словами: для уменьшения погрешностей до «разумных» пределов (фазовой до 2...3 градусов и амплитудной до 5...10 %) необходимо снижение сопротивления r_1 искусственного нуля до значения 2...5 кОм и повышение сопротивления r_2 до значения 20...30 кОм. Вместе с тем следует отметить, что амплитудная погрешность в пределах до 20 % не является лимитирующей в работе УВФ.

Вывод: применение искусственного нуля может привести к искажению текущих значений амплитуды и фазы потенциала нейтрали. Путем подбора параметров искусственной нейтрали можно свести вносимые погрешности к значениям, при которых обеспечивается устойчивая работа УВФ вне зависимости от величины сопротивления утечки.

Перечень ссылок

1. Чорноус Е.В. Об альтернативном варианте защиты шахтной участковой сети от однофазной утечки / Е.В. Чорноус// Электричество. – 2009. – № 8. – С. 33-36.
2. Патент UA на корисну модель № 51307, Україна, МПК H02H 3/16, G01R 31/08, Спосіб визначення пошкодженої фази з витоком на землю в електричній мережі з ізолюваною нейтраллю. Чорноус Є.В. – u201000703, опубл. 12.07.2010 р., бюл. № 13.

КОМЕРЦІЙНИЙ ТА ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ: ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ

Височенко Ю.О., студент; Нестерчук Д.М., к.т.н., доц.

(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

В умовах економічної кризи та обмеженості енергоресурсів існує проблема контролю за споживанням електроенергії і підвищення ефективності її використання. Вимоги споживачів до якості електроенергії постійно зростають, так як вихід за допустимі межі таких параметрів мережі живлення, як сила струму, може привести до виходу з ладу обладнання й, як наслідок, до суттєвих матеріальних втрат.

Впровадження на об'єкті сучасних автоматизованих систем технічного контролю (обліку) електроенергії (АСТОЕ) та автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) є одним з напрямків вирішення проблеми контролю за споживанням електроенергії.

Такі автоматизовані системи базуються на багатофункціональних лічильниках, засобах зв'язку та збору, передачі та відображення даних. При запровадженні таких систем обліку повністю виключається людський фактор в процесі обліку електроенергії, при обслуговуванні систем обліку кількість обслуговуючого персоналу мінімальна, а оперативність надання об'єктивної інформації щодо споживання електроенергії у зручному для аналізу вигляді є найшвидшою.

Законодавство України висуває спеціальні вимоги до споживачів по впровадженню та використанню АСКОЕ, а саме, підприємства з встановленою потужністю електроустановок більш, ніж 750 кВА зобов'язані запровадити систему АСКОЕ. Така вимога висувається до споживачів, які з метою зниження вартості електроенергії, що показється, планують роботу з постачальниками електроенергії за не регульованим тарифом [1].

Результатом впровадження автоматизованих систем обліку електроенергії є підвищення точності обліку електроенергії за рахунок використання сучасних інтелектуальних приладів обліку, оперативне одержання повної й достовірної інформації про споживання електроенергії усім підприємством та розподіл енергоресурсів по усьому підприємству, проведення аналізу раціональної витрати електроенергії при різних режимах та умовах роботи, а також оцінка енергоефективності роботи устаткування, контроль працездатності приладів обліку [2].

Аналіз літературних джерел [2, 3] показав, що автоматизована система технічного обліку електроенергії призначена для організації обліку електроенергії підприємства. Основними задачами АСТОЕ є облік електроенергії, яка споживається підприємством на різні потреби, планування споживання електроенергії, резервування даних комерційного обліку, виявлення нераціонального використання електроенергії, зниження втрат електроенергії на основі аналізу облікових даних. Для технічного обліку особливо актуальна проблема інтеграції АСТОЕ з автоматизованою системою комерційного обліку електроенергії.

АСКОЕ – це сукупність об'єднаних в єдину функціональну метрологічно-атестовану систему локального устаткування збору і обробки даних засобів обліку, каналів передачі інформації та пристроїв приймання, обробки, відображення та реєстрації інформації.

Слід відзначити, що АСКОЕ забезпечує контроль параметрів енергоспоживання в усіх точках обліку, накопичення, обробку та зберігання, документування інформації, ведення єдиного системного часу та добових, місячних архівів, здійснює вирішення функціональних задач системи за запитом оператора, а також перенастроює систему при зміні її конфігурації [2, 3].

В поданій роботі авторами була обґрунтована структура АСКОЕ та визначені її основні структурні блоки. АСКОЕ складається з таких структурних блоків: первинні перетворювачі

сигналів (ППС), пристрої збору та обробки даних (ПЗОД), канали прийому-передачі інформації (КППІ), централізований пункт збору, контролю та керування енергоресурсами. Первинні перетворювачі сигналів та пристрої збору та обробки даних є складовими локального устаткування збору та обробки даних (ЛУЗОД).

Розглянемо призначення основних структурних блоків АСКОЕ. Первинні перетворювачі сигналів безпосередньо вимірюють параметри, які контролюються системою. У якості ППС використовуються багатфункціональні лічильники електроенергії, а саме, електронні лічильники, які, крім обліку активної електроенергії в двох напрямках, та розрахунку реактивної енергії у двох напрямках, забезпечують миттєве вимірювання струму, напруги, частоти по фазах, розрахунок зв'язаних величин, а саме, коефіцієнта потужності), зберігають в пам'яті комерційні дані про спожиту електроенергію та мають комунікаційний вузол з різними цифровими інтерфейсами. Пристрої збору та обробки даних – контролери, концентратори, забезпечують збір, обробку та передачу даних від первинних перетворювачів до структурних пристроїв більш високого рівня ієрархії АСКОЕ. Канали прийому-передачі інформації – це різноманітне обладнання систем зв'язку, яке здійснює передачу інформації з окремих вузлів або локальних об'єктів АСКОЕ на централізований диспетчерський пункт збору, контролю та керування енергоресурсами. Передача даних в енергопостачальну компанію може здійснюватись двома шляхами: АСКОЕ енергопостачальної компанії безпосередньо опитує лічильники споживача, тобто АСКОЕ енергопостачальної компанії взаємодіє з ЛУЗОД споживача; АСКОЕ енергопостачальної компанії отримує дані обліку з комп'ютера споживача за допомогою передачі файлів, або безпосереднім доступом до бази даних.

В АСКОЕ функціонують рівень програмного забезпечення збору інформації, рівень забезпечення архівування даних, рівень додаткового програмного забезпечення.

Слід відзначити, що впровадження АСКОЕ підвищує якість обліку енергоресурсів, оперативність та достовірність інформації, дозволяє точніше виконувати режим виробництва та споживання електроенергії та надає можливість знизити втрати електроенергії.

Точний, достовірний та оперативний контроль і облік електроенергії, який здійснюється за допомогою систем АСКОЕ, дозволяє: споживачам: підвищити точність вимірювання кількості спожитої електроенергії шляхом використання нових високоточних приладів обліку, перейти на розрахунок з енергосистемою за диференційованими тарифами, і, як наслідок, зменшити суму грошових витрат на оплату електроенергії, а також ефективно керувати режимами споживання електроенергії; постачальникам: запобігати розкрадання електроенергії споживачами і несанкціоновані підключення, що дозволить забезпечити значну частину загального енергозбереження.

Разом з тим для проведення енергозберігаючих заходів доцільний подальший функціональний розвиток таких систем обліку. Перспективним є також використання у складі автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії інтелектуальних підсистем підтримки прийняття і виконання рішень, які засновані на знаннях, та формалізуються в рамках технології штучного інтелекту, і досвіді висококваліфікованих фахівців [2, 3].

Перелік посилань

1. Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України № 28 від 31.07.96 р. «Про затвердження правил користування електричною енергією».
2. Справочник потребителя электроэнергии. Глоссарий [Электронный ресурс] / TRIOS, 2004-2009. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.e-meter.info/gloss.php> – Загл. с экрана.
3. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии [Электронный ресурс] / Компания РС Автоматизация. – Trillium Group, 2001-2009. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.rsautomation.ru/index.php?page=askue&lang=ru> – Загл. с экрана. АСКУЭ современного предприятия [Электронный ресурс] / Электронный журнал энергосервисной компании «ЭСКО» – 2002. – № 6. – Режим доступа: \www/ URL: http://escoecosys.narod.ru/2002_6/art12.htm. – Загл. с экрана.

КОНТРОЛЬ НАПРУГИ І ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ЗАТИСКАЧАХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Вашенко С.Т., студент; Попова І.О., к.т.н., доц.

(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

Термін роботи асинхронних двигуни з короткозамкнутим ротором без капітального ремонту за умови їх правильної експлуатації складає 15-20 років. Але щорічно в АПК виходить з ладу до 15-20 % асинхронних двигунів [1].

Головна причина виходу їх з ладу є аварійні експлуатаційні режими, які доволі часто викликані погіршенням якості електроенергії і зниженням надійності системи електропостачання.

В результаті виникнення аварійних режимів, в переважній більшості випадків, руйнується ізоляція статорних обмоток асинхронного двигуна через перегрів, оскільки переважна більшість аварійних режимів супроводжується значним збільшенням фазних струмів.

Вирішити проблему підвищення надійності роботи асинхронних двигунів можна за допомогою розробки сучасних пристроїв контролю напруги на затискачах трифазної обмотки статора асинхронних двигунів, а також відхилення напруги в електричній мережі в бік її зменшення.

Лямбда-діод, розроблений в Японії, – це новий напівпровідниковий прилад, виконаний на однім кристалі. Свою назву лямбда-діод одержав від форми його вольт-амперної характеристики (ВАХ), яка нагадує грецьку букву λ .

Лямбда-діод представляє собою двополюсник, який складається з двох комплементарних (лат. complement – доповнення) польових транзисторів з керованим pn -переходом, які працюють у режимі збіднення.

ВАХ лямбда-діода має ділянку з позитивним диференціальним опором, який є у звичайного діода, і ділянку з негативним опором, як у тунельного діода. З ростом прикладеного до лямбда-діода напруги позитивної полярності струм через пристрій зростає, при деякій напрузі досягає максимального значення, а потім зменшується.

При напрузі, рівній сумі напруг обох транзисторів, обидва транзистора запираються, і струм через лямбда-діод зменшується до величини декількох наноампер, тобто енергоспоживання лямбда-діодом в цьому стані майже відсутнє. При подальшому збільшенні напруги лямбда-діод остається у закритому стані до того моменту, при якому настає пробій одного з затворів транзисторів.

Перевагами лямбда-діода є його висока технологічність; він виготовляється на одному кристалі, тому може бути поєднаний з іншими напівпровідниковими пристроями; дозволяє отримати різні за шириною основи ВАХ, на відміну від тунельних діодів, в яких ділянки з негативним опором обмежені доволі вузькою областю.

В схемах лямбда-діодів досягаються великі к.к.д., висока температурна стабільність, велика і стабільна амплітуда вихідного сигналу (у автогенераторах).

Завдяки наявності закритого стану при достатньо високих напругах, лямбда-діод знайшов широку область використання: у схемах електронних індикаторів напруги, генераторів синусоїдних коливань, подвоювачів частоти.

Для розширення сфери використання лямбда-діода в якості датчика у пристроях захисту асинхронних двигунів вченими ТДАТУ розроблено аналог лямбда-діода, в якому використано два польових транзистора, один з яких з p - n переходом і каналом p -типу, а другий з p - n переходом і каналом n -типу, які представляють собою комплементарну пару, включених за відповідною схемою з об'єднаними істоками.

Параметри ВАХ аналога лямбда-діода можна змінювати в широкому діапазоні шляхом підключення затворів польових транзисторів до резисторного ділителя напруги, який складається з чотирьох резисторів. Але при підборі комплементарної пари транзисторів для аналога лямбда-діода слід відмітити, що значення їх початкових струмів стоків і напруги відсічки повинні бути за можливістю як можна близькими, інакше на ВАХ аналога можуть з'явитися «сходинки».

Прикладом комплементарної пари польових транзисторів для виготовлення аналога лямбда-діода є КП303Г і КП103Л.

Перед лямбда-діодом, який виконаний на монокристалі, аналог лямбда-діода має велику перевагу в тому, що ширина основи його ВАХ може змінюватися і регулюватися в значно більшому діапазоні.

Аналог лямбда-діода можна використовувати в якості датчика напруги, якщо на затворі одного з польових транзисторів збільшувати напругу, при незмінній напрузі на затискачах аналога лямбда-діода, тоді збільшується ширина основи ВАХ аналога лямбда-діода при незмінних величинах опорів ділителя напруги. Ця властивість дає можливість використовувати його в якості пристрою для контролю напруги.

Негативною особливістю аналога лямбда-діода на польових (уніполярних) транзисторах є малий струм стоку (до 10 мА), тому на якість їхньої роботи можуть впливати опори провідників, що з'єднують датчик напруги з пристроєм контролю, електромагнітні поля працюючих електродвигунів великої і середньої потужності, що викликає потребу у встановленні захистних екранів.

Для усунення цих обмежень і удосконалення пристроїв контролю нами розроблена схема аналога лямбда-діода на біполярних транзисторах. Позитивною особливістю цього пристрою є те, що в цьому разі, по-перше, відпадає необхідність у підборі комплементарної пари біполярних транзисторів.

По-друге, за рахунок добору параметрів трьох резисторів у схемі датчика контролю напруги можливо значно збільшити величину сили струму, що проходить через аналог лямбда-діода не пошкоджуючи його і, в-третьє, на роботу такого пристрою не впливають магнітні поля і опори проводів. Датчик напруги встановлюється безпосередньо на клемній коробці асинхронного електродвигуна. У якості первинного перетворювача напруги можна використовувати фільтри напруги зворотної і нульової послідовностей [2].

На базі аналога лямбда-діода на біполярних транзисторах розроблено пристрій контролю відхилення напруги на затискачах асинхронного електродвигуна в бік його зменшення, оскільки такий режим роботи асинхронних двигунів призводить до зменшення у квадратичній залежності обертаючого моменту, що розвиває двигун, зниженню частоти обертання, зменшенню повного опору обмоток, як наслідок, призводить до збільшення сили фазного струму і швидкості теплового зносу ізоляції обмоток [3].

Розроблені пристрої контролю напруги і відхилення напруги на затискачах асинхронного двигуна можна використовувати для захисту групи двигунів технологічної лінії, тоді кількість датчиків напруги повинна відповідати кількості захищаних двигунів. Пристрій дозволяє захистити асинхронні двигуни від аномальних режимів, підвищити їх роботоздатність та збільшити строк експлуатації.

Перелік посилань

1. Некрасов А.И. Система технического сервиса электрооборудования в АПК. / А.И. Некрасов. //Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2002. – №5, – С.23-25.
2. Патент 28741 Україна, МПК (2006) H02H 7/09, G01K 7/16. Пристрій контролю електродвигунів при несиметрії напруги / А.Я. Чураков, І.О. Попова, С.Ф. Курашкін (Україна). – u2007 07338; Заявл. 2.07.2007; Опубл.25.12.2007, Бюл. № 21. – 2007. – 7 С.
3. Патент 45353 Україна, МПК (2009) G01K 7/16, H02H 7/09. Пристрій контролю відхилення напруги в електричній мережі / А.Я. Чураков, І.О. Попова, С.Ф. Курашкін (Україна). – u200904659; Заявл. 12.05.2009 р.; Опубл.10.11.2009 р., Бюл. № 21. 2009. – 7 С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАВОК ЗАЩИТЫ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ДЛЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Шабовта М.Ю., ст. препод.

(Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина)

Кратковременные нарушения электроснабжения (КНЭ) со стороны питающей сети являются серьёзной помехой для устойчивой работы высоковольтных синхронных двигателей (СД), которые, как правило, являются приводом ответственных агрегатов ряда производств химической, нефтяной и других промышленности. Согласно статистическим данным частота таких нарушений по основным источникам питания доходит до 10–12 раз в год [1]. При КНЭ существует вероятность восстановления напряжения источника в противофазе с вектором ЭДС СД, возникающие при этом токи, создают большие динамические усилия и большие крутящие моменты на валу, что может привести к нарушению изоляции лобовых частей обмоток, а также поломке механической части двигателя и приводимого им механизма. Из-за опасности повреждений оборудования часто встречаются случаи отключения СД защитой минимального напряжения (ЗМН), параметры срабатывания которой необоснованно завышены. При отсутствии самозапуска это приводит к остановке технологического процесса и значительным материальным убыткам.

При определении уставок ЗМН синхронных двигателей необходимо чтобы защита отключала двигатель в режимах, когда возможно появление пиков тока статора и электромагнитного момента, значения которых выше допустимых, а также возможно нарушение динамической устойчивости машины. Учитывая характер изменения пиков тока статора и электромагнитного момента СД, возникающих в первый период после КНЭ в функции его длительности (рис. 1), предельное время отключения двигателя защитой при определённом уровне остаточного напряжения на шинах питающей подстанции определяется как:

$$t_{\text{п}} = \min(t_{\text{п.д}}, t_{\text{п.м}} - t_{\text{откл}}, t_{\text{п.и}} - t_{\text{откл}}), \quad (1)$$

где $t_{\text{п.д}}$ – предельное время отключения двигателя по условию сохранения динамической стойкости; $t_{\text{п.м}}$ и $t_{\text{п.и}}$ – время, определяемое по условию отсутствия пиков электромагнитного момента и тока статора выше допустимых значений (рис. 1); $t_{\text{откл}}$ – полное время отключения выключателя.

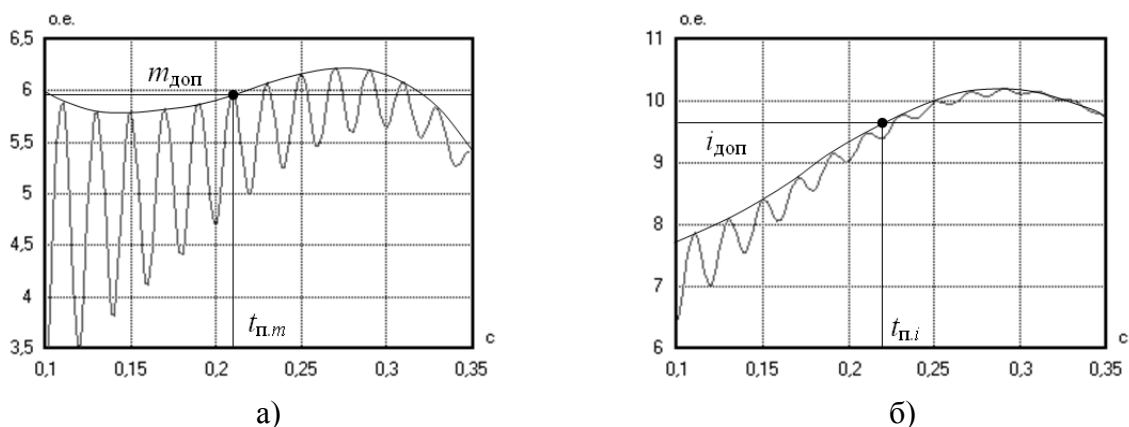


Рисунок 1 – Изменение максимальных значений параметров режима СД, возникающих после провала напряжения на шинах системы, в функции длительности провала: а) электромагнитного момента; б) тока статора

Определение параметров ЗМН необходимо начинать с наименее устойчивого СД, т.к. отключение одного из двигателей может существенно повлиять на предельное время

отключения оставшихся в работе, а также на характер изменения напряжения на их выводах. Моделирование провалов напряжения выполняется, начиная с металлического трёхфазного короткого замыкания на шинах системы, в последующих режимах уровень остаточного напряжения увеличивается. Расчёт кривых изменения напряжения на выводах статора осуществляется до момента, соответствующего предельному времени отключения двигателя в данном режиме (рис. 2). В микропроцессорных терминалах защиты электродвигателей фирм Simens, ABB, Areva, Alstom существует возможность использования двух ступеней ЗМН. Одна из них независимая, а вторая имеет обратнoзависимую характеристику срабатывания [2], время срабатывания которой определяется по выражению (2).

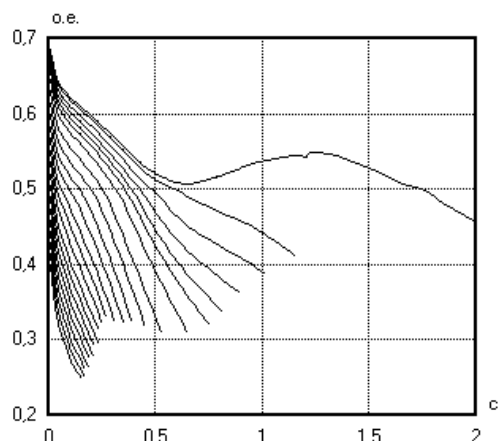


Рисунок 2 – Изменение напряжения на выводах статора при внешних трёхфазных КЗ

зависимой характеристикой срабатывания $U_{с.з}^{II}$. Эта уставка не должна быть ниже чем напряжение при котором двигатель может работать длительно без нарушения динамической устойчивости. Удобно принять напряжение пуска форсировки возбуждения.

3. Определяются режимы которые не отключаются первой ступенью. По кривым напряжения этих режимов определяется относительное время, отсчитанное реле, при снижении напряжения ниже $U_{с.з}^{II}$ по выражению (3). Минимальное из полученных времён будет определять уставку времени срабатывания второй ступени $t_{с.з}^{II}$.

$$t = \sum_{i=0}^{n-1} \Delta t \left(1 - \frac{U_i - U_{i+1}}{2U_{с.з.}} \right), \quad (3)$$

где n – число точек кривой; Δt – период выборки значений напряжения; U_i , U_{i+1} – значения напряжения в начале и конце i -го интервала.

Расчёт параметров срабатывания ЗМН с комбинированной характеристикой по приведенному выше алгоритму для СД мощностью 4,8 МВт дал следующие результаты: I ступень (обратнoзависимая) – 0,8 о.е. 0,34 с; II ступень (независимая) – 0,35 о.е. Для автоматизации расчётов по приведенному алгоритму применялась программа расчёта электромагнитных и электромеханических переходных процессов Model, которая реализует математическую модель системы электроснабжения рассмотренную в [3].

Перечень ссылок

1. Носов К.Б. Способы и средства самозапуска электродвигателей / К.Б. Носов, Н.М. Дворак – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 144 с.
2. Устройство защиты и управления электродвигателем MiCOM P241. Техническое руководство. – М.: Alstom, 1999. – 193 с.
3. Шабовта М.Ю. Математическая модель для расчёта переходных режимов в многомашинной системе промышленного предприятия / М.Ю. Шабовта // Електротехнічні та комп'ютерні системи. Науково-технічний журнал. Вип. 02(78), – К.: Техніка, 2011. – С. 62-67.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРИ РАБОТЕ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Паркис О.С., студент; Куренный Э.Г., д.т.н, проф.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Работа дуговой сталеплавильной печи приводит к несимметрии напряжений в сети электроснабжения. Это объясняется тем, что системы перемещения электродов в дуговой сталеплавильной печи работают независимо друг от друга, поэтому токи фаз не равны между собой. Несимметрия негативно влияет на работу электрооборудования и больше всего сказывается на трёхфазных асинхронных и синхронных электродвигателях (АД и СД), вызывая дополнительные потери мощности и сокращение срока службы.

Воздействие несимметрии на электродвигатели не может проявиться мгновенно. Поэтому для оценки несимметрии нельзя использовать текущие значения коэффициента несимметрии по обратной последовательности K_{2U} , а необходимо учитывать инерционность электроприёмника. Это можно сделать двумя способами [1, 2]: путём осреднения на интервале θ , длительность которого приблизительно равна трём постоянным времени нагрева T (кумулятивный принцип) или путём инерционного сглаживания с постоянной времени нагрева T (инерционный принцип). В [3] принято среднеквадратичное осреднение (СКО) на интервале: нормируются кумулятивные коэффициенты несимметрии с $\theta = 3$ с.

Действующие значения U определялись СКО мгновенных значений линейных напряжений на интервале 0,02 с в начале, середине и конце плавки. По формуле (Б.18) из [3] получены значения напряжений прямой U_1 и обратной U_2 последовательностей. Далее был произведён расчёт кумулятивных $K_{2U\theta}$ и инерционных K_{2UT} коэффициентов несимметрии по графикам помехи. Расчётные максимальные значения этих коэффициентов согласно [3] принимались с интегральной вероятностью 0,95.

При оценке ЭМС квадраты величины K_{2U} берутся потому, что нагрев от несимметрии зависит от квадратов ординат тока. Интегральное уравнение

$$K_{2U\theta}^2(t) = \int_{t-\theta}^t K_{2U}^2(t) dt$$

кумулятивного преобразования существенно отличается от дифференциального уравнения

$$T \frac{dK_{2UT}^2}{dt} + K_{2UT}^2 = K_{2U}^2$$

инерционного преобразования, которое описывает процесс нагревания. Поэтому кумулятивное осреднение в ряде случаев даёт результаты, противоречащие физике (рис. 1.8, [1]). Инерционное осреднение даёт объективную оценку дополнительного нагрева.

Целью работы является определение статистических характеристик несимметрии напряжений (среднее значение, эффективное значение), расчёт кумулятивных и инерционных коэффициентов несимметрии по реализациям помехи.

На рис. 1 приведена зависимость расчётных кумулятивных коэффициентов несимметрии во времени. Текущее значение (при $\theta = 0$) составляет 0,783 %, трёхсекундное осреднение даёт значение 0,677 % (штрихи на рис. 1), это означает, что осреднение уменьшает расчётное значение коэффициента несимметрии. Вместе с тем, при $\theta = 5$ с коэффициент несимметрии равен 0,72 %, что больше чем при $\theta = 3$ с. Это свидетельствует о некорректности кумулятивного осреднения, поскольку по смыслу, чем больше инерционность, т.е. больше θ , тем меньше должен быть кумулятивный коэффициент. При

осреднении или сглаживании вначале протекает переходный процесс от нуля. При осреднении он заканчивается за время θ , а при сглаживании – практически за $3T$. В результате эффективный ток, вычисленный по кумулятивному или инерционному графику, может оказаться меньше эффективного значения, вычисленного по графику $K_{2U}(t)$. В связи с этим необходимо увеличивать длительность записи исходных графиков.

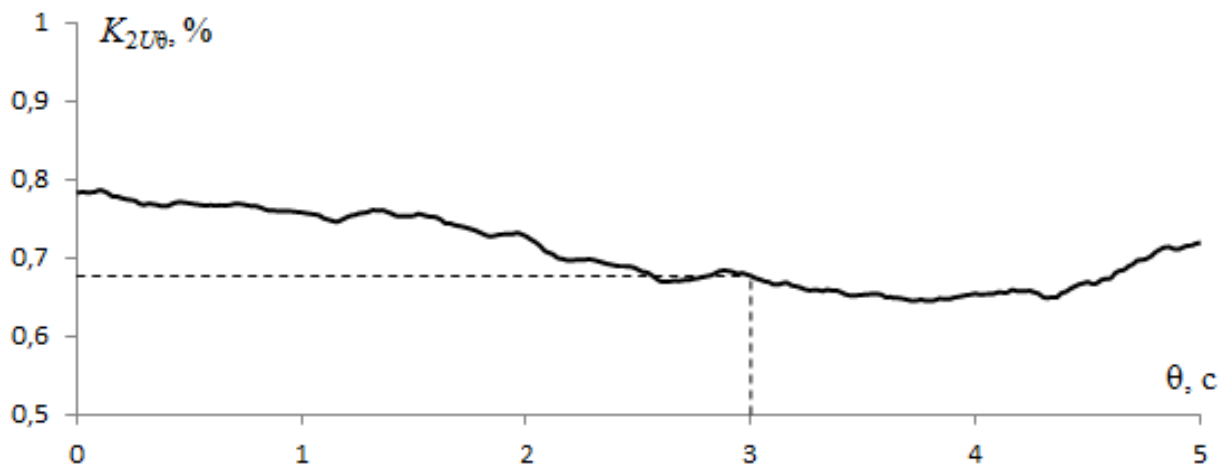


Рисунок 1 – Изменение расчётных кумулятивных коэффициентов несимметрии во времени

Этого недостатка нет при инерционном сглаживании. Зависимость расчётных инерционных коэффициентов K_{2T} от времени T монотонно убывает (рис. 2), стремясь к эффективному значению $K_{2U3} = 0,73$ %.

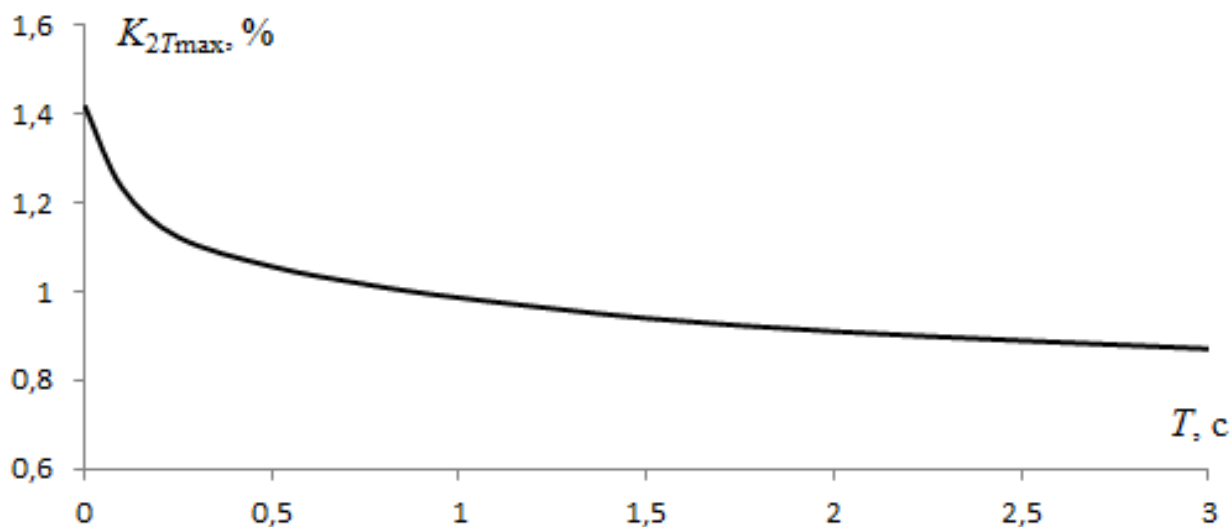


Рисунок 2 – Изменение расчётных инерционных коэффициентов несимметрии во времени

Вывод: осреднение на интервале не отражает процессы дополнительного нагрева от несимметрии напряжений, поэтому для оценки ЭМС необходимо использовать инерционные коэффициенты несимметрии, величина которых зависит от постоянной времени нагрева T .

Перечень ссылок

1. Кузнецов В.Г., Куренный Э.Г., Лютый А.П. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения. – Донецк: «Норд-Пресс», 2005. – 250 с.
2. Куренный Э.Г. Оценка и нормирование несимметрии напряжений в системах электроснабжения общего назначения. / Э.Г. Куренный, Е.Н. Дмитриева, А.П. Лютый, О.А. Сидоренко // Электричество, 2008, №4. – С. 18-26.
3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1999 г. (Введ. в Украине с 01.01.2000 г.) – 33 с.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МІДНИХ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ПРИЧЕТНОСТІ ДО ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ

Гудим В.І., д.т.н., проф.^{1,2}, Назаровець О. Б., викладач¹

¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

²Краківська політехніка, м. Краків, Польща)

На сьогоднішній день актуальним залишається питання підвищення пожежної безпеки внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель. Широке застосування електричної енергії, як універсального виду в побуті та промисловості спонукало до розвитку, проектування та виробництва побутових та офісних приладів з різним рівнем споживання електричної енергії. Такий стан справ часто супроводжується недостатньою сумісністю конструкції та параметрів елементів внутрішніх електромереж житлових та громадських будівель і густиною струму безпосередньо пов'язаною з графіком споживання електричної енергії цими споживачами. Низький рівень експлуатації цих електроустановок, несертифіковані кабельно-провідникові вироби та елементи електромереж часто призводять до значних перевантажень, а в окремих випадках до виникнення коротких замикань (КЗ) у цих електроустановках.

Згідно статистичних даних друге місце серед причин виникнення пожеж із загибеллю людей займає порушення правил пожежної безпеки під час влаштування та експлуатації електроустановок (18-25 %) [1]. При виконанні експертних досліджень аварійних процесів в електромережах КЗ є найчастішою причиною пожеж. Хоча пожежна небезпека КЗ висока, пов'язана з високими температурами нагрівання струмопровідних частин в зоні замикання (2000-4000 °C), але часто цей відсоток завищується з тих чи інших причин.

Перші спроби визначення причетності аварійних режимів електромережі до виникнення пожежі відносяться до 50-х років ХХ ст. [2]. Тоді за основний критерій було взято здатність міді до активного поглинання кисню повітря при нагріванні з утворенням CuO і Cu_2O . Пізніше після ряду дослідів було встановлено неможливість використання цього критерію для заключного висновку, оскільки встановили, що мідь дуже активно взаємодіє з киснем, як в чистому, так і в задишеному середовищі. Багато, як вітчизняних так і зарубіжних вчених проводили дослідження в цьому напрямку. Як показує практика сьогодні немає універсальних критеріїв, які б дозволяли робити категоричний висновок, а лише комплекс методів дає можливість визначити причетність аварійних режимів в електричних мережах до виникнення пожежі. З цією метою нами здійснюється пошук методу оцінки щодо причетності електричних режимів таких мереж до виникнення пожеж.

Дослідження проводяться на базі науково-дослідної лабораторії Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. За допомогою випробувального стенду у провіднику пропускатись певна величина струму, яка його нагрівала до температури розтоплення. Друга група експериментів полягала в тому, що провідники нагрівалися полум'ям у приміщенні, тобто в умовах близьких до умов пожежі у помешканнях.

Для зразків використовувались мідні провідники площею поперечного перерізу 1,5, 2,5 та 4 мм² (з одно-, і багатодротиковою жилою), які є найбільш вживаними для виконання таких мереж. Зразки по черзі піддавались дії температури спричиненої струмом та відкритим полум'ям. Відмінності мікроструктури мідного дроту з однодротиковою жилою показано на рисунках наведених нижче.

На рис. 1 наведено мікроструктуру мідного дроту з однодротиковою жилою, без впливу температури. З мікроструктури видно кристалічні зерна міді з невеликою кількістю домішок і газовими пустотами. Вміст кисню є меншим ніж 0,001 %.

На рис. 2 показано мікроструктуру дроту, який працював в умовах низької температури. На поверхні мідного дроту видно оксид купруму (I). Світлі зерна – це чиста

мідь, а темні – евтектика Cu-Cu₂O, тобто мідь, що містить оксиген, який з нею реагує і утворює Cu₂O, що, у свою чергу, утворює з міддю евтектику. Зона біля 200-250 мкм становить суміш ще не окиснених кристаликів міді Cu (світлі ділянки), а також евтектику Cu-Cu₂O. На цій основі важко оцінити температуру, в якій перебував мідний дріт. Можна оціночно встановити, що ця температура була нижчою за 500-600 °С. Точне визначення температури потребує подальших досліджень глибини проникнення окисненої зони залежно від температури. Цей дріт перебував в пожежі не спричиненій КЗ.

На рис. 3 наведено мікроструктуру дроту після дії на нього високої температури. З рис. 3 видно, що на поверхні дроту міститься евтектика Cu-Cu₂O і ця ділянка є шириною $\approx$ 100-150 мкм, яка також містить неокиснені кристалики міді (світлі поверхні) у відносно невеликих кількостях. На цій основі можна визначити, що дріт був в середовищі значно вищої температури, але протягом короткого інтервалу часу. Однак важко визначити температуру при якій перебував дріт. Можна наближено встановити, що вона була біля 800-900 °С, тоді такий дріт перебував в пожежі спричиненій КЗ [3].

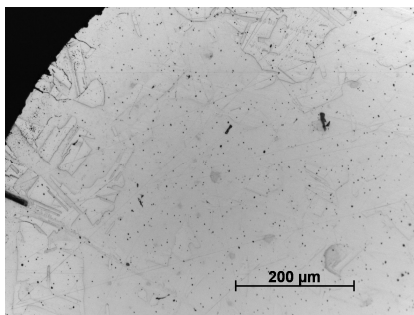


Рисунок 1 – Мікро-структура мідного дроту з торця

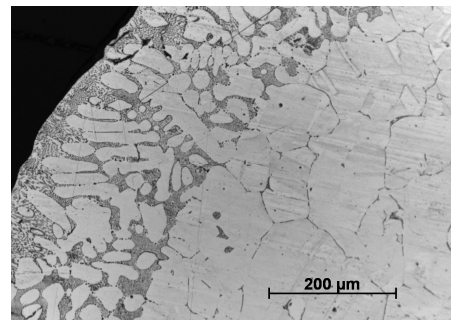


Рисунок 2 – Мікроструктура дроту, який перебував в умовах низької температури

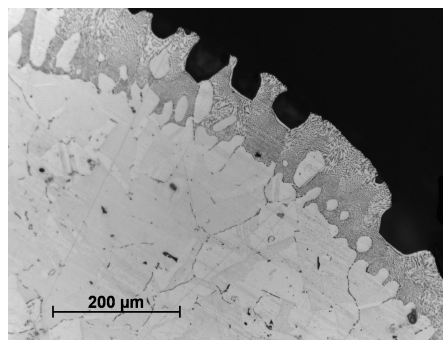


Рисунок 3 – Мікро-структура дроту, який перебував в умовах високої температури

З рисунків 1, 2 і 3 видно, як мікроструктура дроту змінюється під дією тієї чи іншої температури. Кабельно-провідникові вироби виготовляються з технічної міді, яка містить обмежений вміст оксигену (0,02-0,04 %). Дослідження показали, що за допомогою евтектики Cu-Cu₂O, яка утворюється на поверхні мідного дроту, можна з достатньою для практики точністю розмежовувати кабельно-провідникові вироби на ті в яких був присутній аварійний режим і ті в яких він був відсутній.

Перелік посилань

1. <http://www.ditb.gov.ua/news/155.html> // Довідка за 2011 рік.
2. Hagemuer W. Die metallographische Untersuchung von Kupferleitern als Method zur Unterscheidung zwischen primaren und sekundaren Kurzchlussen // Schriftenreihe der Deutsch Volkspolizei. – 1963. – №7 – 12. – S. 1160-1170.
3. Гудим В.І. Аналіз мікроструктури мідних кабельно-провідникових виробів електричних мереж, які перебували у середовищі пожежі / В.І. Гудим, М. Карбонічек, О.Б. Назаровець // Пожежна безпека: зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД. – 2012. – № 20. – С. 144-149.

ИМИТАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Шевченко Д.А., студент; Куренный Э.Г., д.т.н., проф.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Колебания напряжения в осветительных сетях приводят к дополнительному утомлению человека. Универсальным показателем допустимости колебаний напряжения является доза фликера [1]. Практика предъявляет высокие требования к точности измерения доз: завышение приводит к неоправданным затратам на уменьшение доз, а занижение – к ухудшению условий зрительной работы. В [1] предусматривается калибровка фликерметра путем подачи на его вход прямоугольных или гармонических (синусоидальных) колебаний. В статье показывается, что точная имитация таких колебаний невозможна.

Оценивание доз производится по действующим значениям напряжения

$$U(t) = \sqrt{\frac{1}{\theta} \int_{t-\frac{\theta}{2}}^{t+\frac{\theta}{2}} u^2(t) dt} \quad (1)$$

которые получаются среднеквадратичным осреднением графика $u(t)$ мгновенных значений напряжения на интервале $\theta = 0,01$ с (для других показателей электромагнитной совместимости осреднение производится за время 0,02 с).

По графику (1) находится график одноминутного тренда напряжения $V(t)$. Колебания напряжения в относительных единицах (о.е.) определяются по формуле:

$$U_{\kappa}(t) = \frac{U(t) - V(t)}{V(t)}. \quad (2)$$

Для краткости далее, как и в проектировании, тренд принимается равным номинальному напряжению: $V = 1$.

Идеальное синусоидальное колебание с размахом δU_t в % и частотой λ в Гц определяется выражением:

$$U_{\kappa}(t) = \frac{\delta U_t}{2} \sin \omega_{\lambda} t = m \frac{\delta U_t}{2} \sin \omega_{\lambda} t, \quad (3)$$

где $m = \delta U_t / 200$ – коэффициент модуляции, $\omega_{\lambda} = 2\pi\lambda$ – угловая частота.

Теоретически необходимый для воспроизведения (3) процесс $u(t)$ можно определить путем подстановки в левую часть выражения (1) формулу (2):

$$m \frac{\delta U_t}{2} \sin \omega_{\lambda} t = \sqrt{\frac{U(t) - V(t)}{V(t)}} - 1. \quad (4)$$

Однако получаемое при этом интегральное уравнение не имеет решения, что свидетельствует о невозможности точного воспроизведения заданного колебания (3). Аналогичный вывод был сделан и для прямоугольных колебаний.

В практике для имитации гармонических колебаний при $V = 1$ используется формула [2]:

$$u(t) = \sqrt{2} \sin \omega t (1 + m \sin \omega_{\lambda} t) = \sqrt{2} [\sin \omega t + 0,5m \cos(\omega - \omega_{\lambda})t - 0,5m \cos(\omega + \omega_{\lambda})t]. \quad (5)$$

Для иллюстрации возникающих погрешностей рассмотрим предельный случай гармонических колебаний напряжения с частотой 50 Гц, когда

$$u(t) = \sqrt{2}(\sin \omega t + m \sin^2 \omega t) = \sqrt{2}(\sin \omega t + 0,5m - 0,5m \cos 2\omega t). \quad (6)$$

Выполнив преобразование (1) получим процесс

$$\tilde{U}_k(t) = \sqrt{1 + \frac{3m^2}{4} - \frac{2m}{\pi} \left(3 \sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t \right)} - 1, \quad (7)$$

отличающийся от заданного. На рис. 1 штрих-пунктиром показан требуемый процесс (3) и сплошной линией – фактический процесс (7) при $m = 0,2$ о.е. Эти графики дают разные значения доз, что и определяет погрешность имитации.

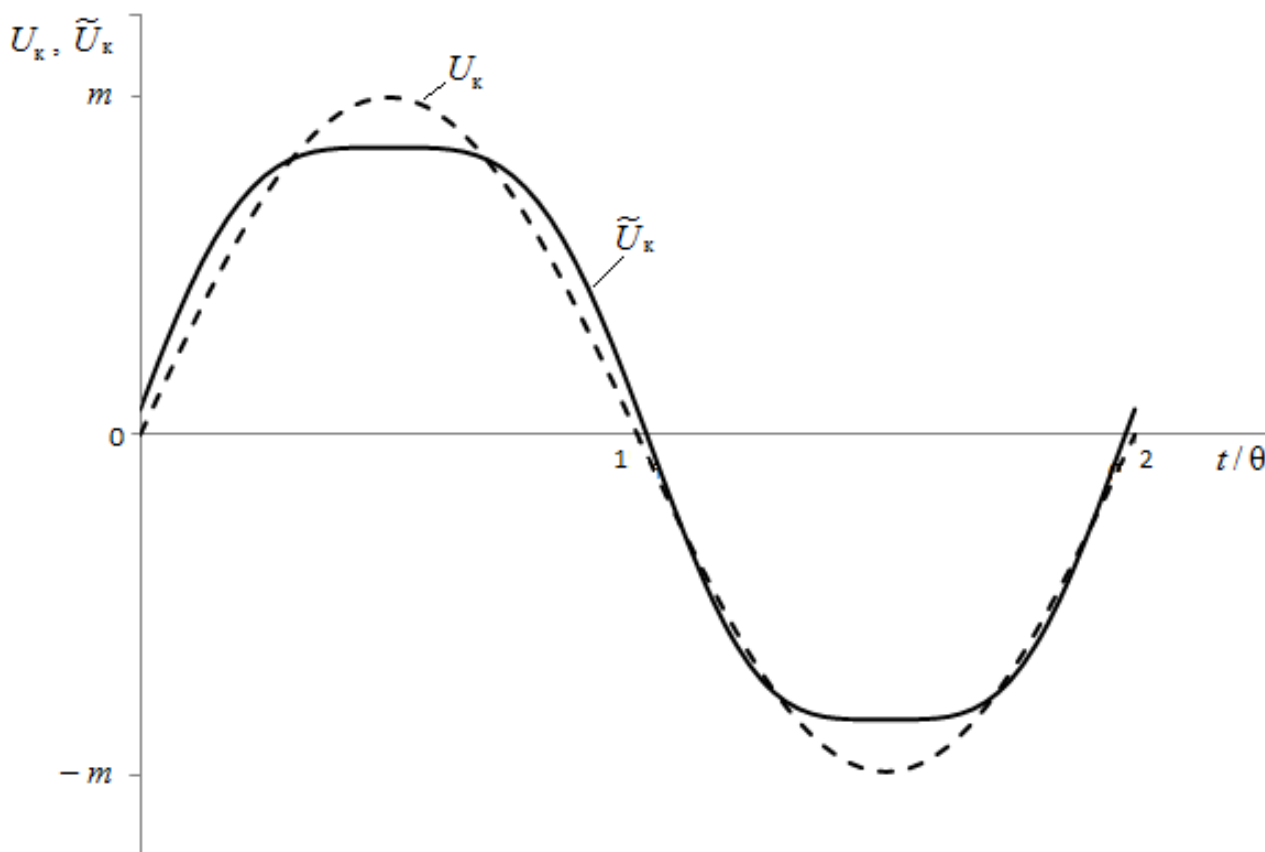


Рисунок 1 – Имитация гармонических колебаний частотой 50 Гц

В [1] в качестве калибровочного сигнала приняты прямоугольные колебания. Однако их имитация значительно сложнее, чем гармонических, поскольку процесс $u(t)$ является разрывным. Поэтому удобнее использовать гармонические колебания, при которых процесс $u(t)$ определяется непрерывной функцией (6). Чем меньше частота, тем меньше погрешность, поэтому при калибровке фликерметра предлагается использовать гармонические колебания с частотой не более 5 Гц.

Вывод: точное воспроизведение гармонических и прямоугольных колебаний невозможно. При калибровке фликерметра имитацию колебаний целесообразно выполнять с использованием (5) с частотами колебаний не более 5 Гц.

Перечень ссылок

1. CEI / IEC 61000-4-15. Electromagnetic compatibility – Part 4, Section 15: Flickermeter – Functional and design specification, 1997.
2. Flicker responses of different lamp types / R. Cai, J.F.G. Cobben, J.M.A. Myrzik, J.H. Blom, W.L. Kling. IET Generation, Transmission and Distribution, 2009, v. 3.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Гудим В. І., д.т.н., проф.^{1,2}; Янків В. В., викладач¹

¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

²Краківська політехніка, м. Краків, Польща)

Дослідження пожежної небезпеки електромереж побутового призначення вказують на необхідність розробки методологічних засад та технічних засобів спрямованих на підвищення рівня протипожежного захисту даних мереж.

На сьогоднішній день все ще більша частина електричних мереж, що експлуатуються в громадських та житлових будівлях це мережі яким уже понад 30 років. Навантаження, які продиктовані сучасними умовами в рази перевищують ті навантаження на які були розраховані ці мережі, що часто призводить до перевантажень електромереж. В переважній більшості існуючих електромереж присутні контактні з'єднання виконані скруткою, де відбувається зростання їх перехідних опорів.

Також дуже часто власники квартир здійснюють заміну внутрішньоквартирної проводки самостійно з допомогою некваліфікованих осіб, що призводить до порушення нормальної схеми з'єднання мережі, безпосереднього з'єднання алюмінієвих та мідних провідників шляхом скручування. Це призводить до зростання перехідного опору в цих місцях і можливості нагрівання провідників у місцях з'єднання до пожежонебезпечних температур.

Враховуючи пожежну небезпеку електричних мереж постає задача розроблення методів та технічних засобів для підвищення рівня їх протипожежного захисту.

Оскільки в нашій країні використовується трифазна мережа живлення споживачів, а в кожній окремій квартирі використовується переважно одна фаза з нульовим проводом, то для зменшення пожежної небезпеки при проектуванні потрібно максимально можливо збалансовувати навантаження на всі три фази, щоб уникнути перевантаження однієї з фаз. Проте цього не достатньо лише під час проектування, потрібно вести чіткий контроль за виконанням проекту під час монтажних робіт, оскільки доволі часто монтажники порушують вимоги проекту через незручність монтажу, економію коштів або просте нерозуміння можливих наслідків таких дій.

Також під час розрахунку потрібно враховувати довжину ліній, повні опори ліній, втрати напруг по всій довжині ліній, умови прокладання лінії та ін. Для оптимального розв'язання даної задачі здійснюються математичні розрахунки електричних мереж з певними допущеннями, які часто є некоректними для даних умов. Тому ці розрахунки слід виконувати більш точно, наприклад шляхом математичного моделювання динамічних електромагнітних та теплових процесів.

Математична модель електродинамічних і теплових процесів повинна забезпечувати можливість відтворення режимів перетоків потужностей у проводах навіть за умов випадкової зміни напруги живлення та температури нагрівання як окремих елементів, так і мережі в цілому. Точність отриманих результатів визначається прийнятими допущеннями та структурою заступної схеми лінії мережі та інших її елементів.

Якщо зобразити електричну мережу житлового багатоповерхового будинку включно з трансформаторною підстанцією у вигляді заступної схеми, то маючи геометричні параметри провідників, активні опори проводів мережі, їхні індуктивності та параметри приймачів електричної енергії, приєднаних до розеток, а також врахувавши ємності кабельних ліній, легко обчислити електричні параметри заступної схеми мережі.

Для оцінки режимів таких електричних мереж створена адекватна математична модель, яка дозволяє достатньо точно відтворювати електричні та теплові режими таких мереж [1].

Розв'язання поставленої задачі здійснюється шляхом використання математичної моделі, що складається з диференційних рівнянь, які описують електричні процеси в електричних колах та диференційних рівнянь, які описують динамічні теплові координати режимів через параметри електричних мереж.

Така модель з використанням методу формул диференціювання назад та швидкозбіжного ітераційного методу Ньютона-Рафсона має вигляд [2]:

$$\begin{bmatrix} \rho l - L_{k+1}^{(l)} S a_0 h^{-1} & 0 \\ 0 & a_0 h^{-1} + h^{-1} \frac{2\alpha}{\gamma C r} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta \vec{j}_{K,k+1}^{(l)} \\ \Delta \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho l - L_{k+1}^{(l)} S a_0 h^{-1} & 0 \\ 0 & a_0 h^{-1} + h^{-1} \frac{2\alpha}{\gamma C r} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \vec{j}_{K,k+1}^{(l)} \\ \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l)} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Gamma L_{k+1}^{(l)} S \Gamma_z \sum_{s=1}^P a_3 \vec{j}_{k+1}^{(l)} \\ h^{-1} \sum_{s=1}^P a_5 \vec{\theta}_{k+1-s}^{(l)} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Gamma \vec{\theta}_{k+1}^{(l)} \\ \frac{\rho}{\gamma C} \vec{j}_{k+1}^2 + \frac{2\alpha}{\gamma C r} \vec{\theta}_{k+1}^{(l)} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\Delta \vec{j}_{K,k+1}^{(l+1)} = \vec{j}_{K,k+1}^{(l)} - \Delta \vec{j}_{K,k+1}^{(l)}, \quad \Delta \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l+1)} = \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l)} - \Delta \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l)}, \quad (2)$$

$$\vec{j}_{k+1}^{(l+1)} = \Gamma_z \vec{j}_{K,k+1}^{(l+1)}, \quad \vec{\theta}_{k+1}^{(l+1)} = \Gamma_z \vec{\theta}_{K,k+1}^{(l+1)}, \quad (3)$$

де h – крок інтегрування системи рівнянь, с; Γ_z – транспонована матриця контурних з'єднань; l – діагональна матриця довжин окремих ділянок мережі, м; L – діагональна матриця індуктивностей проводів мережі, Гн; $\vec{\theta}$ – вектор температур провідника в даний момент часу, ^0K ; $\vec{j}$ – вектор густини струмів віток електричного кола, A/m^2 ; $\frac{2\alpha}{\gamma C r}$ – діагональна матриця постійних часу зміни температури, $1/\text{с}$; $\frac{\rho}{\gamma C}$ – діагональна матриця коефіцієнтів зміни температури від часу та квадрату густини струму; γ – питома густина матеріалу провідника, $\text{т}/\text{м}^3$; r – радіус провідника, м.

В математичній моделі індуктивності проводів електричних мереж та активні опори прийняті лінійними, коли струми в проводах перевищують номінальні в 1,5 рази. Крім того моделлю не враховуються ємності внутрішніх мереж через низьку частоту напруги.

Дана математична модель реалізована у програмному середовищі Delphi7 і дозволяє в автоматичному режимі формувати системи диференційних рівнянь і аналізувати як статичні так і динамічні електромагнітні і теплові процеси в електричних мережах побутового призначення.

Адекватність математичної моделі перевірено шляхом співставлення вимірних значень струму та температури провідників реальної мережі та результатів цифрового моделювання цієї мережі, при цьому розбіжність температур не перевищила 11%, а струмів – 7%.

Перелік посилань

1. Гудим В.І. Математичне моделювання теплових проявів електричного струму в побутових електромережах / В.І. Гудим, О.М. Коваль // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пожежна безпека» – 2007. – Черкаси, 2007. – С.346-347.

2. Гудим В.І. Математична модель електричних мереж з використанням методу формул диференціювання назад / В.І. Гудим, О.М. Коваль, О.В. Самборський // Вісті донецького гірничого інституту. Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю: 36. Наук.пр. – Донецьк: ДГІ, 2007. – №2. – С.116-125.

ЛАМПА АНТИВАНДАЛЬНА СВІТЛОДІОДНА

Носанов М.І., к.т.н., проф.; Романова Т.І., асистент

(Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка, Україна)

Застосування світлодіодів в даний час є одним з найбільш перспективних напрямків в освітленні. Розробками цього напрямку в рамках державних програм займаються в США, Китаї, Японії, Кореї, Австралії, Германії, на Тайвані та в Росії. Розробкою і дослідженням застосування світлодіодних ламп займаються ряд організацій в Україні. Це інститут фізики напівпровідників НАНУ, ТОВ «ОСП Корпорація Ватра», Тернопільський національний технічний університет ім. Пулюя, ТОВ «Атілос» (м. Київ, м. Чернігів) та ін.

В ДонНАБА розроблена унікальна вискоєфективна лампа антивандальна світлодіодна (ЛАСД) [1], конструкція якої дозволяє підвищити ККД, збільшити термін служби, підвищити світловіддачу, зменшити споживану потужність, знизити температуру джерела світла, підвищити надійність та механічну стійкість і вібростійкість та ін.

Колба лампи виконана з прозорого оптичного полікарбонату, а джерело світла – із n^{oi} -кількості потужних світлодіодів [2], розташованих на загальному вискоєфективному ребристої конструкції тепловідведенні, які паралельно підключаються до електронного блоку живлення (driver), котрий з'єднаний з металевим різьбовим цоколем і мережею змінної напруги 220 В, 50 Гц.

Загальний вид ЛАСД та вид зверху наведені відповідно на рис. 1 і рис. 2.

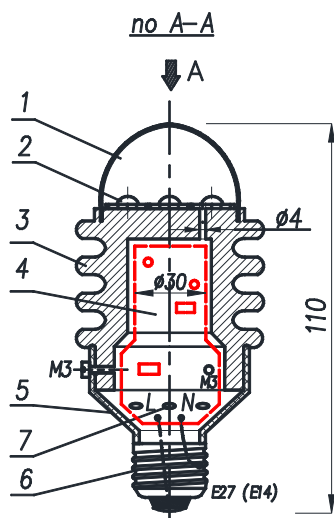


Рисунок 1 – Загальний вид ЛАСД з розрізом по А-А

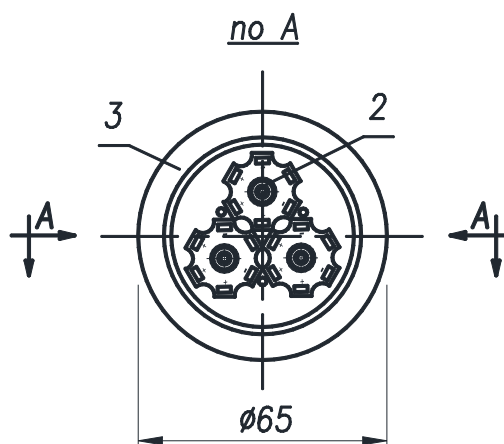


Рисунок 2 – Вид ЛАСД зверху за стрілкою А при знятій оптичній колбі

Запропонована лампа містить (рис. 1, 2): 1 – захисна оптична колба із прозорого полікарбонату; 2 – джерело світла з n^{oi} -кількості потужних світлодіодів (ПСД); 3 – тепловідведення з теплопровідного металу, яке виконане оригінальної конструкції у виді ребристих кілець, що мають велику поверхню, яка контактує безпосередньо з навколишнім середовищем. Така форма тепловідведення є оптимально вискоєфективною; 4 – електронний блок живлення (driver) зі стабілізацією струму і напруги, який живиться від мережі змінної напруги 220 В, 50 Гц; 5 – корпус із пластику; 6 – металевий різьбовий цоколь Е27; 7 – вентиляційні отвори.

Працює ЛАСД наступним чином. Напруга змінного струму 220 В подається через цоколь на driver, де стабілізується і надходить до паралельно ввімкнутих ПСД – вони загоряються білим світлом. У колбі лампи відсутні шкідливі речовини, робоча температура дорівнює 40-50 °С, тиск атмосферний.

Габарити лампи можуть бути різноманітними, це залежить від її потужності і відповідно від потужності ПСД і їх кількості. Наприклад, на рис. 1, 2 наведена ЛАСД потужністю 15 Вт із світловіддачею 150 лм/Вт і світловим потоком 2250 лм, що відповідає лампі розжарювання 150 Вт, 2200 лм і світловіддачею 15 лм/Вт. Практично при однаковому світловому потоці ЛАСД в 7-10 разів має меншу споживану потужність. Що стосується компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ), то вони уступають ЛАСД за потужністю, світловіддачею і екологічністю, механічній стійкістю, вібростійкістю та ін. Наприклад, КЛЛ в 2,5 рази має більшу споживану потужність в порівнянні з ЛАСД зі світловим потоком 2208 лм і 60 лм/Вт. Пряма заміна КЛЛ на ЛАСД в майбутньому принесе велику вигоду.

Термін служби ЛАСД складає приблизно 50-70 тис.годин, вони мають високу надійність за рахунок множини джерел світла (в одній лампі може бути $n^{\text{на}}$ -кількість ПСД, які живляться від драйвера незалежно), термін служби їх збільшений за рахунок малої деградації кристалів. Наприклад, за 10 тис.годин безперервної роботи деградація малопотужних світлодіодів (Ø5 мм) складає 70 %, а потужних – усього 10 %.

Лампа має великий діапазон робочої напруги (80-260 В).

У конструкції лампи майже відсутні цінні (кольорові) метали, вона екологічно чиста.

Великі переваги ЛАСД дозволяють рекомендувати їх для застосування майже в кожній галузі народного господарства.

Перелік посилань

1. Пат. № 60834. Україна, МПК (2011.01) F21 L 4/00. Лампа антивандальна світлодіодна. / Носанов М.І., Романова Т.І. та ін. Заявник та патентовласник Носанов М.І. № u201015774; заявл. 27.12.2010 р.; опубл. 25.06.2011 р. Бюл. № 12.

2. Каталог. Потужні світлодіоди. Ansan-city, 425-851, Korea. (<http://seoulsemicon.co.kr>).

УДК 621.313.13

СХЕМА ПИТАНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Лужнев А.И., аспирант; Згарбул А.В., студент

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Многоцелевое применение вентильных реактивных двигателей (ВРД) сдерживается недостаточной изученностью физических процессов в системе «силовой преобразователь – электромеханический преобразователь энергии – определитель углового положения ротора – микропроцессорное устройство управления». Серийному производству ВРД будет способствовать создание вентильного электропривода, инвариантного к роду питающего напряжения. Такой двигатель должен работать с заданными характеристиками как от источника постоянного тока (аккумуляторной батареи, сети постоянного тока), так и от трехфазной и однофазной сети переменного тока. Особенности работы ВРД от сети переменного тока рассмотрены в [1,2]. В общем случае схема питания ВРД, работающего от сети постоянного и переменного тока должна содержать трехфазный выпрямитель, емкость и n-фазный инвертор напряжения. Такая схема имеет вид, приведенный на рис. 1.

Приведенная схема позволяет питать ВРД от трехфазной сети переменного тока, а так же от однофазной сети и от сети постоянного тока. В этом случае на две входные фазы выпрямителя будет подаваться либо однофазное переменное напряжение (при этом будут работать четыре диода выпрямителя) или постоянное напряжение (будет работать только два диода выпрямителя). В зависимости от рода питающего напряжения, емкость схемы работает как накопитель энергии, либо как сглаживающий фильтр, либо может совмещать эти функции.

Таким образом, рассмотренная схема обеспечивает инвариантность питания ВРД. В этом смысле можно говорить об универсальности ВРД по аналогии с универсальными коллекторными двигателями.

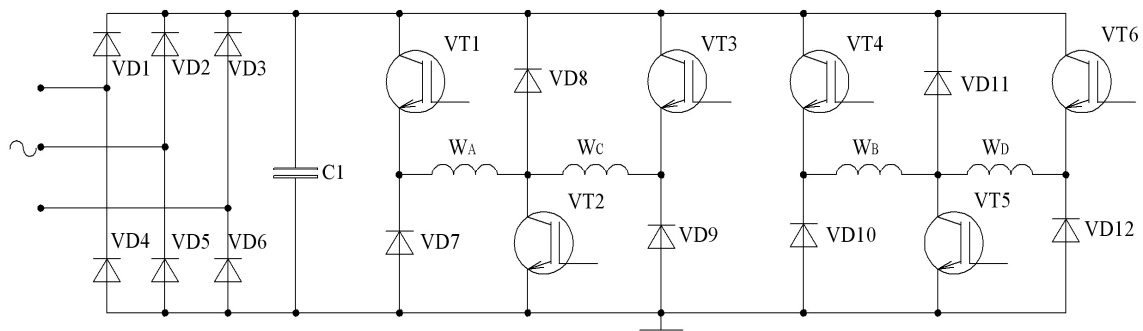


Рисунок 1 – Схема питания четырехфазного ВРД

На рис. 2 приведены механические характеристики ВРД полученные путем математического моделирования при различном питании. Параметры напряжения питания подбирались таким образом, что бы среднее выпрямленное напряжение соответствовало значению 100 В для всех условий питания.

Как видно из полученных результатов, механические характеристики при разном роде питания идентичны, что подтверждает эффективность работы ВРД для многих условий возможного применения.

Создание ВРД, инвариантного к роду питающего напряжения, требует комплексного рассмотрения электромагнитных процессов всех узлов вентильного реактивного электропривода и решения таких задач, как выбор параметров схемы питания, выбор значения емкости, зависящего от рода питания и способа управления двигателем, выбор закона управления и управляющих воздействий для получения высоких энергетических показателей и снижения пульсаций вращающего момента.

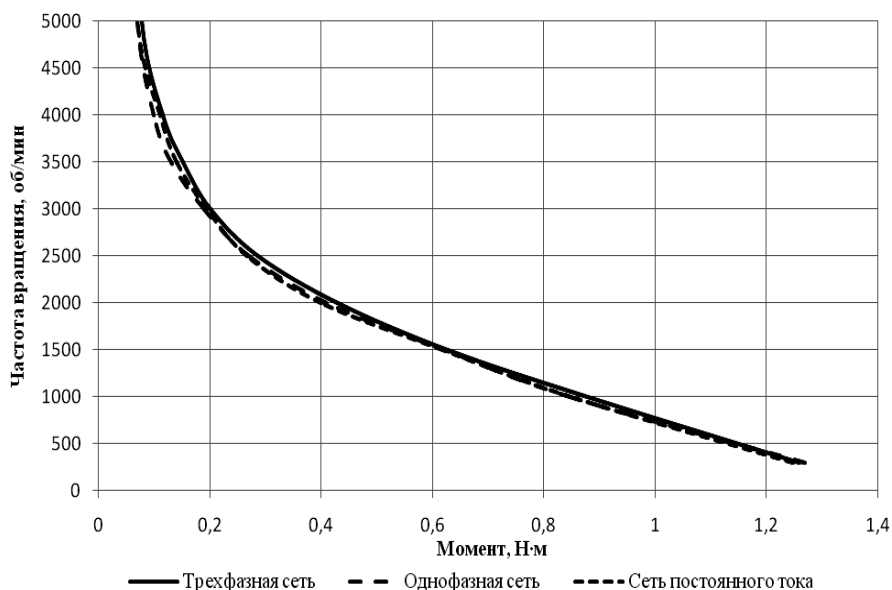


Рисунок 2 – Механические характеристики ВРД

Решение этих задач позволит получить конкурентоспособную вентильную машину с широким спектром применимости.

Перечень ссылок

1. Васильев Л.А. Особенности работы вентильного реактивного двигателя от сети переменного тока / Л.А. Васильев, Ю.В. Мнускин, А.И. Лужнев // Праці Луганського відділення Міжнародної Академії Інформатизації. Науковий журнал. № 2 (19) 2009 частина I, с 24-28.
2. Зинченко Е.Е. Математическая модель вентильного индукторно-реактивного двигателя питающегося от выпрямителя / Е.Е. Зинченко // Технічна електродинаміка. – 2009. – № 4. – С.23-28.

ПРИСТРІЙ ДИНАМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ КОЛЬОРОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ І ЯСКРАВОСТІ ГРУПИ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП З ВИНЕСЕНИМ РЕГУЛЯТОРОМ КОЛЬОРОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ І ЯСКРАВОСТІ

Носанов М.І., к.т.н., проф.; Романова Т.І., асистент

(Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка, Україна)

В даний час у зв'язку з широким застосуванням штучного освітлення у всіх сферах людського життя все більшу актуальність набувають питання світлового впливу освітлення на психосоматичний стан людини.

Найбільш сильний ефект на стан людини надає колір композиції і його динаміка. Тому в сучасних умовах джерело світла повинно розглядатися не тільки як джерело відповідної довжини хвилі випромінювання, з точки зору різниць об'єкту, що освітлюється, і оцінки оком його кольоро-світлових характеристик, але і з точки зору складної реакції організму на кольоро-світлові подразники, а також динаміку їх змін.

В ДонНАБА розроблений унікальний пристрій динамічного регулювання кольорової температури і яскравості групи світлодіодних ламп з винесеним регулятором кольорової температури і яскравості (ПДРКТІЯ, далі – ПДР) [1], устрій і робота якого дозволяють забезпечити якість світла в об'ємному просторі групи ламп світлодіодних (ЛСД) [2], зменшити вартість пристрою та ін.

Особливістю пристрою освітлення, що розглядається, є можливість регулювання кольорової температури і яскравості та створення на його основі кольорових динамічних ефектів. Система враховує фізіологічний вплив освітлення на людину, а також деградацію світлодіодів і дозволяє на її основі оптимізувати кольорові параметри на весь термін експлуатації.

Запропонований ПДР містить наступні елементи (рис. 1): 1 – регулятор кольорової температури і яскравості ADJD-j823 [3]; 2 – датчик кольорової температури і яскравості (ДКТІЯ) (чотириканальний); 3 – світлофільтри чотириканальні RGBW; 4 – інтегрований чотириканальний фотодатчик (Red, Green, Blue і яскравості White) типу ADJD-S311, ADJD-S312 або ADJD-S371-QR999 компанії Avago Technologies; 5 – мікроконтролер кольору ASSP; 6 – лампи світлодіодні ЛСД1 – ЛСДn; 7, 8, 9 – драйвери світлодіодних ламп відповідно DR, DG, DB; 10, 11, 12 – електричний струм ЛСД1R, 1G, 1B відповідно; 13, 14, 15 – RGB-

світлодіоди ЛСД відповідно; $\overline{W}_1 - \overline{W}_n$ – усереднений світловий потік білого кольору від ЛСД1–ЛСДn; Л1–Лn – лінії зв'язку ЛСД1–ЛСДn з мікроконтролером кольору ASSP5; $\overline{W}_{стель}$, $\overline{W}_{підл}$, $\overline{W}_{стін}$, $\overline{W}_{обл}$, $\overline{W}_{ін}$ – усереднені світлові потоки білого кольору, відбиті

відповідно від стель, підлог, стін, обладнання та ін.; $\sum \overline{W}$ – сумарний усереднений світловий потік білого кольору (White) від ламп і стель, підлог, стін, обладнання та ін.;

$\sum \overline{R}$ – сумарний усереднений світловий потік червоного кольору (Red) після фільтру R;

$\sum \overline{G}$ – сумарний усереднений світловий потік зеленого кольору (Green) після фільтру G;

$\sum \overline{B}$ – сумарний усереднений світловий потік синього кольору (Blue) після фільтру B;

$\overline{U}_w$ – усереднена напруга від перетворення $\sum \overline{W}$ «світло - напруга»; $\overline{U}_R$ – усереднена

напруга від перетворення $\sum \overline{R}$ «світло-напруга»; $\overline{U}_G$ – усереднена напруга від перетворення

$\sum \overline{G}$ «світло-напруга»; $\overline{U}_B$ – усереднена напруга від перетворення $\sum \overline{B}$ «світло-напруга»;

ДЖ – джерело живлення; ЗКТ – задавальник кольорової температури.

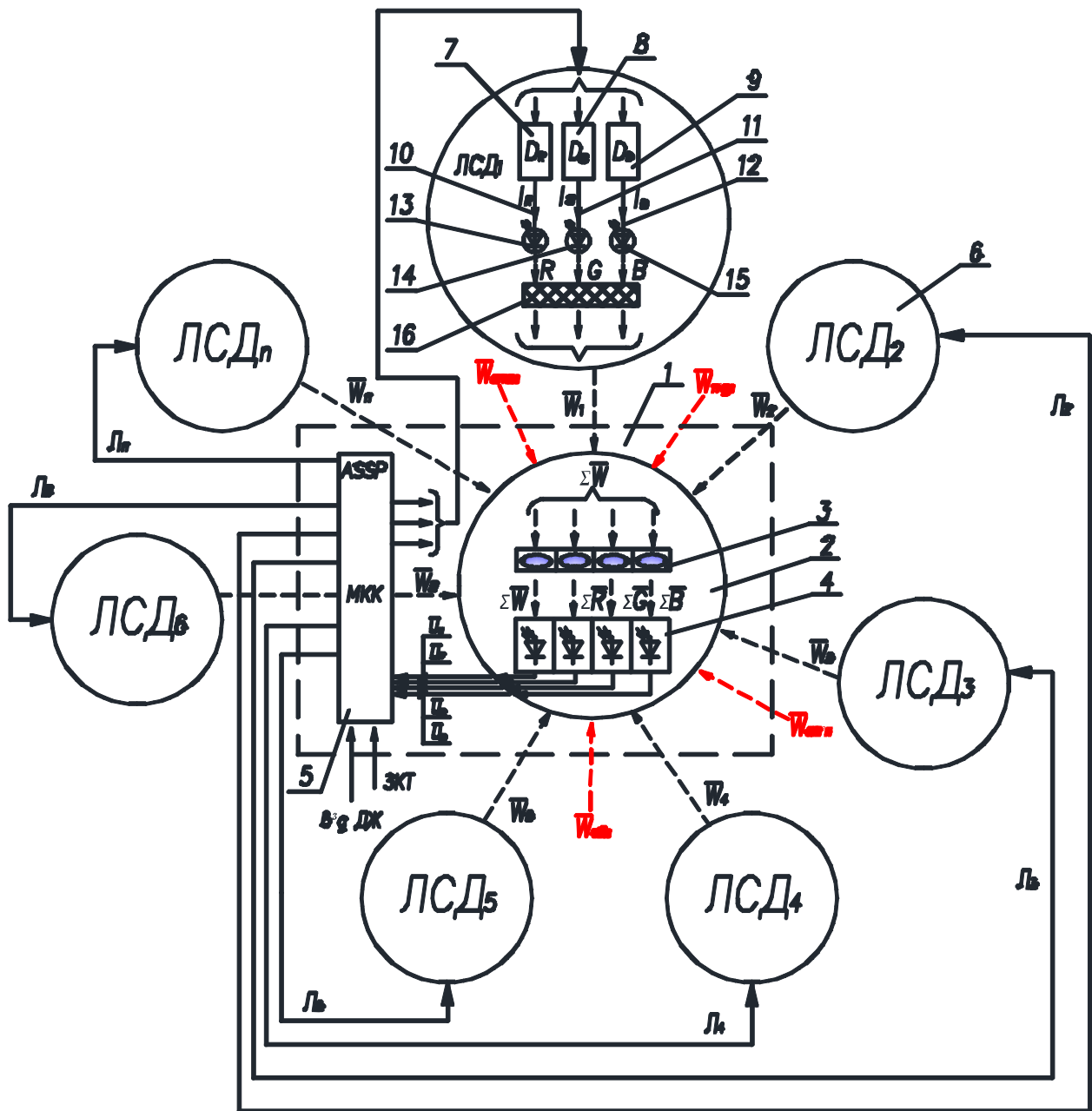


Рисунок 1 – Структурна схема ПДР

Робота ПДР. Працює пристрій наступним чином. Регулятор кольорової температури і яскравості 1 розміщується в центрі сумарних світлових потоків $\Sigma \bar{W}$, які надходять на чотириканальний датчик кольорової температури і яскравості 2 і дорівнюють:

$$\Sigma \bar{W} = \bar{W}_1 + \bar{W}_2 + \bar{W}_3 + \bar{W}_4 + \bar{W}_5 + \bar{W}_6 + \dots + \bar{W}_{\text{стель}} + \bar{W}_{\text{підл}} + \bar{W}_{\text{стін}} + \bar{W}_{\text{обл}} + \bar{W}_{\text{ін}}. \quad (1)$$

Після фільтрів $\Sigma \bar{W}$ розділяється на відповідні RGBW-потоки $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{G}$, $\Sigma \bar{B}$, $\Sigma \bar{W}$, які надходять на інтегрований чотириканальний фотодатчик RGBW-світла 4, де перетворюється в електричні імпульси напруги $\bar{U}_R$, $\bar{U}_G$, $\bar{U}_B$, $\bar{U}_W$, які крізь цифровий перетворювач надходять до елемента порівняння із заданими значеннями $U_R \text{ ЗАД}$, $U_G \text{ ЗАД}$, $U_B \text{ ЗАД}$, $U_W \text{ ЗАД}$.

При порівнянні отримаємо імпульс розбіжності напруг ΔU між заданими і вимірними значеннями:

$$\Delta U = \bar{U}_{\text{ЗАД}} - \bar{U}_{\text{ВИМ}}. \quad (2)$$

ΔU надходить на мікроконтролер ASSP і RGBWШІМ-генератор, де за допомогою коефіцієнту заповнення керує відповідними RGB-струмами IR, IG, IB драйверів відповідних RGB-світлодіодів ЛСД.

Застосування системи оптичного зворотного зв'язку забезпечує якість світла з урахуванням відбитих світлових потоків від стель, підлог, стін, обладнання та ін. та забезпечує зв'язок оптичних і електричних параметрів групи ЛСД. Централізоване керування групою ЛСД забезпечує якість світла і економну роботу ламп світлодіодних.

Також ця система регулювання забезпечує компенсацію деградації кристалів світлодіодів і при цьому підтримує задані параметри кольорової температури і яскравості, світловіддачу і подовжує термін служби світлодіодів і ЛСД в цілому.

Перелік посилань

1. Пат. № 68458. Україна, МПК F21L 4/02 (2006.01). Пристрій динамічного регулювання кольорової температури і яскравості групи світлодіодних ламп з винесеним регулятором кольорової температури і яскравості. / Носанов М.І., Романова Т.І. та ін. Заявник та патентовласник Носанов М.І. № u2011 10912; заявл. 12.09.2011 р.; опубл. 26.03.2012 р. Бюл. № 6.

2. Пат. № 63147. Україна, МПК (2011.01) F21L 4/00. Лампа світлодіодна з регульовною кольоровою температурою. / Говоров П.П., Носанов М.І., Романова Т.І. та ін. Заявники та патентовласники Говоров П.П., Носанов М.І. № u2011 03694; заявл. 28.03.2011 р.; опубл. 26.09.2011 р. Бюл. № 18.

3. Анна Буданова. Управление цветом комбинированного светодиодного RGB-источника света. / Полупроводниковая светотехника. 2010. – № 3. – С. 32-35.

УДК 614.841.332

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ 0,4 КВ

Ковалёв А.П., д.т.н., проф.; Шевченко О.А., к.т.н., доц.; Луговская И.В., студент
(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

За 5 месяцев 2012 года произошло – 28956 пожаров, а в прошлом году – 23 282, рост составил 24 %. В этом году прямые убытки составили 506,748 млн грн, а в прошлом году – 249 млн грн [1].

Все причины пожаров делятся на три основные группы: природные, социальные, техногенные. Техногенные причины пожаров составляют около 40 %, к ним относятся неисправность в электрических сетях и электроприборах. Пожары, вызванные электротехническими причинами, составляют в среднем 22 %. В Украине в 2010 г. пожары, вызванные электротехническими причинами, составили около 45 %, а по Донецкой области в 2009 г. около 25 %. Пожары, вызванные электротехническими причинами, распределяются следующим образом: 62% – возгорания изоляции низковольтных электрических сетей, напряжением до 1 кВ (НЭС); 10% – возгорания в электрических обогревателях; 6% – возгорания во вводных электрических щитках; 5% – возгорания в бытовой электрической технике; 5% – возгорания от неотключаемых (выгораемых) коротких замыканий (КЗ); 12% – возгорания, связанные с другими причинами (утечки тока на землю и т.д.) [2].

Пожары в сети 0,4 кВ возникают при совпадении в пространстве и времени двух случайных событий: повреждение в защищаемой сети (короткое замыкание (КЗ), или однофазное замыкание на землю (ОЗ), или ослабленное и опасно искрящее электрическое контактное соединение (ЭКС)) и отказ в срабатывании соответствующих средств защиты (максимальная токовая защита (МЗ), реле утечки (РУ), устройство искрозащиты (УИ)).

«Дерево» событий, объясняющее причины возгорания изоляции в низковольтной электрической сети (НЭС), приведено на рис. 1. Обозначим следующие события: $\overline{x_1}$ –

произошло КЗ в защищаемом элементе сети; $\bar{x}_2$ – произошло ОЗ в сети; $\bar{x}_3$ – появилось ослабленное и опасно искрящее ЭКС; $\bar{y}_4$ – произошел отказ в срабатывании МЗ; $\bar{y}_5$ – произошел отказ в срабатывании РУ; $\bar{y}_6$ – произошел отказ в срабатывании УИ.

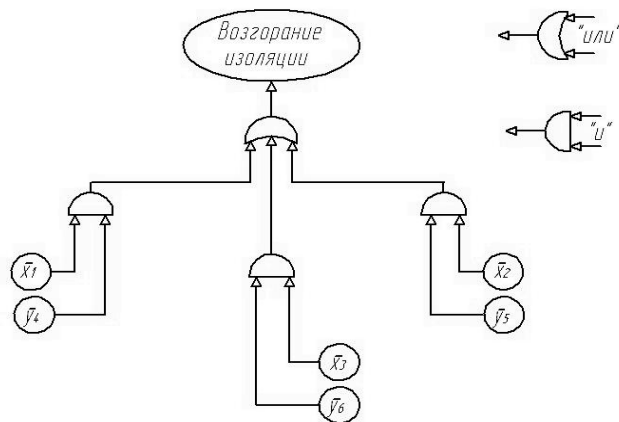


Рисунок 1 – «Дерево» событий, объясняющее процесс возгорания изоляции в НЭС

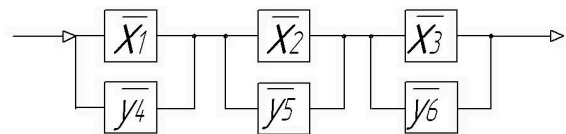


Рисунок 2 – Схема «минимальных сечений»

Используя рис.1, строим схему «минимальных сечений»:

Каждое из событий $\bar{x}_i$ и $\bar{y}_j$, $i = \overline{1,3}$, $j = \overline{4,6}$ характеризуется частотой появления λ_i и λ_j . Кроме этого, состояние средств защиты зависит от интервала времени между их диагностикой Θ_j . Диагностика средств защиты абсолютно надёжна.

Для случая, когда $\lambda_j \Theta_j < 0,1$, используя рис. 2, формула для определения частоты появления возгорания изоляции проводника примет вид:

$$H = 0,5 \cdot (\lambda_1 \cdot \lambda_4^2 \cdot \Theta_4^2 + \lambda_2 \cdot \lambda_5^2 \cdot \Theta_5^2 + \lambda_3 \cdot \lambda_6^2 \cdot \Theta_6^2). \quad (1)$$

В случае, когда все средства защиты находятся в одном корпусе, т.е. $\Theta_4 = \Theta_5 = \Theta_6 = \Theta$, формула (1) примет вид:

$$H = 0,5 \Theta^2 (\lambda_1 \cdot \lambda_4^2 + \lambda_2 \cdot \lambda_5^2 + \lambda_3 \cdot \lambda_6^2). \quad (2)$$

Зная исходные данные λ_i , $i = \overline{1,6}$ и Θ , вероятность возгорания изоляции за время t определяем следующим образом:

$$F(t) = 1 - e^{-0,5 \Theta^2 (\lambda_1 \cdot \lambda_4^2 + \lambda_2 \cdot \lambda_5^2 + \lambda_3 \cdot \lambda_6^2) t}. \quad (3)$$

Для случая, когда: $\lambda_1 = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_2 = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_3 = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_4 = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_5 = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_6 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\Theta = 8760 \text{ ч}$, вероятность возгорания изоляции в течение времени $t = 87600 \text{ ч}$ определим, пользуясь формулой (3): $F(87600) = 1,806 \cdot 10^{-3}$.

Перечень ссылок

1. «Главком» – аналитический портал: <http://glavcom.ua/>. [Электронный ресурс] / Раздел Новости: <http://glavcom.ua/news/84062.html>.
2. Солёный С.В., Ковалёв А.П., Демченко Г.В. Математическое моделирование системы «Устройство искрозащиты – электрическое контактное соединение» / С.В. Солёный, А.П. Ковалёв, Г.В. Демченко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – №11(186). – С. 374.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОБУРА В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ LABVIEW

Поточний А.І., аспірант; Федорів М. Й., к.т.н.

(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна)

З метою проведення досліджень режимів роботи електричного обладнання системи електропостачання електробурів в процесі буріння необхідно удосконалити розроблену з допомогою віртуального програмного забезпечення LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) математичну модель [1].

За допомогою раніше розробленої програми можна визначати наступні параметри електротехнічного комплексу для електробуріння: опори схеми заміщення електродвигуна електробура в залежності від ковзання; опори схеми заміщення бурового трансформатора; опори схеми заміщення струмопідводу в залежності від глибини буріння свердловини, типу кабелів та труби; лінійні напруги на початку струмопідводу в залежності від ковзання; фазні струми та напруги на затискачах електродвигуна електробура; коефіцієнт несиметрії струмів електродвигуна електробура, його механічні характеристики [2]. Математична модель не враховувала зміну напруги бурового трансформатора в залежності від глибини буріння і втрати потужності на долоті, тому для вирішення даних задач програму доповнено: автоматично перемикає напругу бурового трансформатора в залежності від глибини буріння, визначає втрати потужності в струмопідводі, втрати в міді обмотки статора двигуна, втрати в сталі, втрати на тертя в шпинделі при неробочому ході, додаткові втрати і втрати потужності на долоті в залежності від глибини буріння електробура (рис. 3) [3]. Потужність, що споживається електробуром знаходять шляхом обчислення втрат в струмопідводі та електробурі. Зміни в процесі буріння осьового навантаження і моментомності прохідних порід обумовлюють коливання завантаження електробура. Тому потужність, що розвивається двигуном, відрізняється від номінальної, для якої в технічних характеристиках двигуна дається певне значення коефіцієнта корисної дії [3].

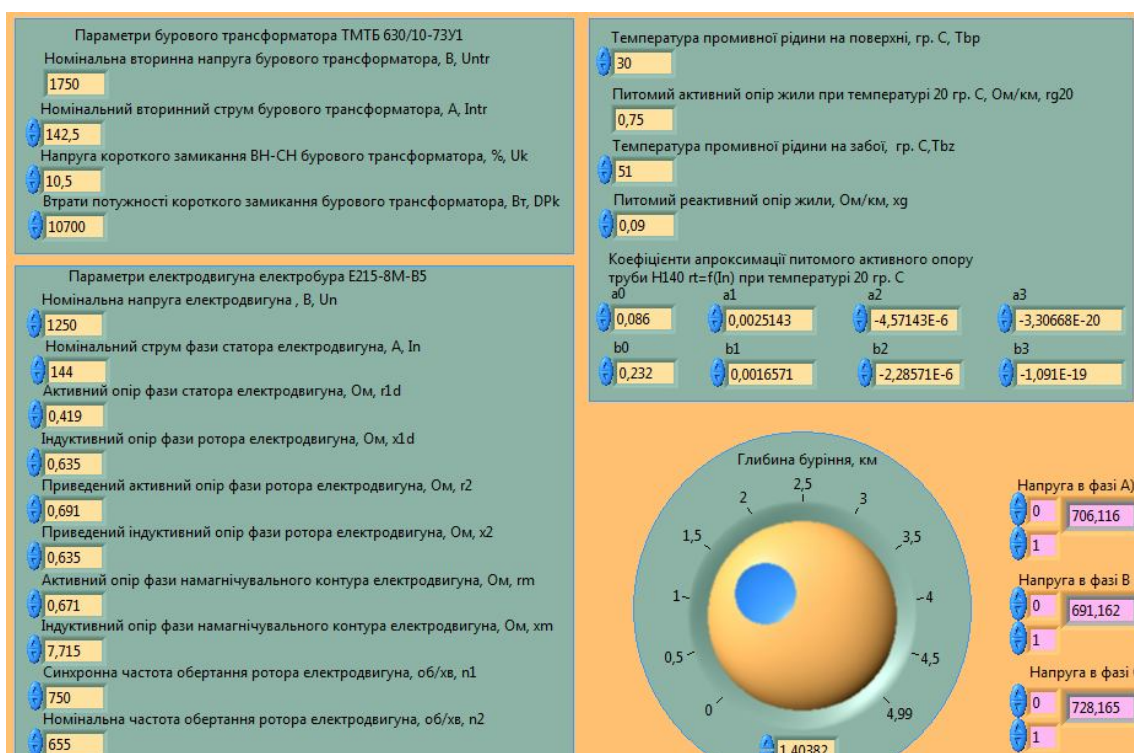


Рисунок 1 – Ввід даних для розрахунку

Figure 1 displays the current and torque characteristics of a synchronous motor during start-up. The left panel shows the current (A) versus time (s) for phases A, B, and C. The right panel shows the torque (Nm) versus time (s).

Current Characteristics (Left Panel):

- Y-axis: Струм, А (Current, A)
- X-axis: Час, с (Time, s)
- Legend: IA(s) (black line), IB(s) (red line), IC(s) (green line)
- Initial values (t=0): IA = 84,8322 A, IB = 83,0356 A, IC = 87,4812 A
- Final values (t=200s): IA ≈ 330 A, IB ≈ 260 A, IC ≈ 370 A

Torque Characteristics (Right Panel):

- Y-axis: Момент (Nm) (Torque)
- X-axis: Час, с (Time, s)
- Legend: Plot 0 (black line)
- Initial value (t=0): 0 Nm
- Peak value (t ≈ 20s): 200 Nm
- Final value (t=200s): 100 Nm

Втрати потужності в струмопроводі, N_{cp} , Вт

Втрати потужності втрумопроводі, N_{cp} , Вт

Втрати в міді обмотки статора двигуна, N_{m1} , Вт

Опір фази обмотки статора, r_1 , Ом

Втрати в міді обмотки статора двигуна, N_{m1} , Вт

Ншн

Втрати в сталі, $N_{ст}$, Вт

Потужність, яку споживає електродвигу, N_d , Вт

Втрати в сталі, $N_{ст}$, Вт

Додаткові втрати, $N_{доп}$, Вт

Механічні втрати, $N_{мех}$, Вт

Втрати на тертя в шпінделі при неробочому ході, $N_{шх}$ від 1500 до 2000 Вт

Потужність на долоті, N_d , Вт

Ншн

Використання вдосконаленої авторами математичної модель дає змогу розраховувати фазні струми та напруги на різній глибині буріння. Для підвищення надійності та ефективності роботи електробура необхідно розробити оптимальний алгоритм пофазного регулювання його напруги живлення.

1. Федорів М.Й. Застосування середовища програмування labview для моделювання режиму роботи електробура. Матеріали XIII міжнародної конференції «Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика» PEES 2011 секція «Моделювання та методи оптимізації» / М.Й. Федорів, А.І. Поточний, О.І. Кіянчук // Випуск 1/2011 (1), – с.340-341.

3. Поточний А.І. Аналіз енергетичних втрат двигуна електробура під час буріння. Матеріали ІХ МНТК молодих учених та спеціалістів «Електромеханічні системи, методи моделювання та оптимізації» секція «електромеханічні системи, методи моделювання та оптимізації» / А.І. Поточний, Б.І. Петровський // – 2011 – Випуск №1. – с.133-134.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ И СТРУКТУРЫ РЕАЛЬНОЙ РАЗВЕТВЛЁННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Халил Т.М., аспирант; Горпинич А.В., к.т.н., доц.

(ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина)

Авторами [1, 2] разработан простой и эффективный алгоритм сложной многоцелевой нелинейной оптимизации, который может быть использован в инженерной практике для поиска оптимальных вариантов в случаях, когда пространство решений состоит из специфических величин, и позволяет выполнить совместную оптимизацию конфигурации, мест установки и мощности батарей конденсаторов (БК), пропускной способности проводников и качества напряжения реальной разветвлённой распределительной сети с большим количеством узлов.

Продemonстрируем эффективность предложенного алгоритма на примере действующей однолинейной схемы электроснабжения Орджоникидзеvского участка МРЭС г. Мариуполя, содержащей 3 подстанции, 37 фидеров, 273 узла нагрузки, 284 ветви и 11 нормально разомкнутых коммутационных аппаратов (рис. 1). С целью снижения потерь электроэнергии и улучшения качества напряжения были выбраны 6 возможных вариантов оптимизации схемы (табл. 1). Экономические показатели схемы до и после оптимизации приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Возможные варианты оптимизации схемы

Варианты	Метод снижения потерь электроэнергии
А	Оптимизация режимов по напряжению и реактивной мощности путём установки батарей конденсаторов
В	Замена сечений проводников на перегруженных по экономическим условиям участках
С	Изменение конфигурации сети (реконфигурация)
Д	Оптимизация путём установки батарей конденсаторов, замены сечений проводников и реконфигурации, но без учёта высших гармоник
Е	Оптимизация путём установки батарей конденсаторов, замены сечений проводников и реконфигурации с учётом высших гармоник

Таблица 2 – Экономические показатели схемы до и после оптимизации

Показатели	Варианты					
	Исх.	А	В	С	Д	Е
Суммарные затраты, \$/год	1333883,8	1111960,2	987893,5	1122527	831294	857332
Эконом. эффект, \$/год	-	221923,6	345990,4	211356,6	502590	476552
Эконом. эффект, %	-	16,6	25,9	15,8	37,7	35,7
Затраты на БК, \$	-	172132,5	0	0	175215	134212,5
Затраты на проводники, \$	-	0	2137363	0	2108270	2064316
Стоимость инвестиций (за 10 лет), \$	-	172132,5	2137363	0	2283485	2198529
Годовая экономия, \$/год	-	239136,9	559726,7	211356,6	730938	696405
Срок окупаемости, лет	-	0,72	3,82	0	3,12	3,16
Остаточный период после момента окупаемости проекта, лет	-	9,28	6,18	10	6,88	6,84
Суммарная экономия за остаточный период, \$	-	2219236,3	3459904	2113566	5025899	4765518

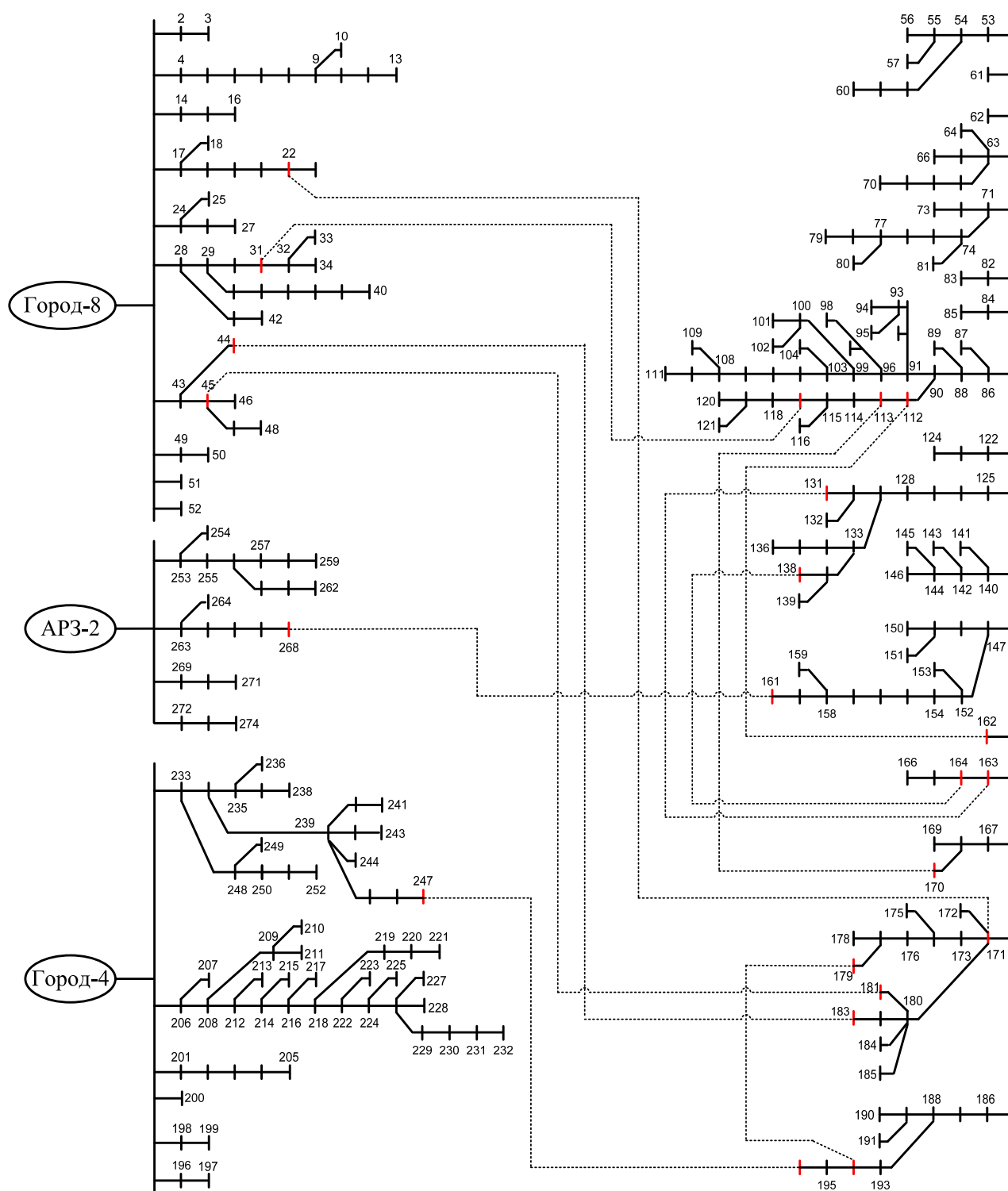


Рисунок 1 – Упрощённая реальная однолинейная схема электроснабжения
Орджоникидзевского участка МРЭС г. Мариуполя

Перечень ссылок

1. Khalil T.M. Selective particle swarm optimization / T.M. Khalil, A.V. Gorpnich // International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering (IJMSE). – 2012. – Vol. 3. – No. 4. – P. 1-4.
2. Khalil T.M. Reconfiguration for loss reduction of distribution systems using selective particle swarm optimization / T.M. Khalil, A.V. Gorpnich // International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering (IJMSE). – 2012. – Vol. 3. – No. 6. – P. 16-21.

ПРИСТРІЙ ЗАХИСНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО УМОВНО ЗАЛЕЖНИЙ ВІД НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ КОМБІНОВАНИЙ

Носанов М.І., к.т.н., проф.¹; Курінний Е.Г., д.т.н., проф.²; Романова Т.І., асистент¹

(¹Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка, Україна. ²ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Захист життя і здоров'я людей, а також їх майна, являє собою завдання першорядної важливості у всіх цивілізованих країнах світу.

Одним із ефективних засобів підвищення електробезпеки є застосування пристроїв захисного відключення (ПЗВ), керованих диференційним струмом.

В теперішній час успішно працюють в промисловості і побуті ряд ПЗВ, які випускаються в Германії, США, Франції, Росії, Україні та ін. Є різні типи ПЗВ, як функціонально незалежні від напруги живлення (типу FI), функціонально залежні від напруги живлення (типу DI), так і функціонально умовно залежні від напруги живлення (типу HFI). Всі вони мають ряд недоліків, і зокрема HFI, який не забезпечує повного захисту людей, електроприймачів і мереж при наступних додаткових аваріях: обриві PEN-провідника, замиканні фаз на N- або PE-провідник на стороні мережі, виносі потенціалу на PEN- або PE-провідник та ін.

В ДонНАБА сумісно з ДонНТУ розроблений унікальний пристрій захисного відключення, функціонально умовно залежний від напруги живлення комбінований (ПЗВФУЗНЖ, далі – ПЗBRu) [1], який забезпечує повний гарантований захист людей, електроприймачів і мереж при наступних додаткових аваріях: обриву PEN-провідника, замиканні фаз на N- або PE-провідник на стороні мережі, виносу потенціалу на PEN- або PE-провідник та ін.

ПЗBRu удосконалюється шляхом застосування ПЗВ типу HF7 [2], в якому передбачене вмонтування витка, який проходить скрізь «вікно» диференційного трансформатору струму (ДТС), в ланцюг якого ввімкнутий низьковольтний (20–30 В) варистор, котрий з'єднується з землею через допоміжний зонд заземлення РД.З..

ПЗBRu може виготовлятися як однофазного, так і трифазного виконання.

Блок-схема однофазного ПЗBRu представлена на рисунку і на прикладі системи захисного заземлення TN-C-S-TRu показана його робота.

Для реалізації цієї системи необхідно до ПЗBRu підводити провідник з потенціалом землі. В якості такого провідника можна використовувати повторне заземлення або спрощений і більш дешевий допоміжний зонд заземлення. Опір розтіканню струму в землю для допоміжного зонда заземлення РД.З. може досягти 240 Ом, в той час як для повторного захисного заземлення по ПУЕ він не повинен перевищувати 10 Ом. При використанні ПЗBRu потенціал землі підводиться по TRu – провіднику до затискача заземлення TRu на ПЗBRu. Даний провідник є потенціальним, його перетин також як і PE-провідника не залежить від струму навантаження і електроприймачів, що захищаються, економічно оптимальним. Для відрізнєння такої системи захисту від існуючих систем до зазначеного виду мережі додають букву TRu. З урахуванням цього нові системи захисту позначаються TN-C-S-TRu, TN-S-TRu і TT-TRu. Аналогічно ПЗBRu можуть виконуватись і диференціальні вимикачі комбіновані (ДВКRu).

ПЗBRu складається з наступних 7 блоків (рис. 1): 1 – вимикач; 2 – диференціальний трансформатор струму; 3 – електронний підсилювач; 4 – мініатюрне напівпровідникове реле (симистор, тиристор); 5 – електромагнітний пусковий механізм (котушка); 6 – варистор (Ru) низьковольтний (20–30 В); 7 – резистор РД.З. (240 Ом); Zп – навантаження; N – нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник; PEN – об'єднані PE і N; TRu – провід заземлення варистора.

ВЫВОД В РЕЗЕРВ НЕДОГРУЖЕННЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОМБИНАТОВ

Синчук О.Н., д.т.н., проф.¹; Синчук И.О., к.т.н., доц.¹; Лесной Н.И., ассистент²

(¹Криворожский национальный университет, г. Кривой Рог, Украина. ²Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, г. Кременчуг, Украина)

Введение. Доля электрической энергии в общем объеме себестоимости выпускаемой продукции отечественных горно-обогатительных комбинатов (ГОК) составляет 24-30 %. В тоже время этот показатель ряда аналогичных зарубежных предприятий почти в два раза меньше [1]. Из чего следует, что производственные мощности горнорудных предприятий в нашей стране используются недостаточно рационально.

Материал и результаты исследования. Для детального рассмотрения сложившейся ситуации проведен анализ ГПП–6 ОАО «Полтавский ГОК», на которой установлено два трансформатора (ТРНД–63000/150), со средними значениями коэффициентов загрузки за прошедший год эксплуатации: $K_{31} = 0,167$, $K_{32} = 0,183$. Следовательно, их дальнейшая работа в прежнем режиме является неэффективной [2].

Выходом из сложившейся ситуации может служить вывод одного из трансформаторов в «холодный» резерв (так как они не запитывают потребителей I категории надежности электроснабжения) либо полное отключение ГПП и распределение всей ее нагрузки между соседними подстанциями. Второй вариант уже по превентивной оценке является дорогостоящим, в виду необходимости сооружения дополнительных высоковольтных ЛЭП, а следовательно ожидаемого значительного увеличения срока окупаемости проекта (10-25 лет). Последнее снова возвращает нас к варианту вывода одного из трансформаторов ГПП-6 в «холодный» резерв.

Оценим при этом годовой экономический эффект выбранного варианта.

Потери активной (ΔW_{AT}) и реактивной (ΔW_{PT}) энергии в трансформаторе за год [3]:

$$\Delta W_{AT} = \Delta P_{XX} T_{\Gamma} + \Delta P_{K3} K_3^2 \tau, \text{ кВт}\cdot\text{час}; \quad (1)$$

$$\Delta W_{PT} = \Delta Q_{XX} \cdot T_{\Gamma} + \Delta Q_{K3} \cdot K_3^2 \cdot \tau, \text{ кВАр}\cdot\text{час}, \quad (2)$$

где ΔP_{XX} , ΔQ_{XX} – соответственно потери активной и реактивной мощности трансформатора при холостом ходе; T_{Γ} – число часов работы трансформатора в году, $T_{\Gamma} = 8760$ часов; ΔP_{K3} , ΔQ_{K3} – соответственно потери активной и реактивной мощности трансформатора при коротком замыкании; τ – время максимальных потерь, $\tau_1 = 640$ часов, $\tau_2 = 708$ часов.

Следовательно годовая экономия активной ($\Delta W_{AЭ}$) и реактивной ($\Delta W_{PЭ}$) энергий при выводе одного трансформатора ГПП–6 в «холодный» резерв составит:

$$\Delta W_{AЭ} = \Delta W_{AT1} + \Delta W_{AT2} - \left(\Delta P_{XX} T_{\Gamma} + \Delta P_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2 \times \left(0,124 + \frac{8760(K_{31} + K_{32})}{10000} \right)^2 \cdot 8760 \right), \text{ кВт}\cdot\text{час}; \quad (3)$$

$$\Delta W_{PЭ} = \Delta W_{PT1} + \Delta W_{PT2} - \left(\Delta Q_{XX} \cdot T_{\Gamma} + \Delta Q_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2 \times \left(0,124 + \frac{8760(K_{31} + K_{32})}{10000} \right)^2 \cdot 8760 \right), \text{ кВАр}\cdot\text{час}; \quad (4)$$

Что можно рассчитать в денежном эквиваленте используя выражение [2]:

$$C = C_A \Delta W_{AЭ} + C_P \Delta W_{PЭ}, \text{ грн}, \quad (5)$$

где: C_A – средняя стоимость 1 кВт·часа электроэнергии, $C_A = 0,6221$ грн/(кВт·час) (без НДС); C_P – средняя стоимость 1 кВАр·часа электроэнергии, $C_P = 0,0114$ грн/(кВАр·час) (без НДС).

Учитывая, что с последней проверки коэффициент загрузки трансформаторов мог измениться, рассчитаем экономию активной, реактивной и полной мощности за счет уменьшения потерь при выводе одного трансформатора ГПП-6 в «холодный» резерв для всех возможных вариантов значения K_{31} и K_{32} , сумма которых не должна превышать 1:

$$K_{31} + K_{32} < 1. \quad (6)$$

Снижение потерь активной мощности:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{T1} + \Delta P_{T2} - (\Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2), \text{ кВт.} \quad (7)$$

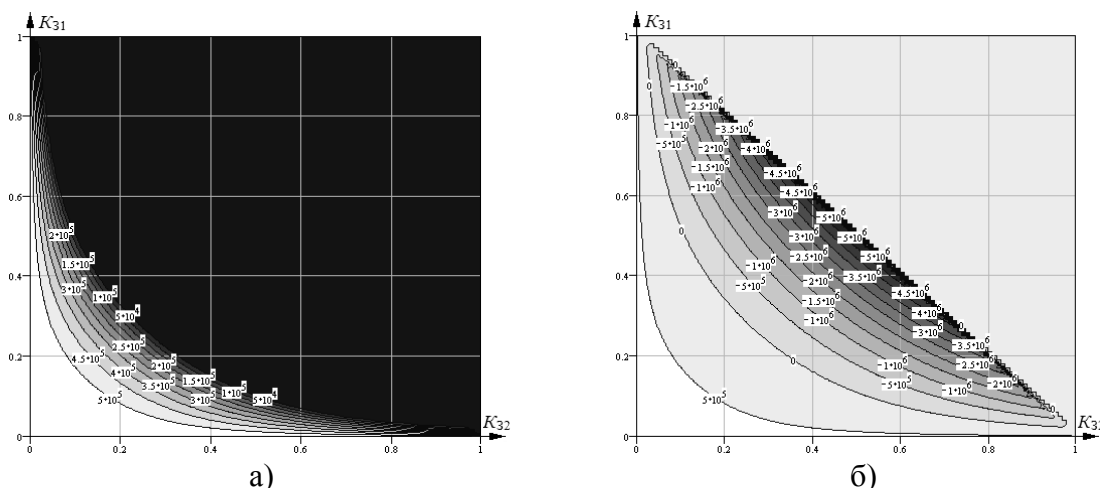
Снижение потерь реактивной мощности:

$$\Delta Q_{\Sigma} = \Delta Q_{T1} + \Delta Q_{T2} - (\Delta Q_{XX} + \Delta Q_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2), \text{ кВАр.} \quad (8)$$

Снижение потерь полной мощности:

$$\Delta S_{\Sigma} = \Delta S_{T1} + \Delta S_{T2} - \sqrt{(\Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2)^2 + (\Delta Q_{XX} + \Delta Q_{K3} \cdot (K_{31} + K_{32})^2)^2}, \text{ кВА.} \quad (9)$$

Для более наглядной оценки зависимости годовой экономии средств – сделаем расчет (1)-(2), (3)-(5) их экономии при различных значениях коэффициента загрузки трансформаторов. Результаты расчетов представлены на рис. 1.



ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ

Шевченко І.І., студент; Шлепньов С.В., к.т.н., доц.

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Всім відомий факт, що корисні копалини, які можуть бути використані для створення електроенергії, не безмежні і вже близькі до повного видобутку. Це призводить до постійного зростання ціни на енергетичні ресурси. Тому актуальним є використання альтернативних відновлювальних джерел електроенергії.

До альтернативних джерел енергії відносять відновлювані джерела енергії, які використовують енергію, що відновлюється за короткий проміжок часу або є безмежною.

За видом енергії, що використовується, альтернативні джерела енергії поділяються на категорії: Сонця (геліоколектори, ФЕПи – фотоелектричні перетворювачі та інші), вітру (вітрогенератори – горизонтально осьові і вертикально осьові), Землі (геотермальна енергетика, теплові насоси), води (гідроелектростанції, приливно-відливні електростанції).

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

Сонячна батарея – кілька об'єднаних фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) – напівпровідникових пристроїв, що прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм.

Переваги використання сонячних батарей:

- під час роботи станції не впливають на місцеву екологію і абсолютно екологічно безпечні, вони не шумлять і не виробляють в процесі своєї експлуатації ніяких відходів, які пізніше довелося б утилізувати;

- сонячні станції не потребують постійної закупівлі дорогих енергоносіїв;

- термін експлуатації сонячних панелей – 25-30 років, після цього всі їх компоненти можуть бути піддані стовідсотковій вторинній переробці без шкоди для навколишнього середовища або утилізації;

- можливість розміщення безпосередньо на дахах будівель [1].

Сила струму в сонячному елементі буде змінюватися пропорційно кількості захоплених поверхнею фотоелемента фотонів. Цей показник, у свою чергу, також буде залежати від безлічі додаткових чинників – це інтенсивність світлового випромінювання, площа фотоелемента, час експлуатації, ККД пристрою, який залежить від температури (при її підвищенні електропровідність фотоелемента значно падає).

За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання на території України необхідно виділити чотири зони.

У першій і другій зонах знаходяться всі південні та більшість східних областей України; більше половини території країни знаходиться в третій зоні, четверта зона найменш сприятлива для використання сонячної енергії. В цілому територія України належить до зони середньої інтенсивності сонячної радіації.

У той же час, питома потужність сонячного випромінювання в дуже хмарну погоду навіть вдень може бути менше 100 Вт/м^2 [2]. За допомогою найбільш поширених сонячних батарей можна перетворити цю енергію в електричну з ефективністю до 25 %.

Технічний та економічний розвиток відновлюваних джерел енергії і кількість можливостей їх використання зростає з кожним роком. Так, аналітики дослідницької компанії GlobalData в своїй доповіді стверджують, що до 2017 року вартість енергії від сонячних батарей зможе конкурувати з такою з викопних ресурсів.



Рисунок 1 – Потенціал сонячної енергії України

Сьогодні в Україні працюють понад 110 об'єктів, які виробляють електроенергію з альтернативних джерел енергії, в т.ч. 23 сонячні електростанції.\

За підсумками 2011 року сукупна потужність українських сонячних електростанцій склала вже 200 МВт, причому 180 з них забезпечили станції, запущені в минулому році.

В кінці 2011 року міжнародна аудиторська компанія Ernst & Young вперше включила Україну до щоквартального звіту Renewable Energy Country Attractiveness Indices, в якому зібрані дані про ТОП-40 держав-лідерів, найбільш привабливих для інвестицій в альтернативну енергетику.

Станом на серпень 2012 року наша країна займає 29 позицію, а за привабливістю для інвестицій в сонячну енергетику – 21 місце.

Як бачимо в Україні, як і в усьому світі, спостерігається активний розвиток альтернативної енергетики і такого її напрямку, як сонячна енергетика.

Хоч сонячні батареї досить дороги, а їх ефективність знаходиться на не найвищому рівні, вже сьогодні можна говорити про те, що сонячна енергія – це хороший засіб енергозбереження, зокрема завдяки можливості розміщення сонячних батарей на дахах багатоповерхових корпусів навчальних закладів і житлових будівель.

Перелік посилань

1. Ляшков В.И., Кузьмин С.Н. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 72с.
2. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 393с.

СОСТОЯНИЕ И ТАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЧАСТКОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ

Лесной Н.И., ассистент¹; Синчук О.Н., д.т.н., проф.²; Пархоменко Р.А., ассистент²;
Яловая А.Н., соискатель²

(¹Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, г. Кременчуг, Украина. ²Криворожский национальный университет, г. Кривой Рог, Украина.)

Введение. Железорудное сырье – руда, 40 % которой добывается на отечественных подземных горнорудных предприятиях, является одним из основных источников поступлений в валютный фонд Украины [1].

Весомым слагаемым в общей себестоимости железной руды являются энергетические затраты [1]. Снижение этого сегмента затрат важно, необходимо и реально для государственной экономики [2].

Материалы исследований. Результаты исследований показали, что рабочие трансформаторы железорудных шахт Криворожского горнодобывающего региона в настоящее время в течении суток загружены на 10-30 % от номинального значения (рис. 1), что по предварительной оценке является негативным явлением и требует детального рассмотрения [3].

На рис. 2 представлены зависимости значений КПД (η) (1) от коэффициента загрузки (K_3) для трансформаторов серии ТСВ [3].

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_T}, \quad (1)$$

где ΔP_T – потери активной мощности в трансформаторе; P_1 – мощность, поступающая из сети; P_2 – мощность, отдаваемая трансформатором во вторичную сеть.

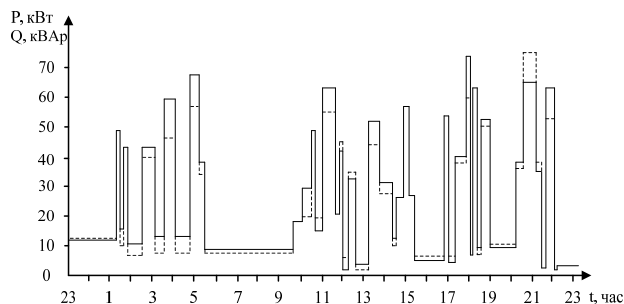


Рисунок 1 – Усредненный график нагрузки трансформатора ТСВ-250 УПП-3 шахты «Родина»: – активная электрическая энергия;
– реактивная электрическая энергия

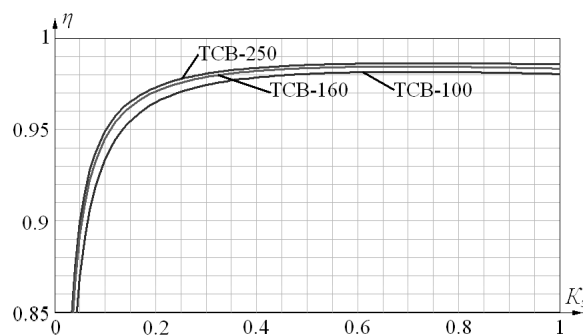


Рисунок 2 – Зависимости значений КПД (η) от коэффициента загрузки (K_3) для трансформаторов серии ТСВ

Как видно из полученных результатов, максимальное значение КПД для этой серии трансформаторов находится в пределах $K_3 = 0,7-0,75$, что подтверждается теоретическими расчетами полученными путем дифференцирования функции $\eta = f(K_3)$ и приравнявая $d\eta/dK_3$ к нулю. Таким образом из (1) можно найти коэффициент загрузки трансформатора соответствующий условию минимума потерь электрической энергии в трансформаторах:

$$\frac{d\eta}{dK_3} = \left(\frac{P_2}{P_2 - \Delta P_T} \right)' = \left(\frac{K_3 \cdot S_{ном} \cdot \cos(\phi)}{K_3 \cdot S_{ном} \cdot \cos(\phi) - (\Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2)} \right)' = 0, \quad K_{3пт} = \sqrt{\Delta P_{XX} / \Delta P_{K3}}. \quad (2)$$

По результатам эксплуатации трансформатора ТСВ-250 известно, что его среднесуточный коэффициент загрузки находится в диапазоне 15-30 % (37-75 кВА), что не соответствует условию минимума потерь электрической энергии (2). При этом трансформатор испытывает потери активной и реактивной мощности равные 1302-1460 Вт и 5936-6492 ВАР соответственно.

Сравнивая потери активной мощности нескольких трансформаторов серии ТСВ (рис. 3) можно сделать вывод, что в зависимости от диапазона рабочих нагрузок для их уменьшения могут быть использованы трансформаторы как большей, так и меньшей установочной мощности. Например, в диапазоне нагрузки от 0 до 60 кВт целесообразно использовать трансформатор ТСВ-100, в диапазоне 60-110 кВт – ТСВ-160, а для 110-250 кВт – ТСВ-250. Если же рабочий диапазон нагрузок не находится полностью в одном из ранее перечисленных, это относится и к УПП-3 шахты «Родина», то необходимо проведение дополнительных расчетов. Для уменьшения потерь реактивной мощности прослеживается четкая закономерность, которая заключается в установке трансформатора с наименьшей возможной установочной мощностью.

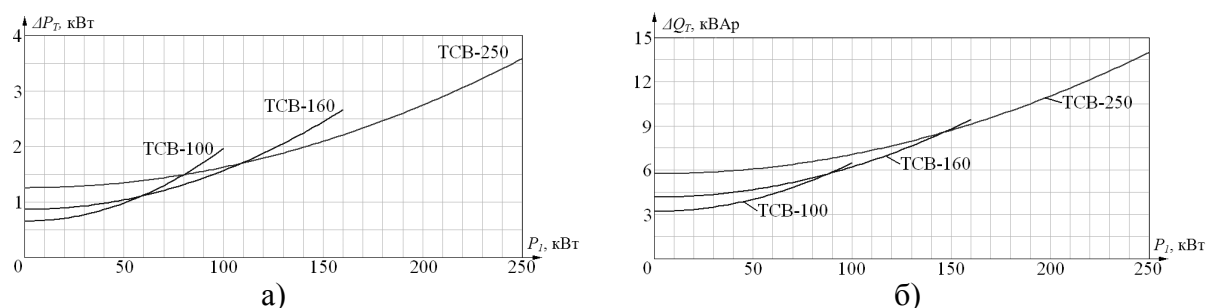


Рисунок 3 – Потери мощности в трансформаторах серии ТСВ: а) потери активной мощности; б) потери реактивной мощности

Анализируя потери мощности в трансформаторах УПП-3 шахты «Родина» при рабочем диапазоне нагрузок (10-80 кВт), можно сделать вывод о целесообразности использования трансформатора ТСВ-160 или ТСВ-100. Однако, малая величина экономии мощности (до 0,5 кВт) и значительная стоимость трансформатора (более 100000 грн) определяют срок окупаемости мероприятия по замене трансформатора в более чем 20 лет. Поэтому представленные результаты исследований следует учесть при замене вышедшего из строя трансформатора, либо при создании новой подстанции со схожим диапазоном рабочей нагрузки.

Выводы. 1. На примере тяговой схемы электроснабжения шахты установлено несоответствие в сторону завышения на 50-70 % установленных мощностей трансформаторов УПП для рабочего диапазона электрических нагрузок.

2. Замена имеющихся трансформаторов УПП на менее мощные не принесет желаемого экономического эффекта.

3. Для решения задачи повышения эффективности систем электроснабжения железорудных шахт в нынешних условиях производства необходимо проведение комплексных исследований по их реструктуризации.

Перечень ссылок

1. Шидловський А.К., Півняк Г.Г., Рогоза М.В., Випанасенко С.І. Геоекономіка та геополітика типа України. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 282 с.
2. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009-2010 гг.: Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004-2011 гг. / Е.Г. Бабец, Л.А. Штанько, В.А. Салганик и др. – Кривой Рог: Видавничий дім, 2011. – 329 с.
3. Електрифікація гірничого виробництва: Підручник для ВНЗ у 2-х т. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. / Під ред. Л.О. Пучкова, Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – т.1. – 503 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДУГОВОГО РАЗРЯДА В СЕТИ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ ФИЛЬТРА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Бершадский И.А., к.т.н., доц.; Дмитриева Е.А., студент

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Исследование электрических разрядов показывают, что параметры сети, в частности, активное сопротивление нагрузки, а также индуктивность и активное сопротивление источника оказывают влияние на величину сигнала, возникающего при коммутации на источнике.

Рассмотрим влияние параметров цепи на эффективность работы устройства искрозащиты, принципиальная схема которого приведена на рис. 1. Устройство подключено к выходной обмотке трансформатора TV, ток короткого замыкания которого ограничен резистором R_1 . В этой цепи последовательно со вторичной обмоткой трансформатора TV включена ограничительное сопротивление R_1 . Быстродействующие ключи устройства выполнены на тиристорах VS1 VS2, к управляющим электродам которых подключены соответствующие RC – фильтры верхних частот ФВЧ. Цепь безреактивной нагрузки коммутируется контактом SA искрообразующего механизма ИМ.

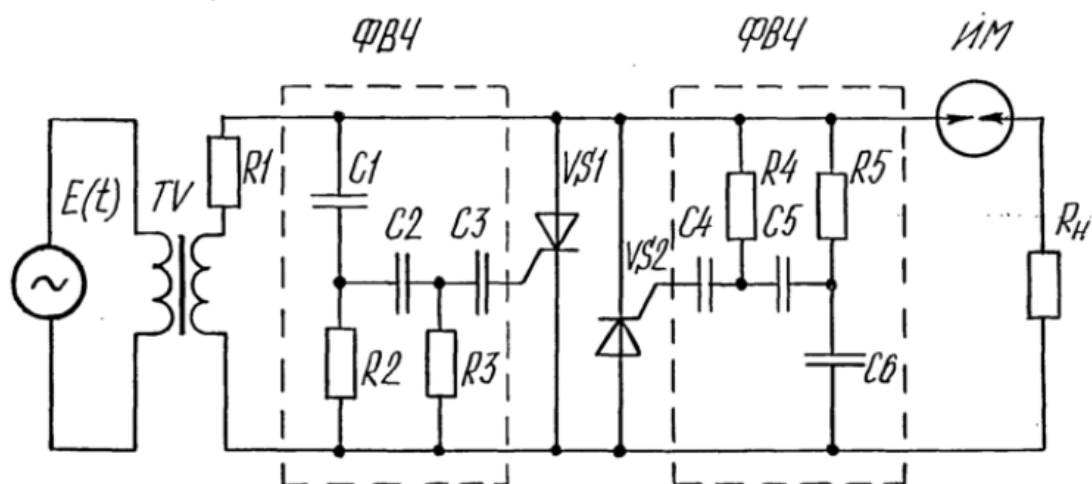


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема искрозащиты цепи переменного тока низкой частоты, содержащая RC фильтры верхних частот

На искробезопасность такой цепи оказывает влияние величина сигнала $U_{ком}$, возникающего при коммутации, который поступает на один из ФВЧ, а затем на соответствующий ключ VS1 или VS2. Если величина сигнала $U_{ком}$ будет недостаточной для срабатывания схем искрозащиты, то возникающий при коммутации разряд может получить дальнейшее развитие и вызвать воспламенение газовой смеси. Поэтому необходимо определить, каким образом параметры описанной электрической схемы влияют на величину сигнала $U_{ком}$, и, как следствие, на работу искрозащиты.

Для этого рассмотрим распределение напряжений на источнике (выходе трансформатора TV) и нагрузке во время коммутации. Так как при низкой частоте питающего напряжения длительность полупериода достигает десятков миллисекунд, а длительность коммутационного разряда не превышает сотен микросекунд, то можно считать, что за время разряда питающее напряжение практически не изменится. Напряжение на контактах увеличивается в процессе развития разряда размыкания. Однако за время срабатывания защиты (единицы микросекунд) напряжение на разряде также практически не изменяется и равно начальному значению U_0 . [1]

Из уравнения (1) следует, что величина напряжения, поступающая на вход устройства искрозащиты при размыкании цепи нагрузки не зависит от величины э.д.с. источника питания, а зависит от величины скачка напряжения U_0 , выделяющегося на разряде в начальный момент коммутации, от активного сопротивления источника R_1 и нагрузки R_2 а также индуктивности источника L . Реакция на выходе фильтра $y(t)$ показана на рис. 2.

$$U_{ком} = U_0 \cdot R_1 \cdot \left(1 - R_2 \cdot e^{-\left(\frac{(R_1 + R_2) \cdot t}{L} \right)} \right) / (R_1 + R_2). \quad (1)$$

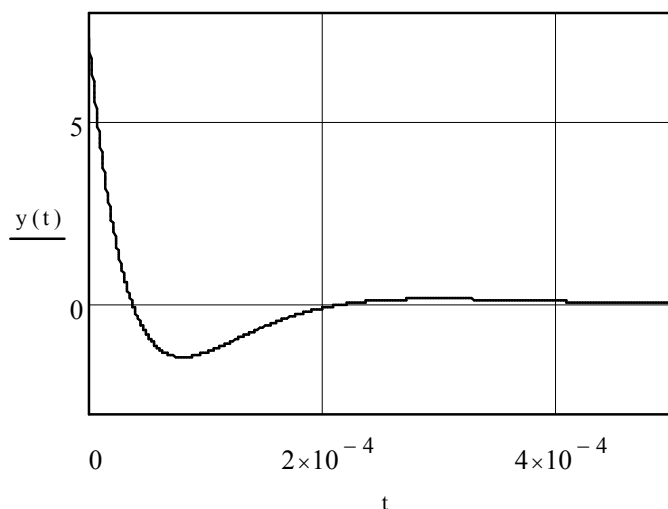


Рисунок 2 – График зависимости напряжения на выходе фильтра от времени

Эксперименты с изменением величины частоты и соотношения параметров фильтра позволили заметить зависимость: с увеличением частоты время срабатывания фильтра уменьшается (рис. 3) и значение напряжения на входе и выходе фильтра остается постоянным вне зависимости от соотношения активного сопротивления источника и индуктивности.

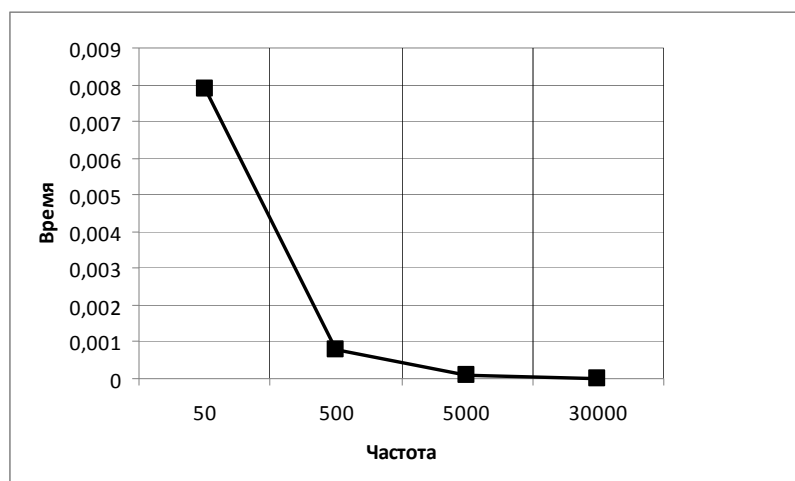


Рисунок 3 – Зависимость времени срабатывания фильтра от частоты

Перечень ссылок

1. Лаппо П.В. Способы и средства обеспечения искробезопасности энергоемкой шахтной геофизической аппаратуры повышенного напряжения. / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 1985. – С. 140-144.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЕДЕННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ГРОЗОРОЗРЯДУ

Гудим В.І., д.т.н., проф.^{1,2}; Юрків Б.М., провідний інженер ВНТЕЕМ³

(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

²Краківська політехніка, м. Краків, Польща. ³ПАТ «Львівобленерго», м. Львів, Україна)

На теперішньому етапі, як в побуті, так і в промисловості, все ширше використовуються сучасні електротехнічні вироби, виготовлені з використанням напівпровідникових, мікроелектронних та мікропроцесорних систем, які є високочутливими до імпульсів перенапруг, особливо грозового походження.

Перенапруги на провідниках електроживлення, зв'язку чи на інших внутрішніх мережах будівлі виникають внаслідок дії електромагнітного поля, створеного струмом блискавки, який протікає по металевих струмовідводах систем блискавкозахисту, змонтованих безпосередньо на будівлі, або по струмопроводах окремо встановлених блискавководів.

Перенапруги є однією з причин пробою електричної ізоляції захищених провідників, що в свою чергу призводить до появи коротких замикань або струмів витоку, а також пошкодження ізоляції іншого електротехнічного устаткування з подальшим їх можливим загоранням [1].

Нажаль, в діючому в Україні ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель та споруд» питання розрахунку наведеного потенціалу, а також вимог щодо взаємного розташування провідників систем блискавкозахисту та провідників комунікацій будівлі, не висвітлюється.

В державному стандарті ДСТУ 3680-98 «Стійкість до дії грозових розрядів. Методи захисту» хоч і дуже обмежено, проте висвітлено питання щодо взаємного розташування провідників систем блискавкозахисту та підвідних до технічних засобів проводів і кабелів. Даним стандартом вимагається, щоб вони були прокладені в металевих екранах та закритих жолобах на відстані не менше 1 м від струмопровідних частин та конструкцій систем блискавкозахисту.

Достатньо широко оцінку напруженості магнітного поля, а також наведеного потенціалу, висвітлено в міжнародному стандарті IEC 62305-4. Protection Against Lightning. Part 4: Electrical and electronic systems within structures, проте оцінка проводиться для об'єктів, в яких влаштовано захисний екран у вигляді металевої сітки, а також розглядаються лише прямокутні петлі, що не дозволяє враховувати більш складніші шляхи прокладання провідників систем комунікацій будівель.

У зв'язку з цим виникає необхідність дослідження процесів наведення високих потенціалів струмом блискавки на комунікаціях будівель з подальшим розробленням рекомендацій з взаємного розташування провідників систем блискавкозахисту і провідників електроживлення та зв'язку з метою зниження величини наведених потенціалів та негативних наслідків від розряду блискавки.

Розв'язання поставленої задачі здійснено шляхом математичного моделювання електромагнітних процесів, що виникають в результаті грозорозряду. Наведення високих потенціалів відбувається завдяки електромагнітним зв'язкам між головним грозорозрядним контуром та суміжними електричними контурами [2].

На рис. 1 наведено часову залежність величини наведеного потенціалу на кожній із жил провідника електроживлення будівлі, який має довжину 3 метри, від розміщеного на відстані 0,5 метра струмовідводу довжиною 4 метри. Струм в каналі блискавки, який в результаті ураження будівлі, що захищена системою блискавкозахисту, рівномірно розтікається по двох струмовідводах, має амплітуду імпульсу 100 кА і форму хвилі 10/350 мкс.

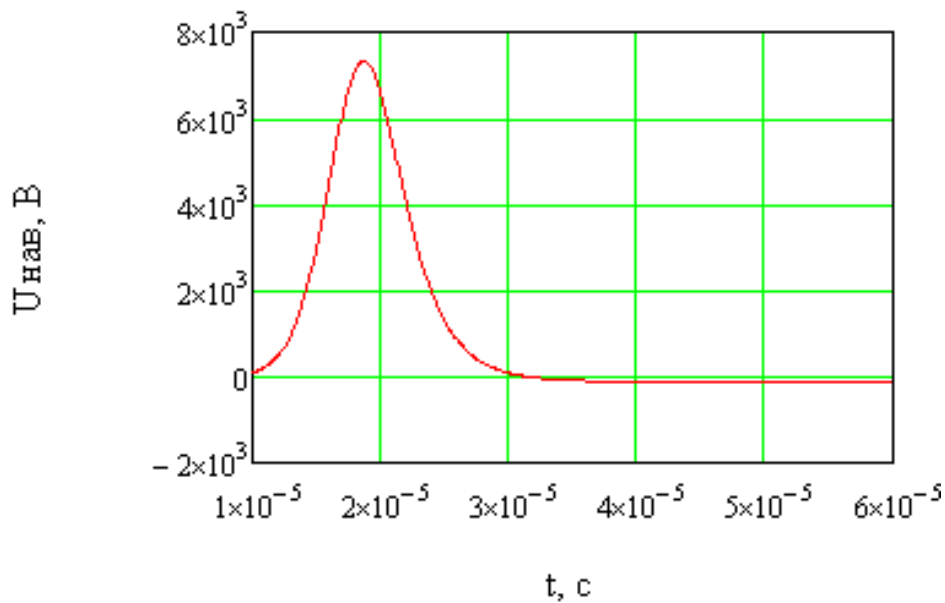


Рисунок 1 – Часова залежність наведеного потенціалу

З рис. 1 видно, що величина наведеного потенціалу становить 7,31 кВ з загальною тривалістю імпульсу 30 мкс, та є небезпечною для ізоляції провідників та електротехнічного обладнання.

Для оцінки зміни амплітуди наведеного потенціалу в залежності від відстані між струмовідводом та електричним кабелем, виконувалось поступове збільшення зазначеної відстані, і кожен раз перераховувався наведений потенціал.

В результаті було отримано експоненційну залежність зменшення амплітуди наведеного потенціалу зі збільшенням відстані, завдяки чому надано рекомендацію взаємно розміщувати провідники електроживлення та струмовідводи на відстані, не менше, ніж 2 метри одні відносно одних, оскільки подальше збільшення відстані не приводить до різкого зниження амплітуди наведеного потенціалу.

Крім цього за результатами досліджень встановлено, що значного ефекту зі зменшення величини наведеного потенціалу можна досягнути з використанням чотирьох струмовідводів. Якщо прийняти, що струм блискавки з вищезазначеними параметрами рівномірно розтечеться по чотирьох струмовідводах, тоді амплітуда наведеного потенціалу на кожній із жил кабелю електроживлення будівлі, який розміщений на відстані 2-х метрів від одного зі струмовідводів, становитиме 1,65 кВ, що наближається до нормативно встановленої величини в 1,5 кВ амплітуди імпульсу перенапруги третього каскаду захисту від перенапруг згідно зональної концепції ІЕС.

Також ефективним є зменшення довжини провідників електроживлення чи зв'язку в місцях їх паралельного прокладання зі струмовідводами. В цьому випадку, за незмінності решти умов попередніх експериментів, амплітуда наведеного потенціалу ще більше зменшується та не перевищує нормативно встановленої величини.

Використання зазначених рекомендацій під час проектування та монтажу систем блискавкозахисту, систем електроживлення чи зв'язку будівель і споруд, значно знизить величину наведених потенціалів та можливість пошкодження ізоляції електрообладнання внаслідок грозових розрядів.

Перелік посилань

1. Черкасов В.Н. Пожарная безопасность электроустановок: учебник / В.Н. Черкасов, Н.П. Костарев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2002. – 377 с.
2. Гудим В.І. Математична модель грозорозрядних процесів / В.І. Гудим, Б.М. Кінаш, Б.М. Юрків // Пожежна безпека: теорія і практика: Збірник наукових праць ЧАПБ. – № 2. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2008. – С. 11-16.

ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ МАШИННИХ ЗАЛІВ АТОМНИХ І ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Семерак М.М., д.т.н., проф., зав. каф.¹; Новак В.М., головний інспектор Департаменту пожежної безпеки²; Субота А.В.¹, ад'юнкт

(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна, ²Державна інспекція техногенної безпеки України, м. Київ, Україна)

Сучасні енергосистеми потребують постійного вдосконалення генеруючого обладнання, підвищення степеня надійності його роботи і терміну експлуатації.

За період з 1965 року і до сьогодні (враховуючи катастрофу на АЕС «Фукусіма – 1») у машинних залах АЕС і ТЕС усього світу з турбогенераторами потужністю 50 МВт і більше зафіксовано понад сто аварійних ситуацій. З них пожеж – 35, вибухів – 6, вибухів з пожежами – 6.

Наявність в системах охолодження турбогенераторів вибухонебезпечного і горючого водню у поєднанні з горючою турбінною оливою створює проблему забезпечення вибухо- і пожежобезпеки в машинних залах електростанцій.

Вибухо- та пожежонебезпечні середовища можуть утворитися в різних місцях газо-оливної системи генератора, а також в прилеглих вузлах і відсіках при аварійних викидах і витоках водню. Газова система турбогенератора має спеціальне устаткування, що дозволяє здійснювати безпечне заповнення корпусу генератора воднем і видалення останнього шляхом використання як проміжний агент інертного газу: водень витісняється інертним газом, потім повітрям, а повітря аналогічно витісняється інертним газом, потім воднем. При помилковому виконанні вказаних операцій і відсутності контролю над складом газової суміші також можуть утворитися вибухонебезпечні середовища в корпусі генератора, поплавцевому гідрозасуві, бачку продування. Водень може потрапляти в картери підшипників, шинопроводи, систему охолодження обмотки статора дистиллятом, водяну систему газоохолоджувачів, і, накопичуючись, при певному процентному змісті також утворює вибухонебезпечні середовища [1].

Несучими конструкціями машзалів є металеві колони і несучі ферми покрівлі залів. Відстань в осях поперечного напрямку може складати від 28 до 54 м, відстань між осями колон машзала в подовжньому напрямі може бути 6 або 12 м і визначається типом турбогенератора і схемою його розміщення в об'ємі машзала.

В машинних залах аварії на турбоагрегаті, що супроводжуються викидом водню і витоком турбінної оливи по площах на різних відмітках можуть привести до швидкого розвитку пожеж. Інтенсивне горіння турбінної оливи приводить до утворення щільних теплових потоків, що випромінюються факелом полум'я і швидкому задимленню машзалу, які можуть досягати висоти відмітки кроквяних ферм. При локальній дії висхідних теплових потоків відбувається нагрів незахищених металевих конструкцій до критичної температури (500-550 °C) [2].

Інтенсивність і величина нагріву конструкції залежить від величини теплового потоку обумовленого пожежею. Тепловий потік залежить від температури пожежі, висоти і ширини полум'я, відстані до конструкції.

З метою підвищення пожежної безпеки машинного залу і стійкості його будівельних конструкцій при виникненні пожежі в результаті руйнування оливо-водневого ущільнення турбогенератора і спалаху водню металеві конструкції покривають вогнезахисними покриттями, що вспучуються.

Якщо відбувається витікання водню з статора генератора через отвір площею еквівалентній площі круглого перетину діаметра 100 мм, то висота факела може досягати 23

м з температурою полум'я 2500°C і тривалістю горіння 29 с [3]. Температура полум'я сумісного горіння водню і оливи становить більше 1600°C , а висота – 12 м.

В роботі розроблена математична модель визначення та дослідження теплових потоків, зумовлених температурою полум'я, а також температурного поля в елементах несучих конструкцій. Враховуючи фізичні характеристики і геометричні параметри полум'я пожежі і несучих конструкцій, визначений і досліджений тепловий потік, падаючий на конструкцію залежно від відстані між вогнищем пожежі і конструкціями.

Отримані результати дозволили визначити та дослідити температурне поле по товщині конструкції залежно від товщини вогнезахисного покриття і його теплофізичних характеристик. Результати досліджень представлені графічно на рисунках.

Аналіз результатів показав, що наявність вогнезахисного покриття в три і більше рази збільшує час досягнення металевою конструкцією критичної температури.

Перелік посилань:

1. РД 153-34.0-45.512-97. Типовая инструкция по эксплуатации газомаслянных систем водородного охлаждения генераторов.
2. Микеев А.К. Противопожарная защита АЭС. – Москва: Энергоатомиздат. – 1990. – 210 с.
3. Голоднова О.С. Об аварийном сбросе водорода из турбогенератора с водородным охлаждением. Вести в электроэнергетике 2010; № 2. – С. 8-15.

УДК 621.311.4.031

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ВІТРОГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАНОВКИ З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ

Бойко С.М., аспірант; Ялова А.М., викладач; Сінчук О.М., д.т.н., проф.

(Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, г. Кременчуг, Украина)

Класичне виконання енергетичної системи з вітроустановкою виглядає наступним чином: первинний перетворювач енергії вітру в механічну енергію – перетворювач параметрів механічної енергії – перетворювач механічної енергії в електричну.

З метою вибору типу електричного генератора для вітроенергетичної установки (ВЕУ) було проведено аналіз існуючих варіантів виконання вітроенергетичних систем (ВЕС) [1].

До основних недоліків ВЕУ на базі асинхронного генератора з короткозамкненим ротором можна віднести відносно низький ККД АГ, фіксована робоча частота обертання ВД, що є причиною недовикористання його енергетичних можливостей, наявність мультиплікатора, що знижує надійність і підвищує вартість установки. Хоча переваги такого технічного рішення перебивають його недоліки, а саме: надійність АГ разом з відносно невисокою вартістю, невибагливість, можливість застосування неспеціалізованих серійних машин відповідної потужності і простоту сполучення ВЕУ з мережею.

Незважаючи на перераховані недоліки, до недавнього часу близько 85 % світового парку мережових ВЕУ було влаштовано саме таким чином. Виробництво даної конструкції відбувається і нині.

В конструкції ВЕУ на базі асинхронного генератора з фазним ротором завдяки наявності регульованого опору обмотки ротора з'являється можливість змінювати механічну характеристику генератора, що дозволяє змінювати частоту обертання до 10 % вище номіналу. Можливості первинного перетворювача енергії використовуються краще, ніж при оснащенні ВЕУ АГ з КЗ ротором. Однак наявність обмотки ротора, ковзних контактів і блоку баластних резисторів погіршують показники надійності.

Рішення ВЕУ з асинхронизированим синхронним генератором забезпечує стабільну частоту генерованої напруги в широкому діапазоні частот обертання ВК (± 30 % від номінальної і більше), що дозволяє значно підвищити ефективність первинного перетворення енергії. Однак на порушені при значній розбіжності частот витрачається відчутна частина електроенергії, що виробляється. Наявність ковзних контактів і мультиплікатора також знижує надійність пристрою порівняно з установкою на базі АГ з КЗ ротором.

При використанні ВЕУ на базі синхронного генератора з збудженням від постійних магнітів з'являється необхідність подвійного перетворення 100 % вироблюваної СГ електроенергії напівпровідниковими перетворювачами більшої потужності призводять до подорожчання системи, а наявність мультиплікатора повідомляє установки недоліки, властиві описаним вище конструкцій. Однак з точки зору використання можливостей первинного перетворювача енергії схема більш вдала, ніж усі попередні рішення. Крім цього, ККД генератор електроенергії вище порівняно з асинхронними машинами.

Багатьох перерахованих в попередньому рішенні недоліків можна уникнути, використовуючи ВЕУ на базі синхронного генератора прямого приводу з електромагнітним або магнітоелектричним збудженням. У цьому випадку за рахунок відсутності мультиплікатора і обмотки порушення підвищується ККД установки, її надійність, і знижуються експлуатаційні витрати.

На сучасному етапі розвитку науки та техніки найбільш ефективною з енергетичної точки зору конфігурацією потужної мережевої ВЕУ є система, що працює при змінній регульованою частотою обертання ВК, переважно без проміжного мультиплікатора, на базі синхронного магнітоелектричного генератора з повним перетворенням, електричної потужності з допомогою напівпровідникового перетворювача частоти, що забезпечує досить високі показники якості виробленої електроенергії.

Цей висновок дійсний для ВЕУ середньої і малої потужності, що працюють в умовах автономних об'єктів в сукупності з накопичувачами електроенергії.

Для випадку роботи ВЕУ в рудних шахтах, не дивлячись на всі переваги системи з синхронним генератором, все ж найбільш підходящим варіантом є використання асинхронного генератора. Це зумовлено насамперед особливостями навколишнього шахтного середовища. Для використання ВЕУ в умовах рудних шахт необхідно вибрати надійний, малогабаритний і простий в обслуговуванні генератор необхідної потужності.

Також для роботи ВЕУ на мережу в умовах залізрудних шахт, найбільш ефективними із вище розглянутих варіантів виконання ВЕУ є ВЕУ з асинхронним генератором [3].

Висновок: для роботи ВЕУ в умовах залізрудних шахт з можливістю віддачі електричної енергії в мережу найбільш характерними критеріями вибору генератора є: вагогабаритні характеристики, надійність і простота в обслуговуванні, потужність генерування, якість виробленої енергії. Виходячи з вищевикладених критеріїв, найбільш підходящим для роботи ВЕУ в умовах залізрудних шахт є асинхронний генератор з короткозамкненим ротором.

Перелік посилань

1. Люшня А.А. Адаптивная аэромеханическая система управления ветротурбиной / А.А. Люшня, В.Г. Лосьев, В.В. Шаповалов, С.А. Храмцов // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «ХАИ», 1999. – Вып.8. – С. 29-33.
2. Бохян С.К. Емкостное самовозбуждение асинхронного генератора / С.К. Бохян // Известия академии наук СССР. Энергетика и транспорт. – Москва. – 1977. – № 2. – С. 39-45.
3. Вашкевич К.П. Устойчивость параллельной работы ветроэлектрической станции на сеть бесконечно большой мощности // Промышленная аэродинамика. «Ветродвигатели» / под ред. Г.Х. Сабина. – М.: Оборонгиз, 1957. – № 8. – С. 27-31.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КЗ

Мелешко О.М., студент; Шлепньов С.В., к.т.н., доц.

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

В електричному обладнанні можуть виникнути різні види коротких замикань, які супроводжуються різким збільшенням струму.

Все встановлене електрообладнання в системі електропостачання повинно бути стійким до струмів короткого замикання і вибиратися з урахуванням величин цих струмів.

Розрізняють такі види коротких замикань: трифазне або симетричне, коли три фази з'єднуються між собою; двохфазне – дві фази з'єднуються між собою без з'єднання з землею; однофазне – одна фаза з'єднується з нейтраллю джерела через землю; подвійне замикання на землю – дві фази з'єднуються між собою і з землею [1].

Основними причинами виникнення таких коротких замикань в мережі можуть бути:

- пошкодження ізоляції окремих частин електроустановки;
- неправильні дії обслуговуючого персоналу;
- перекриття струмоведучих частин установки.

Коротке замикання в мережі може супроводжуватися:

- припиненням живлення споживачів, приєднаних за місцем короткого замикання;
- порушенням нормальної роботи інших споживачів, підключених до неушкоджених ділянок мережі, внаслідок зниження напруги на цих ділянках;
- порушенням нормального режиму роботи енергетичної системи.

Діюче значення повного струму короткого замикання для довільного моменту часу t I_t визначається відповідними періодичною I_m та аперіодичною I_{at} складовими:

$$I_t = \sqrt{I_{m,t}^2 + I_{a,t}^2}$$

Періодична складова струму змінюється за гармонійною кривою відповідно до синусоїдальної ЕРС генератора. Аперіодична складова струму КЗ визначається характером згасання струму КЗ під впливом активного опору кола й обмоток статора генератора. У колі напругою вище 1000 В, де мало значення активного опору, час загасання аперіодичної складової складає 0,15-0,2 с.

Для обчислення струмів короткого замикання складається розрахункова схема, відповідно до нормального режиму роботи системи електропостачання, вважаючи (для підвищення надійності), що всі джерела живлення увімкнені паралельно. В розрахунковій схемі враховуються опори живлячих генераторів, трансформаторів, високовольтних ліній (повітряних і кабельних), реакторів, електродвигунів. За розрахунковою схемою складається схема заміщення, у якій вказуються опори всіх джерел і споживачів і позначаються точки для розрахунку струмів КЗ.

Для генераторів, трансформаторів, електродвигунів, високовольтних ліній і коротких ділянок розподільчої мережі зазвичай враховуються тільки індуктивні опори. При значній довжині мережі (кабельної та повітряної) враховуються також їх активні опори, оскільки у віддалених точках КЗ має місце зниження ударного коефіцієнта [2].

Для автоматизації процесу розрахунку струмів КЗ була написана відповідна програма.

Користувачу необхідно задати базисну потужність та напруги високої та низької сторін трансформатора. Далі користувачу необхідно ввести опори системи, трансформатора та лінії електропередачі, а також час вимикання вимикачів і дії релейного захисту. Якщо на підприємстві встановлені високовольтні синхронні чи асинхронні двигуни, необхідно внести їх параметри у відповідні поля вводу даних.

Програма розраховує струми КЗ на шинах високої та низької напруги трансформатора ГЗП (рис. 1).

Рисунок 1 – Програма розрахунку струмів КЗ

Величина струмів КЗ є важливим критерієм вибору електричного обладнання. Тому, як бачимо, автоматизація процесу розрахунку струмів КЗ може значно скоротити час на проектування та розробку системи електропостачання.

Перелік посилань

1. Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: «Высшая школа», 1969 – 510 с.
2. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368с.: ил.
3. Архангельский А.Я. Программирование в C++Builder. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2010 – 896 с.

УДК 614.838.001.18

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВЗРЫВОВ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ГАЗИФИЦИРОВАННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Ковальов А.П., д.т.н., проф.; Лехтман И.И., аспирант

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

На кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» разработан и сконструирован опытный образец системы предупреждения взрыва метановоздушной смеси (МВС) в газифицированных помещениях [1-3]. Появление опасной МВС (5-15 % в воздухе) возможно как в результате аварии на участке внешних газораспределительных сетей (например, оборудования газораспределительного пункта), так и неисправности газового оборудования внутри газифицированного помещения (например, квартиры).

На рис. 1 представлена блок-схема системы обеспечения взрывобезопасности газифицированного помещения и приведена фотография разработанного опытного образца системы управления газовой защитой и электромагнитным клапаном-отсекателем.



Разработанная нами новая система обеспечения взрывобезопасности позволяет предотвращать взрывы бытового газа в помещении с помощью непрерывного контроля за изменением концентрации МВС и давления газа во вводном газопроводе, а также за счет уменьшения вероятности появления опасного электрического источника (применением искробезопасных выключателей), что позволит практически полностью избежать возникновения аварийных ситуаций.

Перечень ссылок

1. Патент на корисну модель 52375 Україна, МПК (2009), H02H 3/16. Пристрій підключення газових приладів у квартирах житлових будинків / О.М. Нагорний, О.П. Ковальов, І.І. Лехтман. – № u 201001827; под. 19.02.10; опубл. 25.08.10, Бюл. №16.
2. Патент на корисну модель 56214 Україна, МПК (2011.11), G01M 3/28. Аварійна система запобігання вибуху побутового газу в квартирі / О.П. Ковальов, І.І. Лехтман. – № u 201006263; под. 25.05.10; опубл. 10.01.11, Бюл. №1.
3. Патент на корисну модель 62034 Україна, МПК (2011.11), F24D 10/00. Пристрій підключення газових приладів у квартирах житлових будинків / О.М. Нагорний, О.П. Ковальов, І.І. Лехтман. – № u 201100503; под. 17.01.2011; опубл. 10.08.2011, Бюл. №15.

ДЖЕРЕЛО БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Боднар Г.Й., к.т.н., доц., нач. каф.; Шаповалов О.В., викладач

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна)

Україна все більше відчуває глобальну перемену клімату, яка характеризується більшою кількістю виникнення таких природних явищ як буревії, повені, смерчі, що є причиною надзвичайних ситуацій природного характеру і супроводжуються знеструмленням міст, районів а деколи цілих регіонів України, руйнуванням будівель і споруд, виникненням пожеж. Тільки за першу половину 2012 року на території України з причин природних негараздів були знеструмлені близько п'ятисот населених пунктів [1]. В таких умовах електропостачання будівель з масовим перебуванням людей стає недоступним. Враховуючи, що системи протипожежного захисту живляться від мережі змінного струму загального використання, ліквідувати пожежу на початковій стадії стає також неможливим. Потрібно залучати сили і засоби МНС України. Якщо врахувати особливості розташування об'єктів, втручання оперативно-рятувальних підрозділів може бути несвоєчасне. Тому необхідно шукати шляхи вирішення цієї проблеми у застосуванні засобів протипожежного захисту на початковій стадії розвитку пожежі із залученням чергового персоналу об'єкта та незалежно від ситуації забезпечити роботу систем пожежогасіння, якими обладнаний об'єкт.

За відсутності електропостачання об'єкта від мережі, можна використати електричну енергію від автономних джерел з акумуляторними батареями (АБ). Нами для таких випадків запропоновано живлення системи протипожежного захисту від АБ.

На рис. 1 наведена схема живлення привідного двигуна АД насоса підвищувача тиску води системи внутрішнього протипожежного водопостачання.

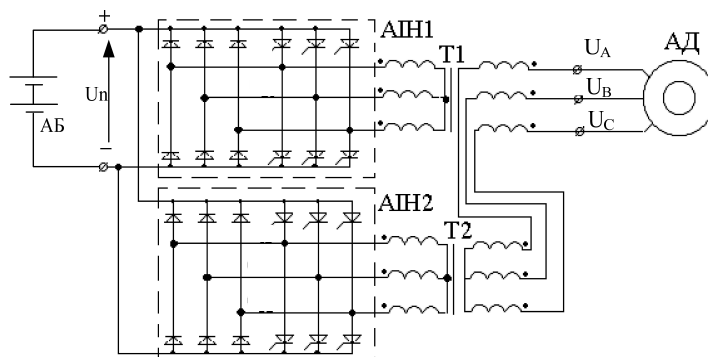


Рисунок 1 – Схема живлення АД

У схемі відбувається перетворення напруги постійного струму АБ в трифазну номінальну напругу живлення АД. Елементами схеми є два мостові трифазні інвертори напруги (АІН1, АІН2) і два трифазні трансформатори (Т1, Т2).

Тривалість роботи вентилів АІН $\lambda = 2\pi/2$. Форма вихідної напруги АІН в такому випадку не буде змінюватися і описується для кожної фази (А, В, С) виразами [2].

$$U_A = U_{\Pi} \sum_{j=1}^{n+1} (2/j\pi) \sin j(\gamma), U_B = U_{\Pi} \sum_{j=1}^{n+1} (2/j\pi) \sin j(\gamma - \rho), U_C = U_{\Pi} \sum_{j=1}^{n+1} (2/j\pi) \sin j(\gamma - 2\rho),$$

де U_{Π} – напруга на вході АІН; $j = 6k \pm 1$, де $k = 0, 1, 2, \dots, n/6$ – порядковий номер гармоніки ($j=1, 5, 7, 11, 13, \dots, n+1$).

До первинних обмоток трансформаторів Т1 і Т2 прикладаються напруги однакової форми, які мають зміщення у часі на кут $\beta = 30$ ел. град. (рис. 2). Вторинні обмотки Т1, Т2

з'єднані послідовно, і напруга, яка прикладається до АД, формується додаванням фазних напруг АІН. При такому додаванні компенсуються вищі гармоніки.

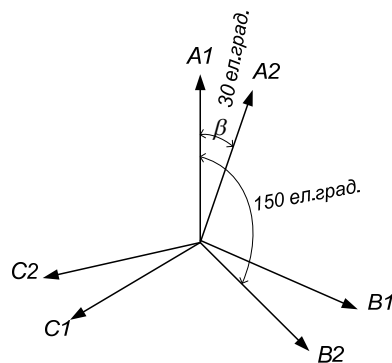


Рисунок 2 – Векторні діаграми напруг АІН

Процес формування трифазної напруги і компенсації вищих гармонік (5-ї і 7-ї) ілюструють векторні діаграми, наведені на рис. 3.

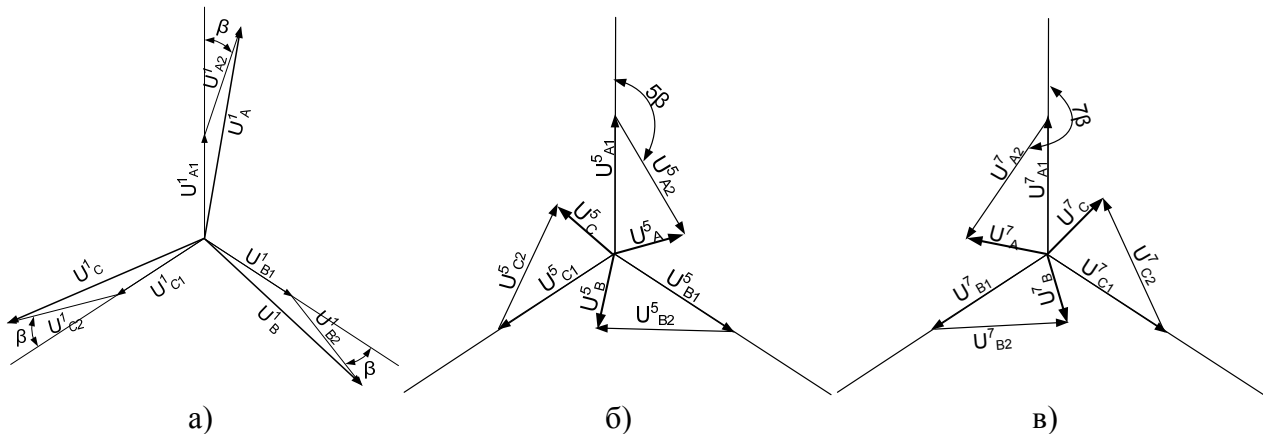


Рисунок 3 – Векторні діаграми напруг живлення АД: а) перша гармоніка; б) п'ята гармоніка; в) сьома гармоніка

Напруги живлення АД в такій схемі мають квазісинусоїдну форму (рис. 4). Коефіцієнт гармонік (нелінійних спотворень) становить 0,12. Коефіцієнт відносної присутності п'ятої гармоніки рівний 0,01, а сьомої – 0.009.

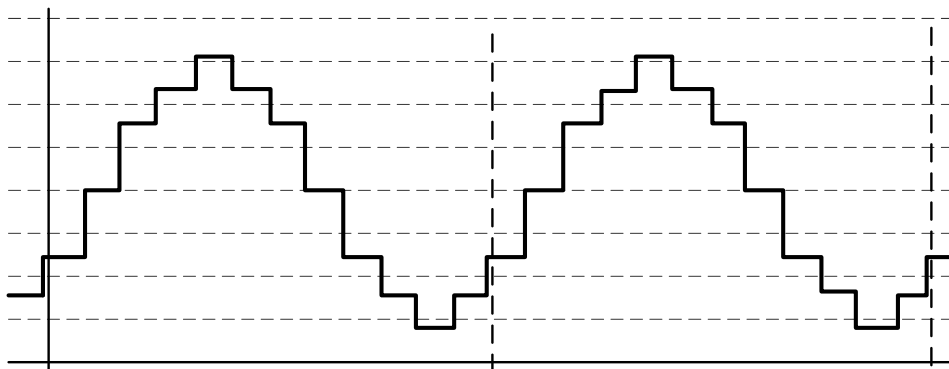


Рисунок 4 – Форма кривої напруги живлення АД

Перелік посилань

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році.
2. Боднар Г.Й., Плахтина О.Г. Аналіз гармонічних складових вихідної напруги трифазного автономного інвертора// Теоритична електротехніка. – 1996. – № 53. – с. 108-118.

ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ «ВУЗЬКИХ» МІСЦЬ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Гарашенко Г.С., студент

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна)

Вступ. Для промислових підприємств головною умовою стабільності роботи є постійний контроль, облік та аналіз використання електроенергії. Постійний ріст тарифів на електроенергію та нарощення потужності виробництва призводить до збільшення частини електроенергії в собівартості продукції, що є негативним явищем і призводить до погіршення становища підприємства на ринку збуту.

Мета роботи. Обґрунтувати систему використання енергоресурсів на підприємстві.

Матеріал і результати дослідження. Як приклад, розглянуто підприємство ДП «УПП УЗ» Хлистунівське кар'єроуправління. Для постійного моніторингу виробництва використовується автоматизована система технічного обліку електроенергії (АСТОЕ), яка дозволяє провести детальний аналіз ефективності використання енергоресурсів та внести корективи в роботу обладнання, в тому числі і для використання його в не навантажені періоди. Питання енергозбереження стоїть дуже гостро, тому встановлена система забезпечує контроль за енергосистемою в цілому. Для підтримання собівартості продукції на певному рівні необхідно своєчасне прийняття управлінських рішень по схемі розподілу обов'язків (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема прийняття управлінських рішень

Використання трирівневої схеми побудови дозволяє забезпечити безпосередній доступ до даних з будь-якого робочого місця працівників. Це необхідно для того, щоб головний енергетик підприємства регулярно доводив до відома керівництва інформацію про фактичні рівні питомих витрат енергоресурсів, рекомендації щодо зниження питомого енергоспоживання та мав можливість розробити енергобаланси всіх ділянок енергосистеми та виявити «вузькі місця» для подальшої роботи. В свою чергу керівництво повинно забезпечити оперативне прийняття рішень та надати можливу підтримку, щоб забезпечити належний рівень технічного розвитку підприємства та втримати рівень собівартості продукції в межах допустимих відхилень через постійний ріст тарифів.

Використовуючи систему АСТОЕ можна знизити споживання, а також і оплату за електроенергію такими шляхами:

Мінімізація оплати за спожиту реактивну потужність - аналіз графіків спожитої активної та реактивної потужності по підрозділах дає можливість визначити місця встановлення компенсуючих пристроїв для зниження оплати за спожиту та генеровану реактивну потужність;

Перехід на диференційований за часом тариф – розробка графіку робіт в нічні години та години полупіку;

Перехід на оплату електроенергії по вищому класу – переведення обладнання на живлення від ліній більш високої напруги;

Оптимальне навантаження трансформаторів та двигунів для зменшення втрат в ненавантажені періоди.

Висновки. Питання обліку електроенергії актуальне для всіх промислових підприємств. Використовуючи точні та функціональні лічильники, системи автоматичної обробки та передачі даних, що виключають людський фактор, дають змогу отримати об'єктивну інформацію не використовуючи додаткового обслуговуючого персоналу. Облік, контроль, моніторинг, мінімізація усіх складових споживання електроенергії є однією із головних цілей створення системи автоматизованого технічного обліку електроенергії.

Перелік посилань

1. Баравой В.Т., Самедов Ю.Ф., Комлик Ю.М. Синтез автоматизованої системи технічного обліку електроенергії науково-виробничого об'єднання.

2. Статистичні дані споживання електроенергії по підрозділах ДП «УПП УЗ» Хлестунівське кар'єроуправління зібрані з даних системи АСТОЕ за 2009-2012 роки.

УДК 621.339

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Хара С.А., студент; Олейник В.Г., к.т.н., доц.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Целью данной работы является оценка влияния погрешностей трансформатора тока и напряжения на коммерческие потери в энергосистемах. Расчет угловой и токовой погрешности трансформаторов тока типа ТПОЛ 600/5, класса точности 0,5. Расчет погрешностей трансформаторов напряжения.

Спад производства последних лет привел к уменьшению нагрузок в ряде узлов энергосистемы, а также снижению потребления ЭЭ промышленностью, что в свою очередь вызвало возникновение отрицательной погрешности в автоматизированных системах коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Причиной тому стало возникновение отрицательной погрешности у первичных датчиков тока и напряжения, в качестве которых используются трансформаторы тока и напряжения.

Данная работа посвящена исследованию причин возникновения погрешностей и способам устранения недоучета электропотребления в системах АСКУЭ [1].

Погрешности трансформаторов тока (токовая и угловая) обусловлены наличием тока намагничивания.

Основное влияние на величины погрешностей трансформаторов тока оказывают их загрузка по току и величина сопротивления вторичной цепи. В условиях снижения потребления электроэнергии промышленными предприятиями загрузка трансформаторов тока часто не превышает 5-15 %, что приводит к значительному увеличению погрешностей.

Исследования погрешностей трансформаторов тока показали приемлемую сходимость теоретических и экспериментальных результатов.

Результаты исследования токовых погрешностей различных типов трансформаторов тока с первичным номинальным током 75-600 А позволило сделать следующие выводы:

- в диапазоне изменения первичного тока от номинального значения 1-25 % токовая погрешность имеет отрицательный знак;
- с увеличением первичного тока абсолютное значение токовой погрешности уменьшается;
- экспериментальные исследования подтверждают правильность математической модели токовой погрешности трансформатора тока;
- учет токовой погрешности трансформатора тока в АСКУЭ позволит уменьшить величину небаланса по подстанциям;
- количество электроэнергии, отпускаемой потребителям, из-за отрицательной токовой погрешности трансформаторов тока занижено по сравнению с фактической величиной; поэтому учет токовой погрешности трансформатора тока в АСКУЭ позволит более точно оценивать величину отпускаемой потребителям электроэнергии и получить определенный экономический эффект[2].

Вторым источником погрешности измерения электроэнергии является трансформатор напряжения.

Основное влияние на погрешность трансформатора напряжения оказывает величина вторичной загрузки $P_2 \leq P_{2\text{ном}}$. В настоящее время учет отпущенной электроэнергии и расчет энергетического баланса на большинстве подстанций ведется при помощи электромагнитных счетчиков без учета погрешностей трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

Часто трансформаторы напряжения работают при загрузке вторичной обмотки, превышающей номинальную, т.е. с отрицательной погрешностью. Большую часть нагрузки трансформатора напряжения составляют измерительные приборы, в частности счетчики активной энергии.

В результате внедрения АСКУЭ индукционные счетчики будут заменены на электронные – типа Альфа А1800, потребляемая мощность которых порядка 2 Вт. В этом случае коэффициент загрузки трансформатора напряжения снижается в 10 раз, следовательно, снижается погрешность трансформатора напряжения с 1,5 % до 0,5 %.

Снижение погрешности трансформатора напряжения приведет к повышению точности учета отпущенной потребителям электроэнергии [3].

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Уменьшение нагрузок в ряде узлов энергосистемы, а также снижение потребления электроэнергии промышленностью привели к возникновению отрицательной погрешности трансформаторов тока и соответственно к коммерческому недоучету потребленной энергии;
2. Учет погрешностей трансформаторов тока в АСКУЭ, а также уменьшение погрешностей трансформатора напряжения за счет внедрения новых электронных счетчиков приводят к значительному экономическому эффекту.

Перечень ссылок

1. Тубинис В.В. Создание автоматизированной системы учета и управления потреблением электроэнергии в Италии // Электро. – 2004. – № 4.
2. Лапинин И.Г., Шестеренко А.В. Контроль электропотребления в распределительных сетях // Вюник УБНТЗ. – 1998. – № 5.
3. Особенности поверки АИИС КУЭ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.e-meter.info>.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Вишневский Д.Т., студент; Бершадский И.А., к.т.н., доц.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

В современном Мире необходимо задумываться над энергетическими ресурсами нашей Планеты. Для этого необходимо экономить все возможными способами. Самый обыкновенный способ в экономии электроэнергии это включение и выключение освещения в определённое время, а именно сделать так чтобы свет горел по необходимости.

Самый простой и в тоже время мало затратный способ – это установка датчиков освещения, благодаря которым свет в коридорных участках будет зависеть от естественного освещения. При этом, в таких датчиках уже установлен регулировочный уровень, с помощью которого можно отрегулировать включение и отключение искусственного освещения. Также существуют датчики движения, которые могут регулировать освещение помещения не только как датчики освещения, но также реагировать и включать свет только в присутствии человека. Установка данного оборудования не составит большого труда. Установив их один раз можно забыть о выключателях.

В данных устройствах есть много плюсов, но также существуют и свои минусы. Количество коммутаций ламп ограничено. Но, несмотря на все это, ранее были проведены предварительные расчеты в экономии электроэнергии восьмого учебного корпуса с применением интеллектуального реле Moeller [3]. Данные расчеты показали неплохие результаты. В среднем с помощью такого устройства, возможно, сэкономить до 50 % электроэнергии ежегодно, это около 6000 грн. с одного учебного корпуса.

Теперь подумаем, как увеличить срок службы ламп, при этом максимально сэкономив на электроэнергии. Самый простой способ увеличения срока службы, это запрограммировать данное реле Moeller так чтобы коридорное освещение включалось только по необходимости. То есть, при слабом естественном освещении и только в присутствии человека, но не раньше чем в 7 часов 50 мин, и не выключалось до 14.00, а в случае необходимости, то есть слабого естественного освещения и присутствии человека до 15.25. В оставшиеся часы до 20.00 освещать коридорный участок будут несколько ламп включенных в разных углах коридора. В таком случаи количество коммутаций ламп значительно снизится до 1 раза в сутки, что приведет к увеличению срока службы ламп до максимально возможного.

Поэтому предварительные расчеты энергосбережения были пересчитаны по соответствующим законам работы ламп и показали, что ежегодно здания учебного корпуса № 8 сможет экономить около 2000 грн. Это значительно меньше предыдущих расчетов, но в таком случаи количество перегоревших ламп будет намного меньше, а это в свою очередь добавит к данной сумме (табл. 1).

Также, в первую очередь для люминесцентных ламп необходимо заменить электромагнитный балласт на электронный. Преимущество электронного балласта возможность использование запуска ламп в двух вариантах. Холодный запуск – при этом лампа загорается сразу после включения. Такую схему лучше использовать в случае, если лампа включается и выключается редко, так как режим холодного пуска более вреден для электродов лампы. И горячий запуск – с предварительным прогревом электродов. Лампа загорается не сразу, а спустя 0,5-1 сек, зато срок службы увеличивается, особенно при частых включениях и выключениях. Второй вариант подходит нам намного больше. Потребление электроэнергии люминесцентными светильниками при использовании электронного балласта обычно на 20-25 % ниже. Материальные затраты (медь, железо) на изготовление и утилизацию меньше в несколько раз. Существуют электронные балласты с

возможностью диммирования (регулировки яркости) путём изменения скважности тока питания лампы.

Таблица 1 – Предварительные расчеты экономического эффекта 4 этажа 8 учебного корпуса с перерасчетом на минимальное количество включений

№	N аудит.	кол-во ламп	кол-во ламп и вид ламп	мощность ламп Вт				необ-ход. кол-во люм. ламп	мощность ламп Вт		кВт* час после замены ламп	50% Реальная мощность новых ламп	Длитель- ность часов работы в год	Длитель- ность работы ламп с одним вкл.	Длитель- ность работы с модернизацией реле Moeller	Стои-мость электрэнергии грн/кВт.ч	кВт* час/ год	Расходы за электроэнер-гию без усовершен-ствования грн.год	Расходы за элект. после усовершенст-вования с 1 вкл.	Расходы за электрэнер-гию после усовершенст-вования грн.год	
				1 лам па	Сумма ламп	Нак али ван лам	лю м лам		Нака-лива-ние лам	лю м лам											Сум-ма ламп
1	401	8	8	0	100	0	800	400	8	20	160	160	80	600	0	0	0,87	240	208,8	0	41,76
2	402	15	7	8	100	18	844	422	7	20	140	284	142	600	0	0	0,87	253,2	220,284	0	74,124
3	403	9	9	0	100	0	900	450	9	20	180	180	90	600	0	0	0,87	270	234,9	0	46,98
4	404	13	13	0	100	0	1300	650	13	20	260	260	130	600	0	0	0,87	390	339,3	0	67,86
5	405	12	12	0	100	0	1200	600	12	20	240	240	120	600	0	0	0,87	360	313,2	0	62,64
6	406	3	3	0	100	0	300	150	3	20	60	60	30	600	0	0	0,87	90	78,3	0	15,66
7	407	36	13	23	100	32	2036	1018	13	20	260	996	498	600	0	0	0,87	610,8	531,396	0	259,956
8	408	45	0	45	0	24	1080	540	0	20	0	1080	540	600	0	0	0,87	324	281,88	0	281,88
9	409	48	0	48	100	18	864	432	0	20	0	864	432	600	0	0	0,87	259,2	225,504	0	225,504
10	410	6	0	6	100	24	144	72	0	20	0	144	72	600	0	0	0,87	43,2	37,584	0	37,584
11	411	18	18	0	100	0	1800	900	18	20	360	360	180	600	0	0	0,87	540	469,8	0	93,96
12	412	3	3	0	75	0	225	112,5	3	20	60	60	30	600	0	0	0,87	67,5	58,725	0	15,66
13	413	5	0	5	0	16	80	40	0	20	0	80	40	600	0	0	0,87	24	20,88	0	20,88
14	414	9	7	2	100	20	740	370	7	20	140	180	90	600	0	0	0,87	222	193,14	0	46,98
15	415	11	3	8	100	24	492	246	3	20	60	252	126	600	0	0	0,87	147,6	128,412	0	65,772
16	416	20	0	20	0	16	320	160	0	20	0	320	160	600	0	0	0,87	96	83,52	0	83,52
17	403A	3	3	0	100	0	300	150	3	20	60	60	30	600	0	0	0,87	90	78,3	0	15,66
18	408A	5	0	5	0	32	160	80	0	20	0	160	80	600	0	0	0,87	48	41,76	0	41,76
19	416A	8	8	0	100	0	800	400	8	20	160	160	80	600	0	0	0,87	240	208,8	0	41,76
20	М	3	3	0	100	0	300	150	3	20	60	60	30	2160	0	0	0,87	324	281,88	0	56,376
21	Ж	3	3	0	100	0	300	150	3	20	60	60	30	2160	0	0	0,87	324	281,88	0	56,376
22	Уборная	1	1	0	75	0	75	37,5	1	20	20	20	10	600	0	0	0,87	22,5	19,575	0	5,22
23	Коридор	80	0	80	0	19	1520	760	0	19	0	1520	760	2160	1760	960	0,87	1642	1428,192	1163,712	634,752
24	Холл	72	0	72	0	19	1368	684	0	20	0	1368	684	600	0	0	0,87	410,4	357,048	0	357,048

Влияние цикла переключения на срок службы люминесцентных ламп различных типов в разных схемах различно (рис. 1). В приложениях, где происходит больше одного переключения за три часа, требуется использовать балласты с предварительным нагревом. Если переключение происходит менее часто, то могут использоваться балласты холодного запуска. Заметим, что даже в случае редкого переключения, балласты теплого запуска дадут более высокий результат.

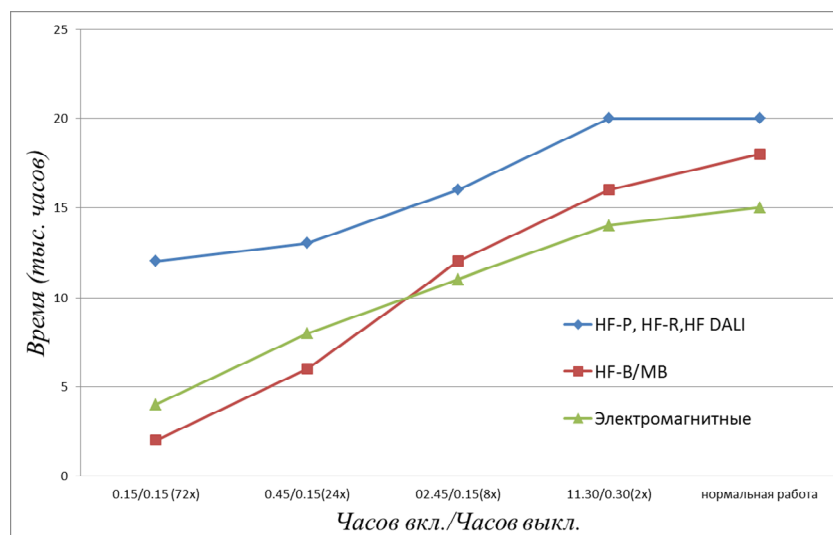


Рисунок 1 – Диаграмма лабораторных измерений срока службы для TL-D 80

Перечень ссылок

1. ДБН 2.5-28-2006. Естественное и искусственное освещение.
2. Кожушко Г.М., Басова О.Ю. Проблемы переходу на освітлення житлових приміщень енергоекономічними джерелами світла: вартість, якість, безпека // Світлолюкс. – 2008. – № 5. – С. 74-76.
3. Всеукраинскую научно-техническую конференцию студентов: «Электротехника, электроника и микропроцессорная техника». Энергосбережение учебных корпусов с помощью интеллектуальных реле Moeller. Д.Т. Вишневский. Донецк – 2012. – С. 22.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ С ПОМОЩЬЮ РАНДОМИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ

Загайнова А.А., ассистент

(Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна)

Для анализа результатов профилактического контроля диэлектрических характеристик изоляции высоковольтных маслонаполненных вводов применяют различные математические и статистические методы. В работе предлагается метод анализа результатов профилактического контроля, который заключается в использовании рандомизированной модели. Эта модель основана на двух допущениях. Одно из них касается порядка проведения исследования, а второе – характера изменения наблюдаемых значений при переходе из одной группы в другую. При использовании этих двух допущений появляется наиболее важное преимущество состоящее в том, что более достоверен характер случайных величин, описывающих остаточную изменчивость, и можно проводить проверку значимости без введения допущения о нормальном распределении [1].

Рассматривается модель вида:

$$X_{ii} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j + Z'_{ii}, \quad (1)$$

где Z'_{ii} – остаточная изменчивость, X_{ii} – результат измерения.

С помощью модели (1) определяются моменты сумм квадратов внутри и между группами.

Из полученных исходных данных строится рандомизированное распределение. Для этого необходимо рассмотреть все возможные способы размещения наблюдаемых значений, которые представляет собой одно из $N! / \prod_{i=1}^k n_i!$ равновероятных размещений. Далее проводится расчет F – статистики для каждого из вариантов перестановок наблюдаемых значений. Проверяются гипотезы:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3; \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3. \quad (2)$$

С помощью рандомизированного анализа произведена проверка влияния следующих факторов: «напряжение», «конструктивные особенности», «температура». Так же проверялась информативность различных моделей старения внутренней изоляции высоковольтных вводов. Для проведения анализа был разработан алгоритм, на основе которого была создана программа «Рандомизированная модель».

Результаты расчета показали, что существует возможность объединения разнородных по напряжению выборок, что способствует обеспечению представительности результатов измерений.

Актуальность данного исследования обусловлена совершенствованием методов анализа диагностической информации, получаемой при контроле диэлектрических характеристик внутренней изоляции конденсаторного типа.

Перечень ссылок

1. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1981. – 520 с.

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ ВХОДНОГО ТОКА ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Бараненко Т.К., к.т.н., доц.; Саравас В.Е., ассистент

(ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина)

Вентильные двигатели (ВД), как и любой тип частотно-регулируемого привода, оказывают существенное влияние на протекание электромагнитных и электромеханических процессов в сетях промышленных предприятий. Это связано с принципом работы преобразователей частоты, используемых для управления работой двигателя, который всегда сопровождается искажением формы напряжений и токов, как самого привода, так и питающей сети. Искажения сопровождаются генерированием высших гармоник (ВГ), а также интергармоник (ИГ), которые вносят ряд нежелательных последствий, как в питающую сеть, так и в технологический процесс промышленного предприятия. Например, возникновение гармонических составляющих в кривой входного тока приводит к дополнительным перегрузкам силовых электрических и магнитных цепей, ложное срабатывание аппаратуры защиты и управления, ускоренное старение изоляции, что оказывает значительное влияние на снижение срока службы электрооборудования.

Данный фактор отрицательного влияния на сеть электроснабжения является основным недостатком ВД. В связи с вышеизложенным, возникает вопрос оценки гармонических искажений, генерируемых ВД. Для получения информации о фактических уровнях ВГ, а также ИГ в сети переменного трехфазного тока, от которой получает питание ВД, были проведены экспериментальные исследования на машиностроительном предприятии ОАО «Азовмаш» [1]. Для исследований использовались ВД типа 1FK7083-5AF71 фирмы «Siemens», служащие в качестве сервопривода на металлообрабатывающих токарно-винторезных станках типа 1П732Ф3. Это напольный промышленный станок, предназначенный для обработки цилиндрических, конических, фасонных поверхностей, подрезки торцов, а также для сверления и развертывания отверстий, нарезания резьбы и других операций. Основные требования, предъявляемые к сервоприводу данного станка, заключаются в выполнении динамичных, высокоточных процессов в широком диапазоне регулирования скорости. Для оценки гармонического состава входного тока и напряжения использовался электронный анализатор качества электрической энергии FLUKE 435.

Для примера на рис. 1 представлен амплитудно-частотный спектр входного тока ВД 1FK7083-5AF71 с синхронным двигателем с постоянными магнитами номинальной мощностью $P_{ном} = 3,8$ кВт и частотой вращения $\omega = 3000$ об/мин.

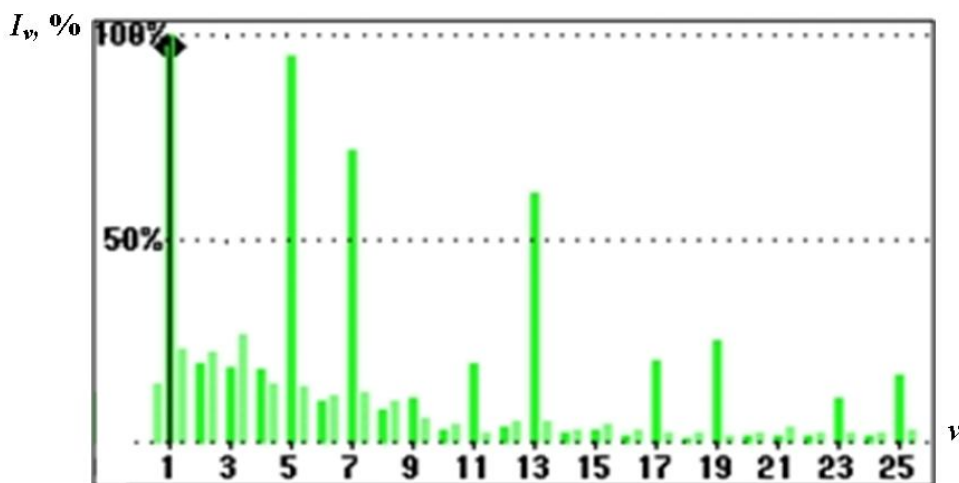


Рисунок 1 – Гармонический спектр входного тока исследуемого ВД, полученный экспериментально

Анализ полученных данных показал, что при работе ВД во входном токе наряду со спектром ВГ имеется также существенный спектр ИГ. Как показали многочисленные исследования, амплитуды ВГ и ИГ входного тока ВД зависят от режима работы двигателя, его частоты вращения и номинальной мощности.

Как следует из полученных спектров, наибольшее влияние на искажение формы кривой входного тока оказывают 3-я, 5-я, 7-я, 11-я и 13-я канонические гармоники. Из ИГ существенные искажения привносят боковые составляющие 1-й, 3-й, 5-й и 7-й ВГ соответственно.

С помощью метода комбинированного имитационного моделирования представляется возможным исследовать распространение гармонических искажений в электрических сетях, генерируемых ВД. Была построена имитационная модель ВД типа 1FK7083-5AF71, которая позволяет проследить зависимости изменений ВГ, а также ИГ входного тока (напряжения) от изменения параметров системы. Модель построена в системе инженерных расчетов Matlab.

Для примера на рис. 2 представлен амплитудно-частотный спектр входного тока, полученный при моделировании системы ВД с синхронным двигателем с постоянными магнитами номинальной мощностью $P_{ном} = 3,8$ кВт и частотой вращения $\omega = 3000$ об/мин, частота питающей сети $f = 50$ Гц.

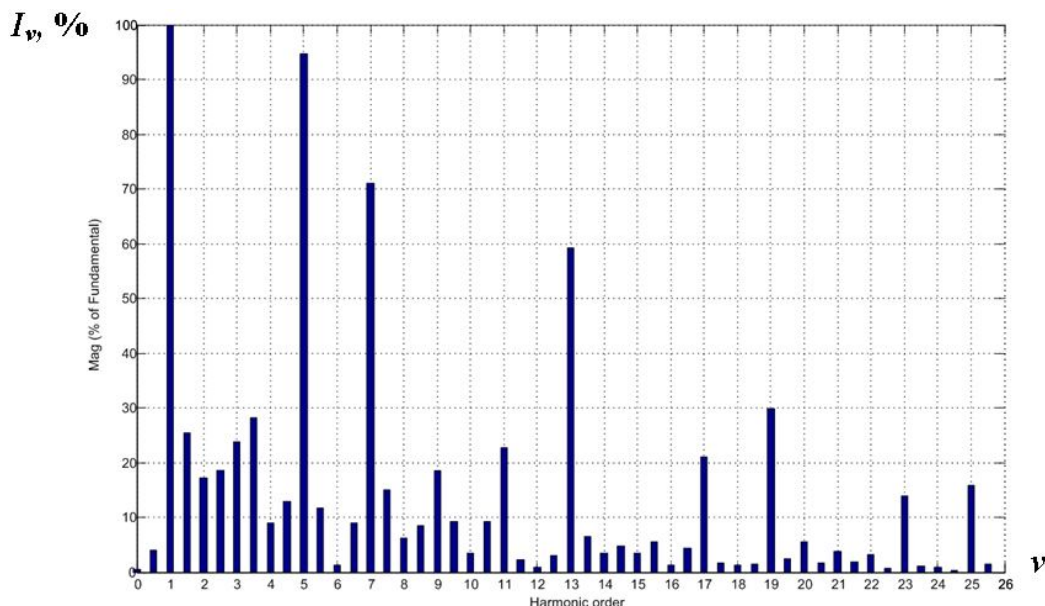


Рисунок 2 – Амплитудно-частотный спектр входного тока ВД типа 1FK7083-5AF71, полученный с помощью имитационного моделирования

В результате проведенного моделирования выделен конкретный спектр входного тока с учетом как ВГ, так и ИГ. Уровень ИГ колеблется в диапазоне 1,8-42,8 %, что оказывает существенное влияние на искажение формы кривой входного тока.

Сравнительный анализ характеристик, полученных в результате моделирования и экспериментально подтверждает корректность использования имитационной модели. Погрешность оценки отдельных амплитуд не превышает 10 %.

Проведенные исследования показали, что для корректной оценки влияния гармонических искажений, генерируемых ВД в питающую сеть, необходимо учитывать не только ВГ, но и ИГ, так как их величины могут существенно повлиять на степень оценки искажений кривых токов и напряжений.

Перечень ссылок

1. Бараненко Т.К. Исследование влияния вентильного двигателя на питающую систему электроснабжения промышленного предприятия / Т.К. Бараненко, В.Е. Саравас // Proc. of VI Międzynarodowe seminarium polsko-ukraińskie «Problemy elektroenergetyki». – Łódź (Polska). – 2010. – С. 161-167. ISBN978-83-62660-00-1.

ПОЖЕЖНИЙ РИЗИК З ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИЧИН У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

Ємельяненко С.О., ад'юнкт; Кузик А.Д., к.ф-м.н., доц.

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна)

Пожежний ризик житлового сектора зумовлений різноманітними факторами. Важливим фактором впливу на пожежний ризик є порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок, адже 20 % пожеж у житловому секторі, – це пожежі з електротехнічних причин, понад 60 % з яких – пожежі спричинені порушенням правил монтажу електроустановок та електромереж. Пожежний ризик з електротехнічних причин у містах слід оцінювати, зважаючи на складну архітектурну забудову.

Враховуючи подібність архітектурно-інженерних особливостей, років забудови, поверховості (в тому числі електропостачання) для детальнішого розгляду пожежних ризиків, наприклад для м. Львова, виділимо такі групи будинків:

- індивідуальні житлові будинки (особняки та багатоквартирні (2-4 квартири, 1-3 поверхи);
- житлові будинки історичної забудови (2-5 поверхів);
- багатопверхові житлові будинки післявоєнної забудови (4-8 поверхів);
- 9-10 – поверхові житлові будинки;
- житлові будинки, вищі за 10 поверхів.

Як окрему групу розглядаємо будинки історичної забудови міста довоєнних часів (до 1939 р.), які мають 2-5 поверхів. Такі будинки характеризуються не лише застарілим електрообладнанням, а і великим пожежним навантаженням та ускладненою евакуацією через їх недосконале переобладнання у багатоквартирні, що спричиняє зростання ризику загибелі людей від пожежі. Серед будинків післявоєнної забудови за подібністю архітектурно-планувальних рішень виділяємо групи з 4-8, 9-10 та більше 10 поверхами.

В історичній частині міста експлуатується застаріла електропроводка, яка потребує заміни не лише у будинках, а і безпосередньо в квартирах мешканців. Окрім того, значна частина апаратів захисту електромереж таких будинків не відповідає розрахунковим параметрам, а якщо виникає перевантаження мережі або коротке замикання, то вони не завжди спрацьовують, що спричиняє збільшення кількості ситуацій, пов'язаних з ризиком виникнення пожеж. У зв'язку з інтенсивним впровадженням у побут різноманітної електротехніки, зокрема потужної, зростає споживання електроенергії і збільшується навантаження на електромережі.

Державна інспекція техногенної безпеки та ЖЕКи не мають права перевірки електромереж у квартирах, що залишає жителів будинків наодинці з небезпекою.

Здійснене обчислення пожежних ризиків з електротехнічних причин у житлових будинках.

Ризик зустрітися з пожежею у місті [1] обчислюється за формулою:

$$R_{з.п.} = \frac{N_{ж.б.}^{ПОЖ.}}{N_{ж.} \cdot T}, \quad (1)$$

де $N_{ж.б.}^{ПОЖ.}$ – кількість пожеж у житлових будинках міста з причини порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок за рік; $N_{ж.}$ – чисельність населення, чол.; T – період часу, роки.

Для м. Львова у 2011 році цей ризик становить $R_3 = \frac{37}{731200 \cdot 1} = 5,1 \cdot 10^{-5}$, пож./(чол. рік), та був високим [2].

Ризик загинути на пожежі від причини порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок визначається за формулою [1]:

$$R_z = \frac{N_{zag}}{N_{жс} \cdot T}, \quad (2)$$

де N_{zag} – середнє число загиблих на пожежах з причини порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок за рік, чол. (за 2002-2011 рр.).

У 2011 р. для м. Львова він становив $R_z = \frac{1,7}{731200 \cdot 1} = 2,3 \cdot 10^{-6}$, рік⁻¹.

Усереднений ризик виникнення пожежі в житловому будинку з причин порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок визначається за формулою [3]:

$$R_n = \frac{N_{жс.б.}^{ПОЖ.}}{N_{жс.б.} \cdot T}, \quad (3)$$

де $N_{жс.б.}$ – кількість житлових будинків у місті.

У 2011 р. для м. Львова він становив $R_n = \frac{37}{26551 \cdot 1} = 1,39 \cdot 10^{-3}$, пож./((буд. рік).

Проте цей показник не дозволяє точно оцінити відповідний пожежний ризик в окремому житловому будинку, через значні архітектурні відмінності будинків міста. Для точнішого обчислення такого ризику слід враховувати кількість жителів у кожному з будинків.

Усереднений ризик матеріального збитку від однієї пожежі визначаємо за формулою:

$$C_y = \frac{C_y^{ПОЖ.}}{N_{жс.б.}^{ПОЖ.} \cdot T}, \quad (4)$$

де $C_y^{ПОЖ.}$ – збитки від пожеж у 2011 році (прямі і побічні), грн.

У 2011 р. для м. Львова він становив $C_y = \frac{4313080}{37 \cdot 1} = 116569,7$, грн. рік⁻¹.

З урахуванням середньої загальної площі однієї квартири у Львові в 2011 р., яка становить 55,7 м² та загальної житлової площі міста 14808800 м² [4], усереднений ризик виникнення пожежі з причини порушення правил монтажу електроустановок та електромереж у квартирі визначаємо за формулою:

$$R_{е.п.} = \frac{S_k \cdot N_{жс.к.}^{ПОЖ.}}{S_{жс} \cdot T}, \quad (5)$$

де $N_{жс.к.}^{ПОЖ.}$ – кількість житлових квартир у яких виникли пожежі з причини порушення правил монтажу електроустановок та електромереж за рік; S_k – середня площа однієї квартири у Львові, м², $S_{жс}$ – сумарна загальна площа квартир та одноквартирних будинків у Львові, м².

У 2011 р. він становив $R_{е.п.} = \frac{55,7 \cdot 21}{14808800 \cdot 1} = 7,89 \cdot 10^{-5}$, пож. рік⁻¹.

Середнє значення ризику виникнення пожежі з причини порушення правил монтажу електроустановок та електромереж у квартирі за ці роки становить $5,4 \cdot 10^{-5}$ рік⁻¹ і відноситься до високого з максимумами у 2008 та 2011 рр.

Ризик загинути на пожежі від причини порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок у Львові є прийнятним. Усереднені ризики виникнення пожежі у квартирі міста, з причин порушення правил монтажу електроустановок та електромереж за період 2005-2011 рр. були високими у 2007-2009 рр. та 2011 р.

Основними напрямками зменшення ризиків, спричинених порушенням правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок є проведення модернізації внутрішньобудинкових комунальних електромереж з монтажем виносних шаф приладів обліку споживання електроенергії та електрозахисту в місця, доступні для контролю.

Перелік посилань

1. Брушлинский Н.Н. О статистике пожаров и о пожарных рисках / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 4. – С. 40-48.
2. Бегун В. Види діяльності щодо контролю безпеки та документи з безпеки / В. Бегун // Надзвичайна ситуація. – 2009. – № 6. – С. 34-35.
3. Климась Р. Визначення ймовірності виникнення пожеж у будівлях і спорудах різного призначення / Р. Климась, Д. Матвійчук // Надзвичайна ситуація. – 2011. – №11. – С. 44-45.
4. Житловий фонд Львівської області [Електронний ресурс]: Статистичний збірник 2010. – Л.: Головне управління статистики у Львівській області, 2011. – 716 с. – Режим доступу: <http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/publ/2011/ZB072010Y11.pdf>.

УДК 621.314.632

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Деревенская Т.Е., студент; Цыбулевский Ю.Е., к.т.н., доц.
(Криворожский национальный университет, г. Кривой Рог, Украина)

Применение датчиков максимального тока дифференциальных защит, напряжения на мосту инвертора или на отдельном инверторе повышает чувствительность релейной защиты. Выбор конкретной схемы датчика усложняется тем, что в технической литературе отсутствует системное изложение данного вопроса.

Целью статьи является анализ схем существующих датчиков и определение пути их дальнейшего развития.

Надежность защиты преобразователей любого вида зависит в основном от датчиков аварийного состояния.

Именно такие датчики и устройства защиты широко представлены в авторских свидетельствах и патентах.

Датчик, реагирующий на скорость изменения тока (рис. 1) представляет собой магнитный сердечник, охватывающий контролируемую шину, в которую включен стандартный шунт. К измерительным зажимам шунта подключена компенсирующая обмотка 1 датчика с согласованным сопротивлением. В стационарных режимах на выходной обмотке 2 датчика сигнал отсутствует, при изменении тока сигнал появляется. Величина сигнала выходной обмотки пропорциональна скорости изменения контролируемого тока.

В качестве контролируемого параметра можно также использовать скорость нарастания тока в нагрузке путем измерения напряжения на сглаживающем дросселе в цепи постоянного тока, либо располагая на этом дросселе вспомогательную обмотку, либо подключая трансформатор параллельно дросселю.

Срыв инвертирования можно определить по уровню суммарного напряжения между анодом и катодом смежных тиристоров одной фазы мостового преобразователя.

Это можно осуществить с помощью двухобмоточного трансформатора тока 2 (рис. 2), одной обмоткой 7 включенной в цепь тиристора 1, а другой 3 – в цепь нагрузки 4; при этом обмотка 3 шунтирована диодом 5, а обмотки 7, 3 включены встречно.

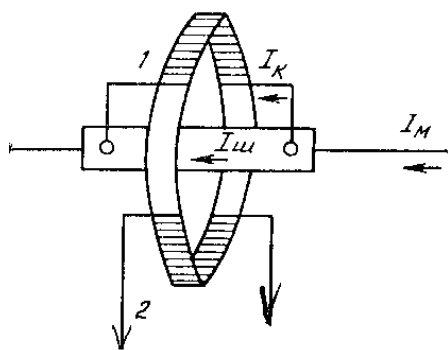


Рисунок 1 – Датчик, реагирующий на скорость изменения тока

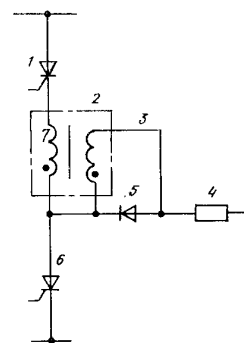


Рисунок 2 – Датчик срыва инвертирования с двухобмоточным трансформатором тока

При нормальной работе инвертора сигнал на выходе трансформатора тока отсутствует. По сигналам оптронных датчиков тока, подключенных к управляющим к электродам клапанов можно определить как пробой, так и обрыв соединений, что является преимуществом при групповом параллельно-последовательном включении клапанов преобразователя (рис. 3).

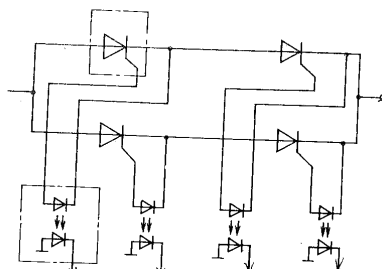


Рисунок 3 – Оптронный датчик контроля состояния клапанов

При нормальной работе инвертора ЭДС Холла пропорциональна току через тиристор и напряжению на мосту инвертора. На рис. 4 показан вариант быстродействующей защиты от опрокидывания мостового инвертора [2].

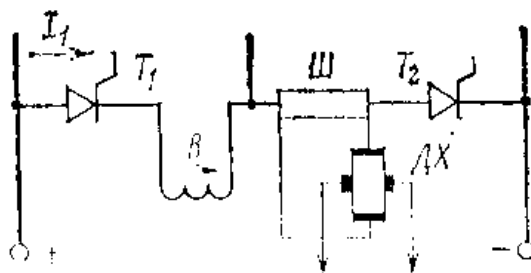


Рисунок 4 – Схема датчика двухфазного опрокидывания инвертора

В связи с тем, что датчики Холла выдают на выходе сигнал пропорциональный произведению двух входных величин, можно выполнить ряд функциональных датчиков защиты таких, как датчики максимального тока дифференциальные датчики, датчики обратного тока.

Применение герконов, полупроводниковых датчиков, датчиков Холла как первичных измерительных элементов создает возможность обработки информации с применением устройств вычислительной техники (цифровых защит), что повышает надежность и селективность релейной защиты.

Перечень ссылок

1. Зеленов В.Е. Современные быстродействующие бесконтактные системы и устройства защиты полупроводниковых преобразователей. – М.: Информэлектро, 1989. – 60 с.
2. Намитков К.К., Ильина Н.А., Шкловский И.Г. Аппараты для защиты полупроводниковых устройств. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 280 с.

СТРУКТУРА З'ЄДНАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ КЕРУВАННІ ЗА СИСТЕМОЮ БАГАТЬОХ ОДИНИЦЬ З УРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕНЬ

Якимець С.М. к.т.н.

(Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна)

Як свідчать результати попередніх досліджень, найбільший вплив на тягові координати електровозоскладу з IGBT-перетворювачами здійснює несанкціоноване зникнення напруги живлення на окремих тягових модулях, що найбільш характерно для випадку управління за системою багатьох одиниць [1].

Для аналізу зміни тягових координат чотирьохдвигунного тягового електротехнічного комплексу (далі ТЕТК) електропотягу при керуванні за системою багатьох одиниць, для випадків локального зникнення чи раптового (несанкціонованого системою керування) виникнення напруги живлення на клеммах окремих тягових електричних двигунів (далі ТЕД), було проведено комплекс досліджень на комп'ютерній моделі. Моделювання різноманітних ситуацій показало, що найбільш ненадійним режимом функціонування ТЕТК є режим, коли в роботі знаходиться один з чотирьох ТЕД (три не працюють).

Швидкість електровозоскладу при цьому падає майже вдвічі, момент на валу ТЕД, який залишається у роботі, зростає до рівня $\approx 4M_n$ при перевищенні струмом номінального значення майже вдвічі. Крім цього, поновлення напруги живлення ТЕД-2 – ТЕД-4 викликає стрибки моменту, струму та потоку, що негативно впливає на роботу як окремих тягових електротехнічних модулів, так і всього комплексу вцілому [2].

Узагальнення досліджень, на перший погляд, свідчить про доцільність початку руху електровозів з управлінням за системою багатьох одиниць із структурою ТЕТК, в якій тягові двигуни з'єднані послідовно на кожному електровозі. При цьому струми тягових двигунів однакові, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження. Однак послідовне з'єднання ТЕД збільшує ймовірність та інтенсивність буксування, що особливо характерно для тяги в підземних умовах.

При цьому двигун, зв'язаний з колісною парою, яка пробуксовує, обертається швидше від інших, в результаті чого зростає напруга на цьому двигуні, а на інших, які з'єднано послідовно, вона зменшується. Зменшується також сумарне тягове зусилля, що призводить до різницевого буксування із швидкостями та напругами, небезпечними для тягового двигуна, пов'язаного з колісною парою, яка пробуксовує.

В силу сказаного перевагу слід надати схемі паралельного з'єднання двигунів, при якому напруга на кожному з ТЕД не залежить від режиму роботи інших тягових одиниць. При цьому реалізовується максимальне тягове зусилля електровозів, зменшується ймовірність та інтенсивність буксування.

Імпульсне регулювання режимів роботи ТЕД дозволяє отримати велику кількість характеристик. При цьому постає питання визначення області можливих характеристик, обмеженої допустимими режимами. Обмеження визначаються: максимальним тяговим зусиллям; максимальною швидкістю руху; характеристикою тягового двигуна; максимальною потужністю.

Перший з названих чинників визначається умовами зчіплення коліс з рейками. Згідно з дослідженнями професора А.А. Ренгевича коефіцієнт зчіплення в умовах залізничних шахт лежить у межах 0,21...0,25. Зважаючи на низькі швидкості руху транспорту в підземних умовах, залежність коефіцієнта зчіплення від швидкості можна не враховувати. Таким чином, максимальне тягове зусилля для електровозів типу К14:

$$F_{max} = 1000P\psi = 1000 \cdot 14 \cdot 0,25 = 3500 \text{ кН, або } 1750 \text{ кН у перерахунку на один двигун.}$$

На електромеханічній характеристиці тягового двигуна ДТН-45/27 знаходимо, що це відповідає струму 260 А (точка Е на рис. 1). Слід зазначити, що тип електровозу та двигуна визначався зважаючи на наявний парк внутрішньошахтного транспорту, в якому ці типи обладнання переважають.

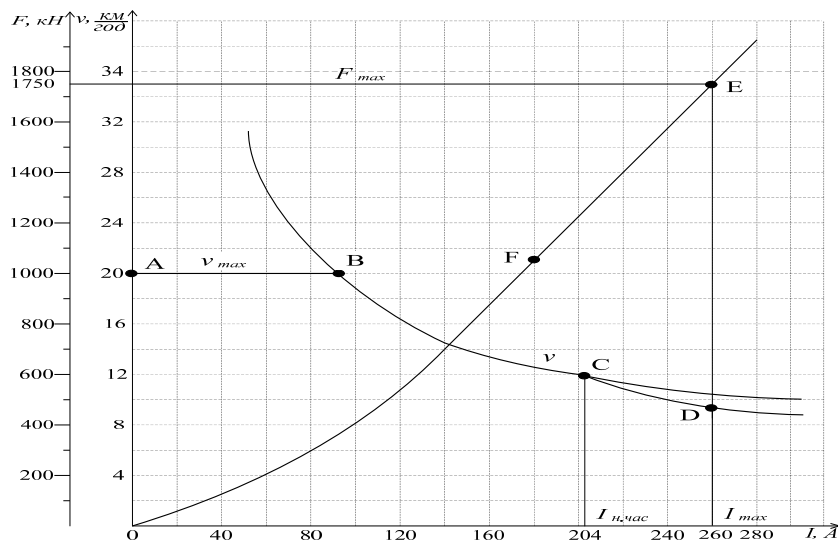


Рисунок 1 – Рекомендовані розрахункові характеристики тягового електричного двигуна ДТН-45/27 з урахуванням обмеження режимів функціонування

Максимальна швидкість електровоза обмежена максимально допустимою за умовами безпеки швидкістю руху по виробітках для порожнього складу – 20 км/год (лінія А-В).

При регулюванні напруги на двигуні штучні характеристики не можуть бути вищими за природні характеристики, оскільки напруга на виході імпульсного регулятора не може перевищувати номінальну, а ослаблення поля на рудникових контактних електровозах не застосовують. Тому природня електромеханічна характеристика ТЕД гранична для множини штучних характеристик в зоні, де немає інших обмежень (крива В-С).

Для зменшення навантаження на систему тягового електропостачання та збільшення надійності тягових двигунів доцільно обмежити максимальну потужність на рівні номінальної годинної потужності двигунів. Це означає що при перевищенні струмом годинного значення швидкість повинна відповідно зменшуватись нижче природної характеристики. При збільшенні струму від $I_{н.г.д.}$ до I_{max} (204...260 А) для збереження тієї самої потужності 45 кВт швидкість слід зменшити з 12,2 км/год до 9,75 км/год (точка D).

Таким чином, діапазон робочих режимів повинен бути обмежений областю між точками ABCDE: АВ – за швидкістю, ВС – природньою характеристикою, CD – за потужністю, DE – за зчіпленням. Застосування обмежень, які можуть бути реалізовані системою управління, дозволить значно збільшити надійність тягових двигунів завдяки усуненню різницевої швидкості, недопустимих моментів на валу, максимальних струмів та потужностей. Зменшаться також пошкодження механічних передач, покращиться динаміка руху складу та навантаження на систему тягового електропостачання.

Перелік посилань

1. Синчук О.Н. Анализ электромагнитных процессов в многодвигательном тяговом электротехническом комплексе при локальном исчезновении напряжения питания в отдельных электрических двигателях / Синчук О.Н., Синчук И.О., Давыдов А.Ю., Якимец С.Н., Усатенко А.В., Пасько О.В. // Локомотив информ. № 10 (октябрь) 2010. – С. 7-11.
2. Синчук О.Н. К оценке влияния отклонения параметров тяговых двигателей на режимы работы групповых электроприводов электровозов при управлении по системе многих единиц / Синчук О.Н., Якимец С.Н., Ключка А.С., Хараджян А.А. // «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». Вестник национального технического университета «ХПИ». – Выпуск 28. – Х.: НТУ «ХПИ», 2010. – С. 383-387.

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ЗНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Довгалюк О.М., к.т.н., доц.; Омеляненко Г.В., к.т.н., доц.

(Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна)

Проблема забезпечення якості електричної енергії (ЯЕ) набула актуальності останніми роками. Особливої уваги потребує вирішення цього питання для промислових підприємств, які характеризуються значною кількістю обладнання, на роботу якого суттєво впливає ЯЕ.

Дослідження останніх років показали, що ЯЕ в електричних мережах часто не відповідає вимогам ГОСТ 13109-97 [1], що призводить до негативних наслідків: збільшення втрат електроенергії, скорочення терміну служби електрообладнання, порушення технологічного процесу, погіршення роботи пристроїв обліку електроенергії тощо.

Зниження якості спожитої електроенергії кількісно можна визначити у вигляді економічного збитку, при визначенні якого слід враховувати, що економічний збиток є результатом спільного впливу ЯЕ на роботу електрообладнання, крім того його визначення носить наближений характер і призначене для попередніх розрахунків економічної доцільності застосування заходів щодо підвищення ЯЕ [2].

Метою проведеного дослідження є оцінка величини економічного збитку від зниження ЯЕ в системах електропостачання промислових підприємств. Для виконання поставленого завдання в мережах промислових підприємств України були проведені виміри напруги та визначено показники якості електричної енергії (ПЯЕ), проведено аналіз їх значень та розраховано величину економічного збитку при відхиленні ПЯЕ за межі нормованих значень [1].

Величину економічного збитку від зниження ЯЕ запропоновано визначати як суму збитку від несиметрії, несинусоїдності, відхилення, коливання та провалу напруги:

$$Z = Z_n + Z_{\text{відх}} + Z_{\text{пров}} + Z_{\text{колив}}, \quad (1)$$

де Z_n – збиток від несиметрії та несинусоїдності напруги; $Z_{\text{відх}}$ – збиток від відхилень напруги; $Z_{\text{пров}}$ – збиток від провалів напруги; $Z_{\text{колив}}$ – збиток від коливання напруги.

Відповідно до [3] збиток від несиметрії та несинусоїдності напруги включає три складові:

$$Z_n = Z_{\text{ов}} + Z_{\text{мс}} + Z_{\text{ев}}, \quad (2)$$

де $Z_{\text{ов}}$ – складова, зумовлена додатковими втратами активної потужності; $Z_{\text{мс}}$ – складова, зумовлена зниженням терміну служби електрообладнання; $Z_{\text{ев}}$ – складова, зумовлена зниженням ефективності використання передавальних елементів електричної мережі.

Рівень напруги на затискачах приймачів зі штучними джерелами освітлення істотно впливає на їхній світловий потік, освітленість робочих місць, термін служби. Економічний збиток, зумовлений відхиленням рівня напруги від номінального для приймачів зі штучними джерелами освітлення у трифазній електричній мережі визначається за формулою [3]:

$$Z_{\text{відх}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{\text{осв } ij} \cdot T_{\text{осв } ij} \cdot (a_j \cdot u_i^2 + c_j \cdot u_i), \quad (3)$$

де $P_{\text{осв } ij}$ – номінальна активна потужність штучного джерела освітлення j -ої групи, підключеної до i -ої фази; $T_{\text{осв } ij}$ – число годин роботи освітлювального навантаження j -ої групи, підключеної до i -ої фази; a_j , c_j – коефіцієнти економічної невідповідності, визначаються для різних груп штучних джерел освітлення відповідно до [3]; u_i – відносне значення відхилення напруги в i -й фазі електричної мережі.

Величина збитку, зумовленого провалами напруги, визначається за виразом

$$Z_{\text{пров}} = Z_{\text{ит пров}} \cdot E_{T \text{ пров}}, \quad (4)$$

де $Z_{\text{ит пров}}$ – питомий збиток, що враховує ринкову вартість продукції, що випускає промислове підприємство, вартість встановленого на підприємстві обладнання, вплив порушення технологічного циклу на навколишнє середовище; $E_{T \text{ пров}}$ – кількість електричної енергії, яка недодана споживачу на інтервалі часу T від моменту появи провалу напруги до моменту повного відновлення технологічного циклу промислового підприємства.

Коливання напруги в мережах виникають в основному при роботі різкозмінних навантажень. До числа електроприймачів, надзвичайно чутливих до коливань напруги відносяться освітлювальні прилади та електронна техніка. Коливання напруги характеризують розмах зміни напруги і доза флікера, тому збиток від коливання напруги включає дві складові

$$Z_{\text{колив}} = Z_{\delta U_t} + Z_{P_t}, \quad (5)$$

де $Z_{\delta U_t}$ – складова збитку від коливання напруги, зумовлена величиною розмаху зміни напруги; Z_{P_t} – складова збитку, зумовлена величиною дози флікера.

Результати розрахунку економічних збитків в системах електропостачання промислових підприємств, визначених відповідно до запропонованої методики при перевищенні ПЯЕ нормально допустимих значень представлено на рис. 1, а при перевищенні гранично допустимих значень – на рис. 2.

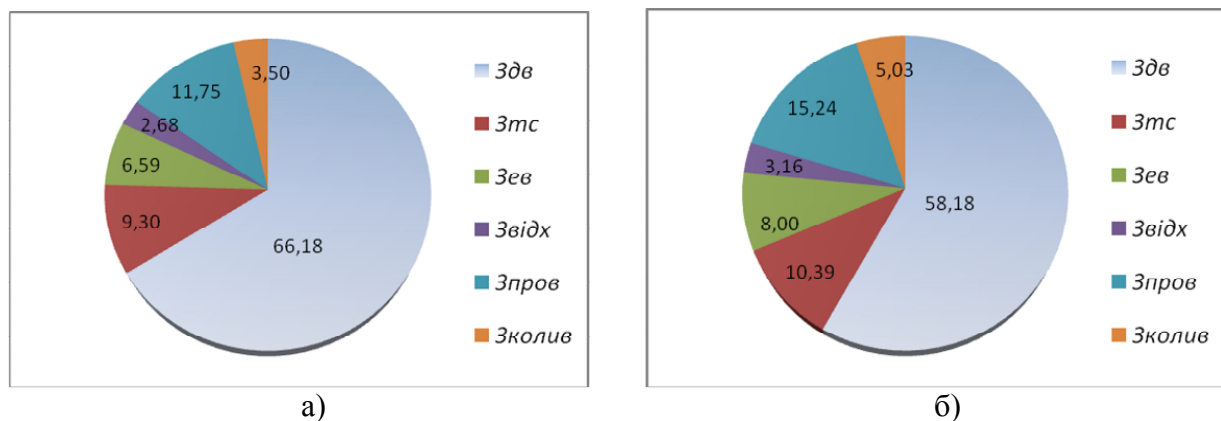


Рисунок 1 – Економічні збитки, зумовлені зниженням ЯЕ: а) при перевищенні ПЯЕ нормально допустимих значень; б) при перевищенні ПЯЕ гранично допустимих значень

Таким чином, проведена оцінка економічного збитку від зниження ЯЕ в системах електропостачання промислових підприємств дозволяє зробити висновок про те, що найбільший вплив на роботу електроприймачів спричиняє несиметрія та несинусоїдність напруги, які зумовлюють наявність додаткових втрат активної потужності.

Перелік посилань

- ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109-87; введ. 01.01.2000. – К.: Изд-во стандартов, 1999. – 31 с.
- Баталов А.Г. Качество электрической энергии в системах электроснабжения / А.Г. Баталов, Д.В. Бородин, В.И. Васильченко, О.Г. Гриб, Ю.С. Громадский, О.Н. Довгало, Д.Н. Калюжный, И.А. Манов, Г.А. Сендерович, П.П. Рожков – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 272 с.
- Шидловский А.К. Экономическая оценка последствий снижения качества электрической энергии в современных системах электроснабжения / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов, В.Г. Николаенко // Препринт. – 253 ИЭД АН УССР, Киев. – 1981. – 47 с.

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИННИХ ЗАЛІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ

Семерак М.М., д.т.н., проф., зав. каф.; Домінік А.М., викладач; Байтала В.М., ад'юнкт
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна)

Значна частина будівельних конструкцій машинних залів електричних станцій виготовляється із залізобетону. За умов пожежі конструкції нагріваються до великих температур. Конструкції покриття і перекриття мають найбільшу температуру нагріву. Колони і стіни нагріваються більше у верхній частині і менше в нижній [1].

В початковій стадії пожежі нагріваються поверхні конструкцій. З плином часу конструкція прогривається по всій товщині. При нагріванні елементи конструкції деформуються. Основним руйнівним фактором, що діє на конструкцію за умов пожежі, є величина температури і її градієнт. Інтенсивність прогріву конструкцій і величина градієнту температури по її товщині залежить від багатьох факторів: величини температури продуктів горіння, умов теплообміну між поверхнею конструкції і зовнішнім середовищем, теплофізичних характеристик матеріалу з яких виготовлена конструкція, часу прогріву та ін.

Як відомо за границю вогнестійкості будівельних конструкцій приймається час їх нагріву при стандартних випробуваннях до виникнення одного із граничних станів з вогнестійкості:

- за ознакою втрати несучої здатності;
- за ознакою втрати цілісності;
- за ознакою втрати теплоізолюючої здатності [2].

При оцінці несучої здатності та втрати цілісності необхідно враховувати термонапружений стан конструкції зумовлений зміною температури і величиною температурного градієнту.

Температурні напруження, які виникають в конструкціях можна вивчати незалежно від механічних напружень, так як в наслідок лінійності рівнянь термопружності повні величини напружень одержують шляхом сумування температурних і механічних напружень.

В роботі досліджується напружено-деформований стан залізобетонних конструкцій за умов збільшення температури конструкції на значну величину. Запропонована методика визначення та дослідження деформацій і напружень в залізобетонних конструкціях плоскої і циліндричної форми за умов зміни температури. Розглянуто випадки вільного і жорсткого защемлення торців і бокової поверхні циліндричної конструкції.

Розроблена математична модель напружено-деформованого стану будівельних конструкцій з врахуванням температурних деформацій і температурних напружень. Одержані аналітичні залежності, які дали можливість дослідити температурні навантаження на вогнестійкість по несучій здатності. Проведено дослідження величини температурних напружень від фізико-механічних характеристик металу і бетону. Одержані результати узгоджуються з експериментальними дослідженнями.

Одержана методика дозволяє підбором геометричних розмірів та механічних і теплофізичних параметрів металу і бетону забезпечити максимально можливу ступінь вогнестійкості за умов горіння водню і турбінної оливи.

Перелік посилань

1. Микеев А.К. Противопожарная защита АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. ДСТУ Б В 1.1-4-98. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги. Київ: Держбуд України, 1999. – 21с.

COMMANDE DU ROBOT MANIPULATEUR KATANA EN FONCTION D'UN OBJET EN MOUVEMENT DÉTECTÉ PAR CAMÉRA EMBARQUÉ

Nikitin A, étudiant¹; Melnyk A., doctorant^{1,2}; Khomenko V., doctorant^{1,2}

(¹Université nationale technique de Donetsk, Donetsk, Ukraine. ²Université de Cergy-Pontoise, Cergy-Pontoise, France)

Introduction. L'industrie robotique est dynamique en évolution après la crise économique et financière mondiale. Selon les statistiques de 2010 a eu lieu une augmentation de presque double dans les ventes de robots sur le marché par rapport à 2009. Il est d'environ 118 000 unités de robots industriels et 2,2 millions de robots de service pour usage personnel et privé. Cette tendance continue à croître comme elle prédit, même si les robots sont exclus de nombreux domaines d'application où l'environnement de travail et de placement objet ne peut pas être contrôlée avec précision.

Un manipulateur qui est contrôlée par la vision est une tentative d'imiter les capacités humaines. Pour utiliser la vision en tant que capteur est rentable et très puissant à recevoir des informations de l'environnement.

Problème: créer un système basé sur robot Katana, pour suivre et répète des mouvements à l'aide de caméra Fire-i embarqué et de compensation entre les mouvements du manipulateur et l'objet d'un moyen de réseau neuronal artificielle.

A notre disposition il y a trois types du bras manipulateur de Neuronics. L'entraînement des cinq degrés de liberté du bras manipulateur Katana est électrique. Les pinces sont entraînés aussi par un moteur, mais ce n'est pas la sixième degré de liberté dans la chaîne cinématique du bras. Les bras manipulateurs Katana sont présentés sur la fig. 1. Les moteurs sont alimentés par réglage individuel PWM-convertisseurs et sont fournis par encodeur à la résolution 51200 pulses par 360 degrés. Le système de contrôle est possédé trois contours subordonnés.

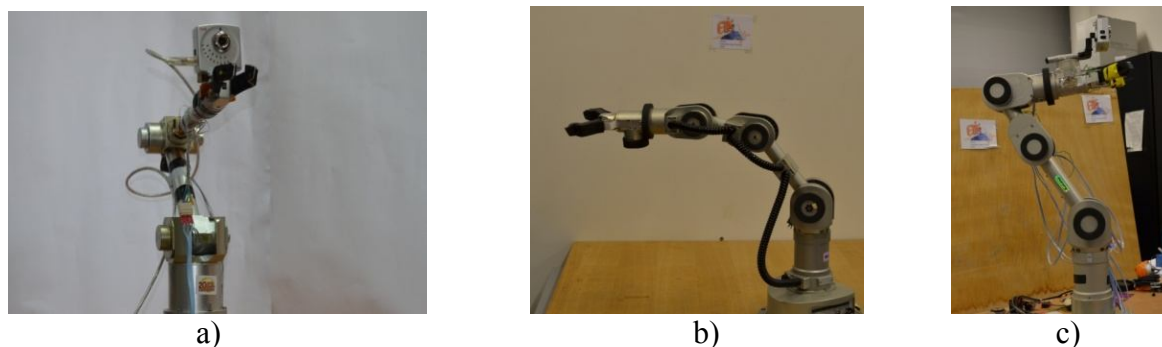


Figure 1 – Vue générale des trois configurations de robot manipulateur Katana: a – Kat200s; b – KatHD300s; c – KatHD400s

Actuellement le robot est utilisé comme un assistant interactif dans l'interaction avec la personne en opération industrielle telles que le micro-soudage, la manipulation d'objets à la chaîne de la production automatisée.

La plupart des informations que nous percevons à travers la vision. Nous avons également besoin d'utiliser la vision dans cas de synchronisation. Dans cet article nous allons utiliser la vision technique, basée sur le flot optique pour synchroniser bras du robot avec objet détecté.

$$\frac{\partial I}{\partial x} V_x + \frac{\partial I}{\partial y} V_y + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$$

V_x et V_y – vitesse de changement de flux optique sur les coordonnées concernées; $\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}, \frac{\partial I}{\partial t}$ – dérivés de l'image.

Système de contrôle du robot manipulateur mis en œuvre dans simulateur de réseaux de neurones est présenté dans fig. 2.

A ce stade, les tests ont été effectués sur un robot manipulateur à un degré de liberté. Robot distinguer les mouvements le long de l'axe vertical.

La caméra capte la vidéo, le simulateur convertit la vidéo en utilisant le méthode de Horne-Schunck et l'envoie à un réseau de neurones formés par la règle de Hebb. Au stade de l'apprentissage sorties de la réseau Hebb ainsi que consigne de la vitesse sont entrées du réseau de neurones LMS qui donne la spécification finale pour la vitesse. Après apprentissage du réseau neuronal, le consigne de la vitesse n'utilise pas. Les valeurs qui nous avons obtenu à partir de flux optique on a utilisé comme commande de vitesse du robot. Resultats des experimentaux a présenté dans la fig. 3.

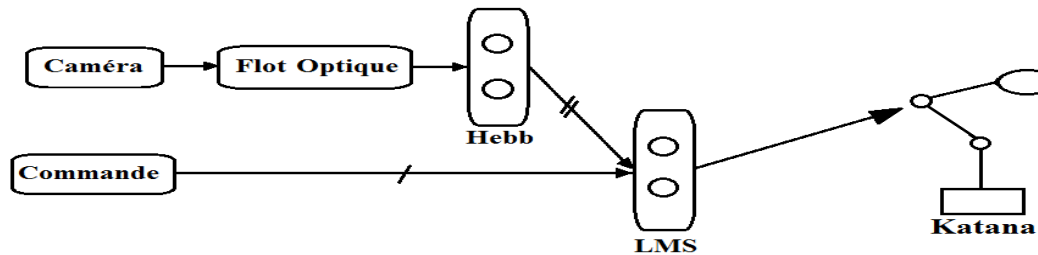


Figure 2 – Schéma de commande du robot manipulateur

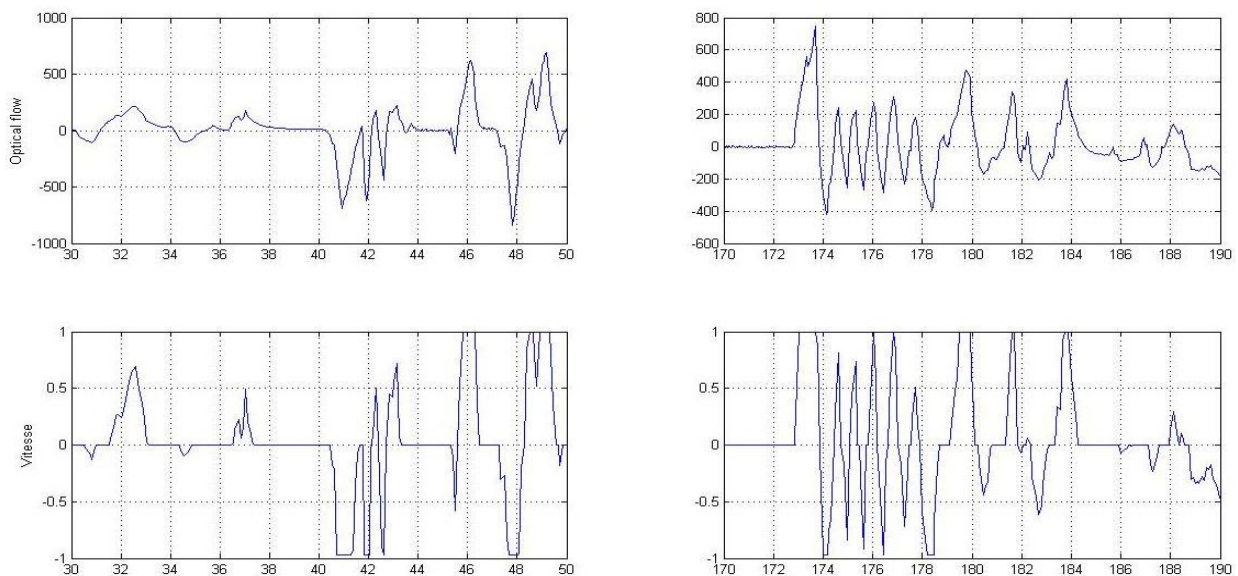


Figure 3 – La valeur du flot optique par rapport le vitesse relatif du manipulateur

Conclusion et perspectives. 1. Amélioration d'algorithme de commande du robot manipulateur par utilisation de flot prédit:

- compensation de oscillations parasites en fin du mouvement;
 - fonctionnement avec les vitesses différentes à l'aide des cartes Kohonen.
2. Application de l'algorithme à tous les degrés de liberté.

Remerciement. Je voudrais remercier Melnyk A., Khomenko V., Gaussier Ph et ETIS, ENSEA, Université de Cergy-Pontoise, CNRS, (IUF) F-95000, Cergy-Pontoise.

Bibliographie

1. Berthold K.P. Horn, B.G. Rhunck. Determining Optical Flow // Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, U.S.A.
2. A. Nikitin, A. Melnyk, V. Khomenko. Video processing algorithms for robot manipulator visual serving. Материалы VI Международной научно-практической конференции Донбасс-2020: перспективы развития глазами молодых ученых.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Максимчук Т.Н., студент; Цыбулевский Ю.Е., к.т.н., доц.
(Криворожский национальный университет, г. Кривой Рог, Украина)

Выбор способа резервирования источников питания определяется надежностью и экономичностью технического решения. В технической литературе много внимания уделяется стационарным установкам резервного питания, хотя в условиях шахты предпочтительнее применение передвижных электроагрегатов.

Целью статьи является анализ надежности различных способов резервирования с применением передвижных электроагрегатов.

Для обеспечения надежного электроснабжения потребителей в настоящее время широко применяют резервирование основных источников электропитания, которыми могут служить автономные электроагрегаты или внешний ввод от местной электрической сети. Кроме одного основного электроагрегата, достаточного по мощности для электропитания данного объекта, есть еще и несколько резервных.

Резервирование электроагрегатов можно осуществить одним из следующих способов.

Горячий резерв электроагрегатов. Система электропитания, состоит из одного основного электроагрегата, имеющего вероятность безотказной работы $P_o(t)$, и m резервных электроагрегатов, включенных в параллельную работу с основным и имеющих вероятности безотказной работы $P_i(t)$, где $i=1, 2, \dots, m$.

При этом основной и резервные электроагрегаты работают независимо друг от друга.

Обозначим вероятность безотказной работы системы через $P_c(t)$, а вероятность отказа через $Q_c(t)$. При питании потребителей от такой системы перерыв в их электроснабжении наступит лишь тогда, когда откажут все параллельно работающие электроагрегаты. Тогда в соответствии с положениями теории надежности вероятность отказа всех электроагрегатов системы будет выражаться следующим соотношением [1]:

$$Q_c(t) = Q_o(t) * Q_1(t) \dots Q_m(t),$$

где $Q_o(t)=1 - P_o(t)$ – вероятность отказа основного электроагрегата; $Q_i(t)=1 - P_i(t)$ – вероятность отказа i -того резервного электроагрегата.

Вероятность безотказной работы системы электроагрегатов будет равна:

$$P_c(t)=1 - \{[1 - P_o(t)]*[1 - P_1(t)]\dots[1 - P_m(t)]\}.$$

Если все резервные электроагрегаты будут иметь одинаковую надежность, равную надежности основного электроагрегата, то:

$$P_o(t) = P_1(t) = \dots = P_m(t),$$

формула примет вид:

$$P_c(t) = 1 - [1 - P_o(t)]^{(m+1)} = 1 - [Q_o(t)]^{(m+1)}.$$

Тогда необходимое количество резервных электроагрегатов для обеспечения электропитания потребителей с заданной надежностью $P_3(t)$, которая должна быть равна или меньше надежности системы $P_c(t)$:

$$m = \frac{\ln [1 - P_c(t)]}{\ln [1 - P_o(t)]} - 1.$$

Достоинством данного вида резервирования является также его простота и отсутствие переключающих устройств.

Однако при горячем резервировании нерационально расходуется ресурс резервных электроагрегатов и происходит излишний расход горюче-смазочных материалов.

Холодный резерв электроагрегатов. Холодный или ненагруженный резерв электроагрегатов можно применять для электропитания только таких объектов, которые допускают нечастые перерывы в работе (от нескольких минут летом до 20-30 мин в зимних условиях). Эти перерывы определяются временем, необходимым для пуска и прогрева резервного электроагрегата, и принятием им номинальной нагрузки.

Сравнивая значения вероятности безотказной работы системы электроагрегатов при горячем и холодном резервировании, можно установить, что при холодном резервировании вероятность отказа системы в $(m+1)$ раз ниже, чем при горячем резервировании. Среднее время безотказной работы такой системы будет равно сумме наработок на отказ основного и резервных электроагрегатов, если последние не ремонтируются. Кроме того, при холодном резервировании рационально расходуется ресурс резервных электроагрегатов.

Однако следует учитывать, что при холодном резервировании имеют место перерывы в электропитании потребителей на время пуска резервного электроагрегата, тогда как при горячем резервировании обеспечена полная бесперебойность в электроснабжении потребителей.

Теплый резерв электроагрегатов. Теплый или облегченный резерв может быть применен только в том случае, если в качестве резервных применяются автоматизированные электроагрегаты, обеспечивающие длительное поддержание их в прогретом состоянии и быстрый автоматический пуск с принятием номинальной нагрузки. Такой вид резервирования обеспечивает сохранность ресурса резервных электроагрегатов и надежное электропитание потребителей. Однако при этом возникают кратковременные (от 15 до 60 сек.) перерывы в электроснабжении, вызванные необходимым временем для пуска резервных электроагрегатов и принятия ими нагрузки. Теплый резерв занимает промежуточное положение между горячим и холодным резервом и находит в практике все более широкое применение.

Таким образом, резервирование электроагрегатов выполняется в настоящее время путем обеспечения электропитания ответственных потребителей с высокой надежностью. Однако с точки зрения экономических затрат применение резервирования агрегатов не всегда является оптимальным решением обеспечения надежного электропитания потребителей.

В настоящее время разработаны и внедряются статические СБЭ (система бесперебойного электропитания), выполненные на базе тиристорных инверторов, которые практически по всем показателям превосходят электромашинные преобразователи. Статические СБЭ, по сравнению с динамическими, имеют более высокий КПД, значительно меньшие массогабаритные показатели, более долговечны и просты в обслуживании (из-за отсутствия движущихся частей). Характеристики тиристорных СБЭ приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1 – Характеристики тиристорных инверторов

Тип	Мощность, кВА	Выходное напряжение, В	Пределы измерения вых.напряжения, %	Выходной ток, А
ИТ-220/15	4,0	220...270	-10+25	15
АБП-500-380	75	380/220	±5	20/35
АБП Л74	125	380/220	±5	

Снижение количества агрегатов, исключение больших вращающихся масс повышает экономичность резервирования источников питания и повышает их надежность.

Перечень ссылок

1. Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 206с.
2. Дикань С.В. Аппараты систем бесперебойного электроснабжения. – К.: Техніка, 1989. – 174с.

ПРИСАДИБНА КОГЕНЕРАЦІЙНА ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА

Просвірін Д.М., студент; Безверхий О.А., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц.
(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

Вітроенергетика – це галузь, що має один з самих високих темпів розвитку. За даними Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA) [1] світова потужність вітроенергетичної галузі у 2010 р. досягала 237016 МВт, після 196630 МВт в 2010 році і 159 050 МВт в 2009 році. В цілому 96 країн і регіонів в усьому світі використовували енергію вітру для виробництва електроенергії. Лідерами світової вітроенергетики за 2011 р. залишається п'ятірка країн: Китай (62364 МВт), США (46919), Німеччина (29075), Іспанія (21673), Індія (15880).

Наша країна за світовим рейтингом зі своїми 151 МВт знаходиться на 38 місці після Естонії (184 МВт) і Литви (179 МВт). Якщо держава не може забезпечити розвитку вітроенергетичної галузі, то нехай, принаймні, не заважає розвитку присадибної вітроенергетики. Низькопотенційною тепловою енергією фермери в змозі забезпечити себе самі за рахунок енергії вітру і Сонця. І задача науковців допомогти їм в цьому.

В ТДАТУ запропоновано індукційний спосіб перетворення енергії вітру в теплоту та запатентовано установки для його реалізації на базі індукційного перетворювача енергії вітру в теплоту (ШЕВТ), які подібні за конструкцією, проте відрізняються ефективністю [2]. Проте в застосуванні індукційних ВТУ для перетворення енергії вітру в теплоту є дві проблеми: звідки брати струм для живлення індукційних обмоток збудження; що робити з тепловою енергією в теплу пору року, коли відпадає в ній потреба.

Для вирішення першої проблеми можна використати запатентований в ТДАТУ ШЕВТ з самозбудженням. Що ж стосується комплексного вирішення цих проблем пропонується перейти до когенераційної технології [3]. Постановою НКРЕ від 19.05.2011 N 882 затверджено ПОРЯДОК комбінованого виробництва теплової та електричної енергії "...з використанням нетрадиційних або поновлюваних джерел енергії".

Європейські країни, що приділяють багато уваги проблемам екології, прийняли спеціальні закони по когенерації. Це Данія, Фінляндія, Німеччина, Швеція, Норвегія та ін. Законодавствами європейських країн передбачені заходи підтримки когенерації.

Отже, на наш погляд, для присадибної вітроенергетики найбільш прийнятна когенераційна технологія. В холодну пору року когенераційна вітроенергетична установка (КВЕУ) перетворює енергію вітру безпосередньо в теплоту і частково в електрику – для живлення обмоток збудження ШЕВТ, а в теплу пору – паралельно в теплоту і електрику, залежно від потреби в них. В перспективі передбачено отримувати теплову енергію за рахунок вітротеплонасосної технології.

В основу корисної моделі поставлена технічна задача вдосконалення присадибної когенераційної вітроенергоустановки (КВЕУ). За рахунок цього підвищується ефективність використання присадибної когенераційної вітроенергоустановки, збільшується її ККД [4].

Поставлена задача вирішується тим, що присадибна КВЕУ, згідно корисної моделі, додатково містить електрогенератор, до статорної обмотки якого приєднані електроприймачі, вал електрогенератора з'єднаний кінематично з вертикальним трансмісійним валом, а індукційні обмотки збудження підімкнені через випрямляч і регульований резистор до статорної обмотки електрогенератора.

Використання багатополусного синхронного електрогенератора, дозволяє зменшити частоту обертання ротора і відмовитися від мультиплікатора і за рахунок цього зменшити вартість і збільшити загальний ККД енергоустановки. Використання синхронного електрогенератора із збудженням від постійних магнітів забезпечує простоту конструкції,

відсутність контакту ковзання, високий ККД і менший нагрів із-за відсутності втрат в контактні ковзання.

Присадибна КВЕУ (рис. 1) містить поворотну головку 1 з вітроколесом 2 на горизонтальному валу 3, хвіст 4 для установки вітроколеса 2 на вітер, встановлені на вершині ґратчастої вежі 5.

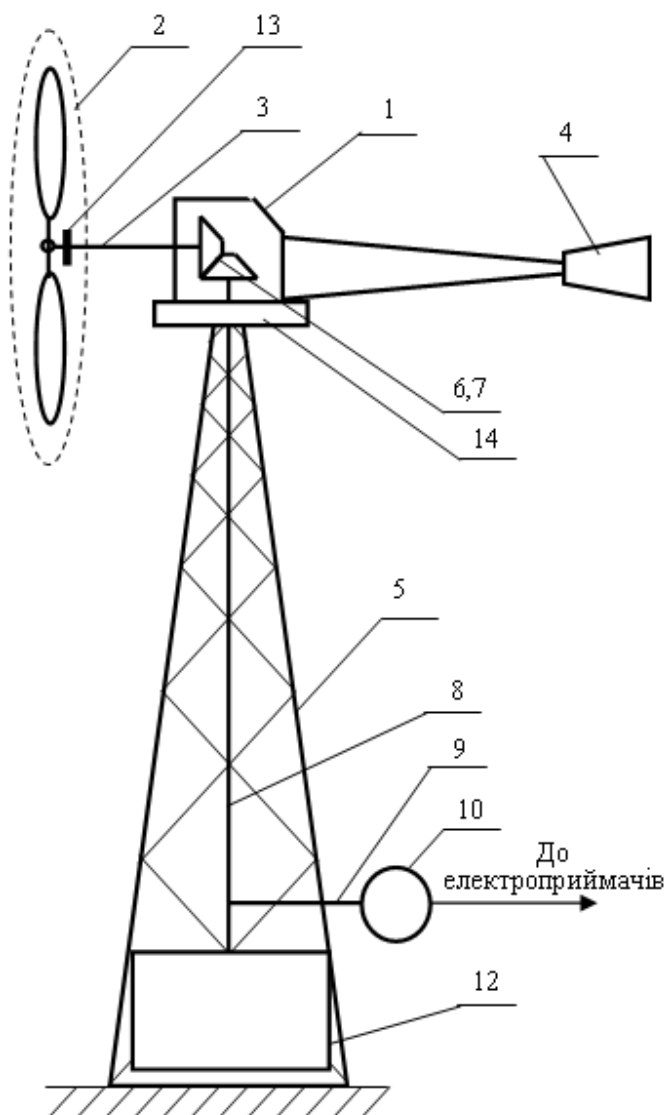


Рисунок 1 – Схема будови присадибної когенераційної вітроенергоустановки

Горизонтальний вал 3 вітроколеса 2 через конічну пару шестерень 6, 7 і вертикальний трансмісійний вал 8 з'єднаний кінематично з валом 9 електрогенератора 10, до статорної обмотки якого приєднані електроприймачі (умовно не показані), і окремо – з вихідним валом 11 індукційного перетворювача 12. Вітроколесо 2 закріплене на маточині 13, жорстко з'єднаний з горизонтальним валом 3.

Висновок. Впровадження когенераційної технології для присадибних ВЕУ суттєво підвищить коефіцієнт використання їхньої установленної потужності.

Перелік посилань

1. www.wwindea.org_s.pdf. World Wind Energy Report 2010 [Електронний ресурс].
2. Жарков В.Я. Від вітроенергетики комерційної до присадибної / В.Я. Жарков // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2010. – Вип. 102. – С. 48-49.
3. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» // ВВР, 2005, N 20, ст. 278.

RETOUR TACTILE POUR LA ROBOTIQUE

Pugach G.O., étudiante^{1,2}; Kovaliov A.P., prof.¹; Pitti A., Ph.D.²

(¹Université nationale technique de Donetsk, Donetsk, Ukraine. ²Université de Cergy-Pontoise, Cergy-Pontoise, France)

Une peau artificielle est un dispositif électronique sensible (à la pression, au choc, à l'accélération, à l'éclairage, à la distance). L'utilisation de la peau artificielle dans la robotique, permettra d'adapter le comportement d'un robot aux forces externes qui apparaissent pendant l'interaction de ce robot avec son environnement ou bien un homme. Nous nous sommes intéressés aux peaux artificielles sensibles à la force de la pression et sa distribution.

L'idée d'une peau artificielle c'est créer un matériau qui peut avoir les mêmes fonctions que la peau humaine, y compris la possibilité de sentir l'attouchement.

Dans le monde on a développés de nombreux types de la peau artificielle, qui étendent les capacités même de la peau humaine. Ainsi, il faut distinguer la peau artificielle utilisée dans la médecine et la peau artificielle utilisée en robotique. La première est destinée à l'usage clinique (traitement des brûlures et autres affections de la peau), tandis que la deuxième n'a qu'une destination technique.

Peau artificielle technique est constitué de plusieurs capteurs tactiles interconnectés.

La peau artificielle basée sur les dispositifs tactiles de type matriciel satisfait au plus la demande principale aux capteurs tactiles qui consiste en reproduction des propriétés tactiles de la peau humaine. Parce que, chaque cellule de la matrice, qui est un capteur microélectronique de force (de la déformation ou de la couple), fournit des informations spécifiques à propos d'un point de contact, et tous les capteurs ensemble, ils peuvent former une image complète qui reflète de la forme de l'objet.

Capteurs tactiles peuvent être classés sur la base du principe de fonctionnement et de la nature physique des capteurs.

Le principe de fonctionnement de capteurs tactiles peuvent être suivants; résistive, capacitive, inductive, optique, magnétique, piézoélectrique, ultrasons, magnéto-électrique, etc. De même, la nature physique des capteurs peut être flexible, élastique, dur et rigide, etc.

Un capteur tactile moderne d'un robot doit avoir les propriétés suivantes [1]:

- haute sensibilité, la capacité de percevoir la pression (force), le convertir en signaux électriques, qui permettent déterminer la forme et le matériau de l'objet, c'est à dire reconnaître des formes;

- haute résolution spatiale, correspondant à la sensibilité des doigts humains (résolution spatiale de la peau humaine – 2 mm);

- «bonnes» caractéristiques différentielles et linéaires;

- faible valeur d'hystérésis;

- immunité aux surcharges et aux conditions pénibles de fonctionnement;

- petites dimensions et poids;

- prix bas.

Dans [2] ont été considérées les types de capteurs tactiles. Les avantages et les inconvénients relatifs de différents types de capteurs tactiles sont présentés dans le tabl. 1.

Tableau 1 – Les avantages et les inconvénients relatifs de différents types de capteurs tactiles [2]

Types de capteurs	Avantages	Inconvénients
Résistive	• sensibilité • prix bas	• forte consommation d'énergie • généralement, on détecte seul point de contact
Piézorésistive	• prix bas • sensibilité • faible niveau de bruit • électroniques simples	• rigide et fragile • réponse non linéaire • hystérésis • sensible à la température
Effet tunnel	• sensibilité • flexibilité	• réponse non linéaire
Capacitive	• sensibilité • prix bas	• perturbations croisé • hystérésis • électroniques complexes
Optique	• immunité aux perturbations électromagnétiques • souple • sensibilité • rapide • pas d'interconnexions.	• encombrants • perte de la lumière par micro flexion • consommation d'énergie • calculs complexes
Ultrasons	• réponse dynamique rapide • haute la résolution	• utilité limitée à basse fréquence • électroniques complexes • sensible à la température
Magnétique	• haute sensibilité • bonne la gamme dynamique • sans hystérésis mécanique • robustesse physique	• souffrir de l'interférence magnétique • calculs complexes • assez encombrant • consommation d'énergie
Piézoélectrique	• réponse dynamique • large bande passante	• sensible à la température • connexions électriques fragile
Caoutchouc conducteur	• souple	• hystérésis mécanique • réponse non linéaire

Remerciement. Je voudrais remercier à Monsieur Viacheslav Khomenko, doctorant du laboratoire LISV de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (France) et à Monsieur Artem Melnyk doctorant du laboratoire ETIS, Université de Cergy-Pontoise (France).

Bibliographie

1. Таланчук П.М., С. П. Голубков, В. П. Маслов. Сенсоры в контрольно-измерительной технике // Киев. Техника, – 1991. – С. 164-173.
2. Ravinder S. Dahiya, M. Valle. Tactile sensing for robotic applications // Austria. Sensors, Focus on Tactile, Force and Stress Sensors, – 2008. – P. 289-303.

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ПОВЕРТАННЯ ФОТОПАНЕЛІ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА СОНЦЕМ

Верещагін Д.В., студент; Пешков М.О., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц.
(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

Лідерами світової сонячної енергетики є Японія і Німеччина. Причому Японія виробляє 48% світових ФЕП, а Німеччина домінує на світовому ринку ФЕП. За 6 років з 2000 р. виробництво ФЕП зросло в 6 раз, в 2006 р. перевищило 17000 МВт і продовжує зростати.

З квітня 2009 року вступив в силу Закон України № 1220/VI «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії». Згідно з прийнятим Законом коефіцієнт «зеленого» тарифу на електроенергію, вироблену з використанням альтернативних джерел енергії, повинна закуповуватися з коефіцієнтами, залежно від потужності і виду об'єкта альтернативної електроенергетики.

Нові зміни в законодавстві щодо застосування «зеленого тарифу» відкривають широкі можливості для виробництва електроенергії за рахунок поновлюваних та нетрадиційних джерел енергії (ПНДЕ) та створюють сприятливий інвестиційний клімат.

За «зеленим» тарифом сонячна електроенергія повинна закуповуватися з коефіцієнтом 4,4...4,8 по відношенню до звичайного роздрібного тарифу на електроенергію, а підприємства повинні звільнитися від оподаткування на прибуток від ПНДЕ у період до січня 2019 року.

Сонце постійно випромінює в навколишній простір енергію. Її аналіз показує що в яскравий, сонячний день Сонце віддає приблизно 1000 Ватт енергії на квадратний метр земної поверхні, і якщо зібрати всю цю енергію, то ми б змогли забезпечити поновлюваною енергією наші будинки і офіси. ККД сонячної панелі досягає максимальної величини тільки в разі, коли панелі розташовані точно перпендикулярно напрямку сонячних променів. Але, оскільки сонце постійно рухається по обрію, це може трапитися тільки один раз в день. В інший час ефективність роботи сонячних ФЕП складає менше 10 % [1].

Нами були проведенні експериментальні дослідження, на підставі яких визначена залежність ефективності сонячної фотопанелі від кута падіння променів (табл. 1 та 2).

Таблиця 1 – Залежність генерованої напруги кремнієвої фотобатареї БСК1 від кута нахилу до електричного джерела світла

Кут падіння променів, град	0	30	45	60	90
Напруга, В	0,75	2,5	3,4	3,8	5,2

Таблиця 2 – Ефективність полікристалічної кремнієвої сонячної фотопанелі від кута падіння сонячних променів

Кут падіння променів, град	0	20	40	60	80	90
ККД перетворення, %	2	7	10	15	17	18

Із результатів досліджень слідує, що завдяки стеженню за Сонцем, можна підвищити віддачу від сонячної фотопанелі приблизно на 40 %, що становить мало не половину вироблюваної енергії. Це означає, що 4 години корисної сонячної інтенсивності автоматично перетворюються майже в 6 годин.

Щоб підвищити ККД сонячних фотопанелей, нами розроблена автоматизована система управління, яка аналізує положення сонячного випромінювання і фіксує його інтенсивність, на основі чого повертає сонячну фотопанель для потрапляння прямих променів (рис. 1).

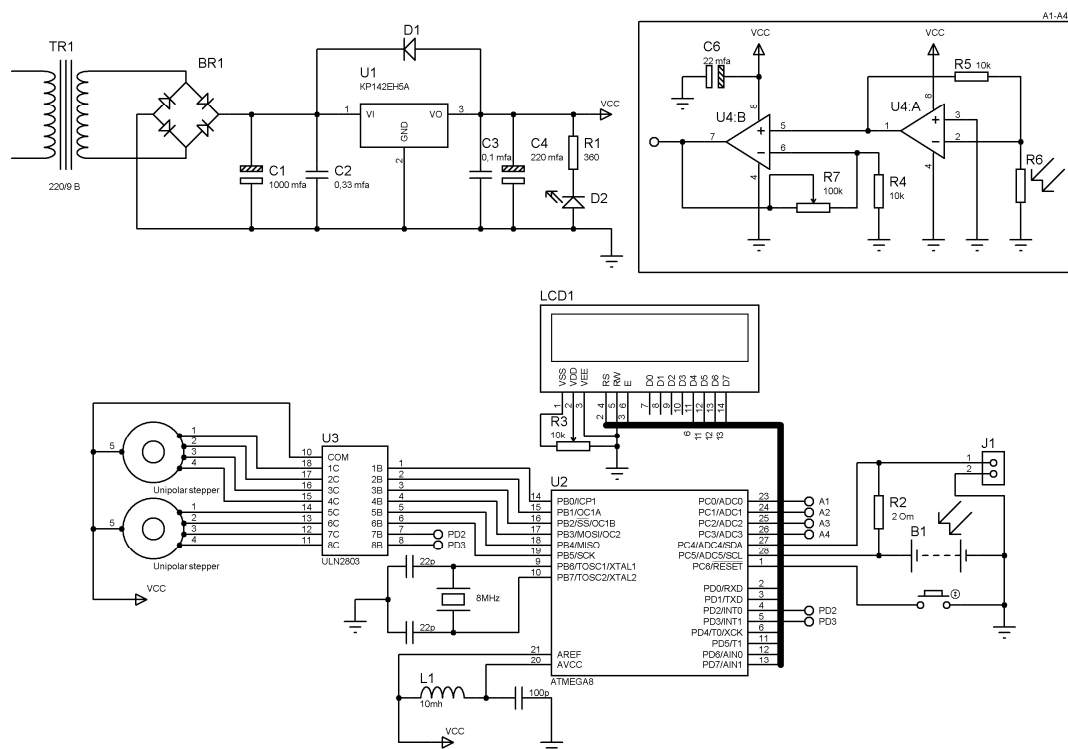


Рисунок 1 – Автоматизована система управління положенням сонячної фотопанелі

Пристрій автоматичного стеження за Сонцем складається з двох частин. Одна з них об'єднує механізм, що приводить в рух приймач сонячного випромінювання, інша – електронний блок, який здійснює управління цим механізмом. Вбудований мікроконтролер Atmega 8 дозволяє екстраполювати значення, отримані від чотирьох фоторезисторів та сонячної фотопанелі, на основі чого приймається рішення про доцільність повертання її до джерела випромінювання. Цей механізм обробки дозволяє уникнути витрати енергії на недоцільне повертання сонячної фотопанелі.

Ще одним не мало важливим фактором є сама сонячна фотопанель, габарити якої (маса оправы та самої батареї) грають важливу роль в зменшенні потужності на власні потреби, що витрачаються на повертання самої системи.

В ході досліджень були запропоновані тонкі гнучкі фотоперетворювачі – сонячні панелі нового покоління які були розроблені компанією Transform Solar [3]. При використанні такого типу фотопанелей ККД всієї системи підвищується в декілька разів.

Запропонований у роботі підхід дозволяє підвищити ефективність прямого перетворення сонячної енергії в електричну і, в силу своєї простоти, – використовувати його в фотоелектростанціях побутового призначення: на дачах, в приватних будинках тощо.

Перелік посилань

1. URL: Самодельная солнечная батарея на 50 Вт [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://germarator.ru/post/148>, свободный – Загл. с экрана.
2. URL: «Ваш Солнечный Дом» – умный выбор системы энергоснабжения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/pv/index.htm>, свободный – Загл. с экрана.
3. URL: Монокристаллические кремниевые солнечных элементы для жилых, коммерческих и коммунальных целей [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://www.transformsolar.com/sliver_products, свободный – Загл. с экрана.

ЗАСТОСУВАННЯ СИМПЛЕКСНОГО ПОШУКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМА КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТА СИМЕТРУВАННЯ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Ягуп В.Г., д.т.н., проф.¹; Ягуп К.В., к.т.н.²

(Харківська національна академія міського господарства, м. Харків, Україна. Харківська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна)

Проблеми симетрування трифазних систем електропостачання та компенсації в них реактивної потужності пов'язані між собою і є надзвичайно актуальними в аспекті підвищення енергетичних показників системи в цілому та зниження втрат в лініях електропередачі. Часткове розв'язання цієї задачі здійснюється за показниками приладів для реєстрації реактивної потужності, однак при цьому не завжди забезпечується симетрування режиму споживання енергії від джерел електричної енергії. В такому випадку не досягається оптимальний режим в системі електропостачання. Тому підвищення точності розрахунків і розробка надійних алгоритмів керування симетро-компенсуючими пристроями є актуальною задачею.

В докладі розглянуто трифазну несиметричну систему електропостачання без нульового проводу [1], параметри якої забезпечують різку несиметрію режиму електропостачання. Для пошуку параметрів симетруючих конденсаторів запропоновано використовувати симплексний пошук [2] оптимального режиму. Цей метод базується на побудові багатогранника в просторі параметрів оптимізації. В якості параметрів оптимізації прийняті параметри компенсуючих конденсаторів, які вмикаються трикутником на клеммах несиметричного навантаження системи електропостачання. Критерієм оптимізації доцільно вибрати кульову метрику, що побудована на реактивних потужностях, пов'язаних із джерелами живлення. В такому випадку мінімум досягається при повній компенсації реактивних потужностей джерел живлення. Критерій оптимізації може бути сформований будь-яким іншим чином, аби при цьому досягалася мета отримання оптимального режиму. На практиці формування критерію залежатиме також від способу та апаратури для проведення вимірювань параметрів режиму в системі електропостачання, яка оптимізується на основі алгоритму симплексного пошуку.

В процесі пошуку здійснюються перетворення симплексу за встановленими процедурами його віддзеркалення, розтягування та зменшення. При цьому надійно забезпечується пересування багатогранника по поверхні цільової функції, навіть коли вона має складний характер. Це робить зазначений метод особливо привабливим для розв'язання складних задач, пов'язаних з оптимізацією несиметричних режимів в системах електропостачання.

Реалізація описаного метода була здійснена в системі візуального моделювання Simulink із застосуванням вбудованої функції оптимізації і передачею параметрів через спільну робочу область. Результати моделювання співпадають з отриманими в [1], які привели систему електропостачання до повної симетрії і компенсації реактивної потужності в системі.

Перелік посилань

1. Ягуп В.Г., Ягуп К.В. Расчет режима компенсации реактивной мощности в несимметричной системе электроснабжения методом поисковой оптимизации. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. «Електротехніка і енергетика», вип. 11 (186). – Донецьк, 2011. – с.449-454.
2. Дамбраускас А.П. Симплексный поиск. - М.: Энергия, 1979. – 176 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ФОТОЕЛЕКТРОПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Пешков М.О., студент; Михайлик М.В., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доц.
(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

У фотоелектричних перетворювачах (ФЕП) здійснюється безпосереднє перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Досягається це шляхом реалізації фотоэффекту – фізичного явища, що полягає у виникненні ЕРС в напівпровідниковому матеріалі при попаданні на нього електромагнітного випромінювання – світлових променів і інфрачервоних променів в ближній до світлових променів області спектру [1].

Конструкція ФЕП виготовляється у вигляді тонкоплівкових елементів (при товщині шару напівпровідника 50 мкм) і складається з двох платівок: кремнію n-типу і кремнію р-типу, які закриті з опромінюваного боку плівкою діоксиду кремнію. З протилежного боку до напівпровідникових пластин приєднані електроди. Елементи ФЕП з'єднуються в стандартні модулі, з яких зручно монтувати сонячну батарею (СБ) будь-якої потужності і конфігурації. СБ відрізняються високою надійністю і стабільністю, вони не мають рухомих деталей, термін їх служби практично не обмежений. Їх маса мала, а обслуговування відрізняється простотою. Сонце – найдоступніший з усіх джерел енергії. Сучасні технології дозволяють використовувати його енергію цілий рік.

Деякі перспективні матеріали важко отримати в необхідних для створення сонячних фотоелектростанцій (ФЕС) кількостях через обмеженість природних запасів вихідної сировини і складності його переробки. В якості найбільш ймовірних матеріалів для ФЕС в даний час розглядається кремній (Si) і арсенід галію (GaAs) [1].

ФЕП на основі арсеніду галію (GaAs), як відомо, мають більш високий, ніж кремнієві ФЕП, теоретичний ККД, оскільки ширина забороненої зони у них практично співпадає з оптимальною шириною забороненої зони для напівпровідникових перетворювачів сонячної енергії (1,4 еВ). У кремнієвих цей показник = 1,1 еВ.

Зняття вольт-люксової характеристики сонячної батареї БСК1 при сталій температурі. Результати зведені в табл. 1.

Експериментальні залежності ККД галієвих ФЕП від температури говорять про те, що підвищення сталої температури останніх до 150...180 °С не приводить до істотного зниження їх ККД і оптимальної питомої потужності. У той же час для кремнієвих ФЕП підвищення температури вище 60-70 °С є майже критичним – ККД падає вдвічі [2].

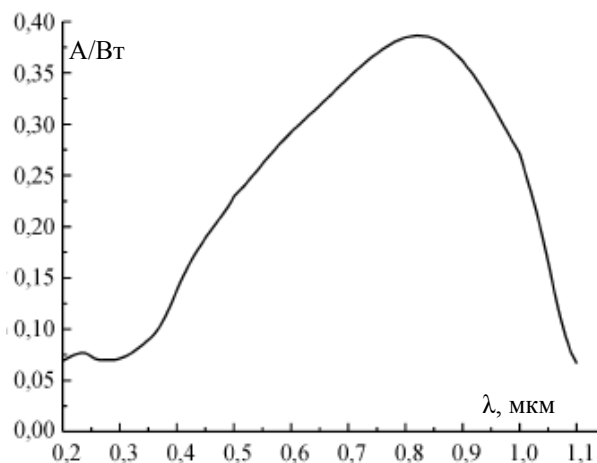


Рисунок 1 – Спектр фоточутливості кремнієвого ФЕП, T=300 K

Однак кремній є більш доступним і освоєним у виробництві матеріалом, ніж арсенід галію. Він має широкий спектр чутливості (рис. 1), широко поширений в природі, і запаси вихідної сировини для створення ФЕП на його основі практично необмежені. Технологія виготовлення кремнієвих ФЕП добре відпрацьована і безперервно удосконалюється.

Середнє значення ККД в СБ із монокристалічного кремнію сьогодні близько 12 %, хоча досягає і 18 %. Саме кремнієві СБ можна бачити сьогодні на дахах будинків різних країн світу.

На відміну від кремнію галій є досить дефіцитним матеріалом, що обмежує

можливості виробництва ФЕП на основі GaAs в кількостях, необхідних для широкого впровадження і в результаті цього вартість галієвих ФЕП істотно вища (на порядки) вартості ФЕП з кремнію [1].

Існує реальна перспектива зниження вартості кремнієвих ФЕП на один – два порядки при впровадженні нових автоматизованих методів виробництва, що дозволить, зокрема, отримувати кремнієві стрічки і сонячні елементи великої площі.

Ціни на кремнієві СБ знизилися за 25 років у 20-30 разів з 70-100 дол/Вт в сімдесятих роках аж до 3,5 дол/Вт в 2000 р., і продовжують знижуватися далі. Виготовлення ФЕП та збирання СБ на автоматизованих лініях забезпечить зниження собівартості модуля батареї в 2...2,5 рази.

Нами проведені експериментальні дослідження кремнієвої сонячної батареї БСК1. Дослідження проводилися на базі лабораторії електричного освітлення ТДАТУ. При дослідженні використовувалося наступне обладнання: лабораторний автотрансформатор (ЛАТР) напругою 0-250 В; лампа розжарювання Б220-230, 75 Вт; люксметр 10116, ГОСТ 14841-80; мультиметр DT830В; сонячна батарея БСК1.

Зняття вольт-люксової характеристики сонячної батареї БСК1 проводилося при кімнатній температурі (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність величини ЕРС сонячної батареї БСК1 від рівня її освітленості

Е, лк	100	350	900	1900	3400	5800	7600
ЕРС, В	1,27	1,67	1,94	2,16	2,30	2,47	2,55

Із табл. 1 видно, що ЕРС БСК1 суттєво зростає при збільшенні рівня освітленості.

Таблиця 2 – Залежність ЕРС сонячної батареї БСК-1 від температури

t, °C	2	15	25
ЕРС, В	3,4	2,8	2,5

В ТДАТУ запатентовано пристрій для освітлення автодороги [3]. На кожній опорі установлені верхній і нижній модулі із ФЕП, приєднані через контролер до акумуляторної батареї (АБ). Вдень ФЕП опромінюються сонячним світлом, а в темну пору дня – світлом фар автомобілів, що рухаються по дорозі. Можливість використання сонячної енергії на землі залежить від географічної широти φ , пори року та сонячного сіяння. Річне надходження сумарної сонячної радіації в реальних умовах хмарності становить 1050...1400 кВт·год./м² при загальному збільшенні від $\varphi=52^\circ$ до $\varphi=43^\circ$ північних широт, в яких розташована Україна.

Запатентований пристрій можна використати в побутовій фотоелектростанції, доповнивши його автоматичним слідкуванням за Сонцем.

Перелік посилань

1. Бланк Т.В. Полупроводниковые фотоэлектропреобразователи для ультрафиолетовой области спектра: аналитические обзоры/ Т.В. Бланк Т.В., Ю.А. Гольдберг.
2. Михайлик М.В. Освітлення автодороги від фотоперетворювачів/ В.О. Сельоткін, В.М. Кишко, М.В Михайлик, В.Я. Жарков// Матеріали науково-технічної конференції аспірантів і студентів. – Вип. 9. – т.2. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2010. – С. 56-58.
3. Пат.64434 Україна, МПК (2011.01) B60Q1/02, H02N6/00. Автономна система аварійного освітлення автомобільного тунелю / В.Я. Жарков, В.О. Сельоткін, М.В. Михайлик. – Опубл. 10.11.2011. – Бюл. № 21.

УТИЛІЗАЦІЯ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ ГАЗОПЕРЕКАЧУЮЧИХ АГРЕГАТИВ В ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ НА НИЗЬКОКИПЛЯЧИХ РОБОЧИХ ТІЛАХ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Сергієнко Р.В., аспірант; Білека Б.Д., провідний науковий співробітник, д.т.н.

(Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна)

Сьогодні ефективність використання палива в промисловій теплоенергетиці є невисокою (ККД енергетичних установок складає 30...35 %), решта енергії втрачається у вигляді скидної теплоти. Газотранспортна система (ГТС) є потужним джерелом скидної теплоти, тому одним із шляхів підвищення ефективності використання первинного палива є її утилізація [1]. Найбільш важливими завданнями, що визначають підвищення ефективності функціонування компресорних станцій (КС) магістральних газопроводів (МГ), є зниження енерговитрат, яке пов'язане зі зменшенням витрат паливного газу в приводних газотурбінних двигунах і електроенергії, яка використовується для власних потреб КС, а також підвищення продуктивності газоперекачування, тобто пропускної здатності газопроводів. Наприклад, тепловий потенціал однієї КС середньої потужності за високопотенційною теплою (теплота скидних газів) становить 100...150 МВт, за низькопотенційною (тепло компримованого газу) – до 20...30 МВт. Для всієї ГТС України цей потенціал скидної теплоти можна оцінити рівнями 8...12 млн. кВт і 2...2,5 млн. кВт відповідно [2].

Найкращий ефект при утилізації цієї теплоти дають комбіновані установки, а комбіноване вироблення енергії є найбільш досконалою технологією використання теплоти палива. Попередні розрахунки показали, що з енергії, яка викидається в атмосферу, тим самим забруднюючи її, можна додатково отримувати 10...20 % механічної та електричної енергії. Отже, задачі енергозбереження і скорочення витрат палива, а також розробка заходів, методів та способів утилізації не лише високо-, а й низькопотенційної скидної теплоти, є важливою науково-технічною проблемою.

Останнім часом для реалізації парогазових циклів дедалі більший інтерес проявляється до використання безводних технологій, де у якості робочого тіла використовуються низькокиплячі робочі тіла (НРТ).

До переваг НРТ слід віднести наступні:

- 1) низька критична і, відповідно, робоча температура (130...280 °С);
- 2) висока температура конденсації при атмосферному тиску (35...68 °С);
- 3) висока (значно більша, ніж у парів води) густина парів НРТ;
- 4) низька температура замерзання (-70...-80 °С);
- 5) низькі швидкості звуку в парах НРТ;
- 6) можливість використання НРТ для виробництва холоду.

Відомо, що у США (Техас) на одній із ТЕС успішно функціонує закритий замкнений цикл, де в якості робочого тіла використовується пропан. Крім того у Канаді та США введено в дію 14 теплоутилізуючих енергетичних установок (ТУЕУ), де застосовуються НРТ, а саме пентан, який за термодинамічними та теплофізичними характеристиками є найбільш прийнятним [3]. Схема ТУЕУ на НРТ представлена на рис. 1.

Проте вибір оптимальних значень робочих параметрів термодинамічного циклу, наприклад, початкових параметрів, практично не досліджено. В роботах Інституту технічної теплофізики НАН України розглядаються результати термодинамічних розрахункових досліджень парового циклу Ренкіна із областей докритичного (суха насичена і перегріта пара), критичного та надкритичного станів пари при обмеженій тепловій потужності джерела; проводився повний розрахунок паросилового циклу, при якому визначалися основні параметри циклу.

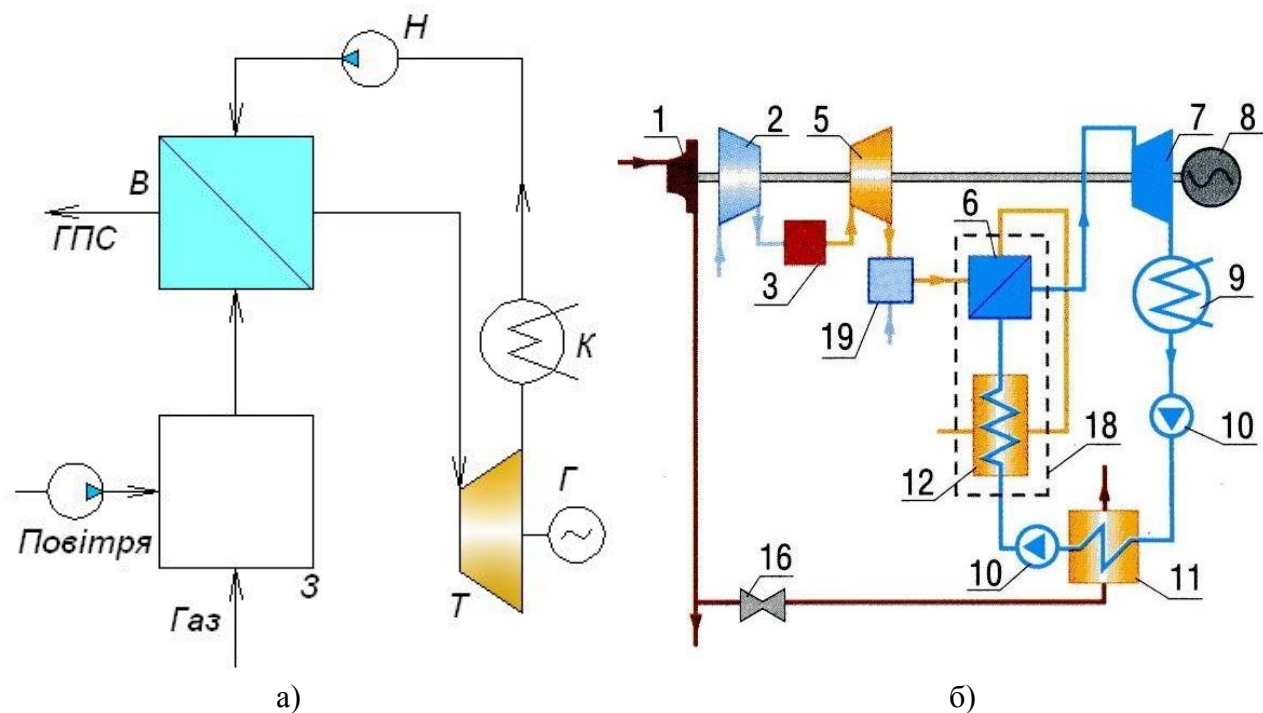


Рисунок 1 – Принципова схема одноконтурної ТУЕУ (а) та її схема в складі комбінованої енергетичної установки на базі ГТУ простого циклу (б): 1 – нагнітач газу; 2 – компресор; 3 – камера згоряння; 5 – турбіна; В, 6 – випарник НРТ; Т, 7 – парова турбіна на НРТ; 8 – електрогенератор; 9 – конденсатор НРТ; 10 – насоси; 11 – підігрівач НРТ компримованим газом; 12 – економайзер; 16 – регулюючий вентиль; 18 – блок теплообмінників ТУЕУ; 19 – змішуючий повітряний охолоджувач відпрацьованих газів; ГПС – газо-повітряна суміш

У виконаних роботах було досліджено варіанти створення ТУЕУ на базі приводних ГТУ. З результатів проведених розрахунків можна зробити висновок, що залежно від виду ГТУ створюється можливість виробляти додаткові 20...30 % механічної чи електричної потужності від базової потужності ГТУ. А вироблену електроенергію використовувати для власних потреб КС (наприклад, для приводу агрегатів повітряного охолодження газу) або електроприводу додаткового нагнітача для перекачування газу.

Оцінка економічної доцільності впровадження таких енергоустановок показує, що їх термін окупності може становити від 4,5 до 6 років залежно від ціни на газ та електроенергію. Таким чином, шляхом створення на компресорних станціях парогазових (в тому числі на НРТ), установок можна підвищити продуктивність перекачування газу і, виробляючи додаткову електроенергію, знизити енерговитрати.

Перелік посилань

1. Динков В.А., Гриценко А.И., Васильев Ю.Н., Мужиливский П.М. Повышение эффективности использования газа на компрессорных станциях. – М.: «Недра», 1981. – 296 с.
2. Билека Б.Д., Сергиенко Р.В. Теплоутилизирующие энергетические и энергоохлаждающие установки для компрессорных станций магистральных газопроводов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 3/2 (45). – С. 32-35.
3. Билека Б.Д., Кабков В.Я., Сергиенко Р.В. Особенности выбора начальных параметров безводного цикла Ренкина для энергетических установок, утилизирующих сбросную теплоту приводных газотурбинных установок компрессорных станций // Вестник двигателестроения. – 2011. – № 2(25) / 2011. – С. 138-141.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРИСАДИБНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

Жарков В.Я., к.т.н., доц.

(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA) [1] світова потужність вітроенергетичної галузі у 2011 році досягла 237016 МВт, після 196630 МВт у 2010 р. і 159050 МВт у 2009 р. Проте у відсотках зростання світової вітроенергетичної потужності склало лише 20,3% – це найнижчий показник за два останні десятиліття. В цілому 96 країн і регіонів в усьому світі використовували енергію вітру для виробництва електроенергії. Лідерами світової вітроенергетики за 2011 р. залишається п'ятірка країн: Китай (62364 МВт), США (46919), Німеччина (29075), Іспанія (21673), Індія (15880).

Всі вітряні турбіни, встановлені до кінця 2011 року в усьому світі, здатні забезпечити 500 ТВт.год. електроенергії на рік, тобто близько 3 % світового споживання електроенергії [1]. Безумовним світовим лідером за питомими показниками (на кВ.км площі, на душу населення, на одинцю ВВП) є Данія, де 21 % споживної електроенергії виробляється за рахунок енергії вітру.

Ринок нових вітрових турбін досяг нового рекорду: 40053 МВт, що були встановлені у 2011 році, на 6 % більше, ніж у 2010 році з 37642 МВт. Ґрунтуючись на поточних темпах зростання, WWEA переглядає свої очікування щодо майбутнього зростання глобального потенціалу вітру: У 2015 році можливий глобальний обсяг в 500000 МВт. До кінця 2020 року можна очікувати 1000000 МВт (рис. 1), встановлених у всьому світі [1].

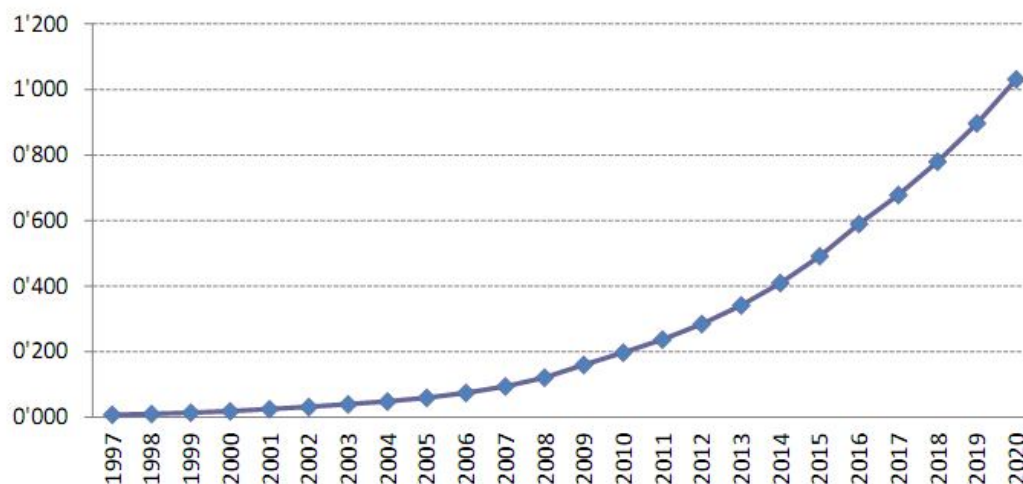


Рисунок 1 – Загальна встановлена потужність 1997-2020 рр, ГВт. Розвиток і прогноз

Наша країна за світовим рейтингом зі своїми 151 МВт знаходиться на 38 місці після Естонії (184 МВт) і Литви (179 МВт).

В Україні приймаються гарні закони щодо розвитку вітроенергетики, але вони не працюють. В країні побудовано 6 крупних вітроелектростанцій, де встановлено декілька сотень в основному вітроустановок USW56/100 потужністю по 100 кВт, виготовлених в Україні за ліцензією США, але ефективність їхньої роботи низька. В Приазов'ї Запорізької обл. розпочато будівництво ВЕС потужністю 500 МВт і загальною вартістю 600 млн. євро.

З 2009 р. в Україні законодавчо встановлено «зелений тариф» на електроенергію, вироблену з використанням альтернативних джерел енергії, у вигляді коефіцієнтів по відношенню до роздрібних цін на електроенергію для виробництва, зокрема для вітроенергетики – коефіцієнти на рівні 1,2...2,1. Але «зелений тариф» не розповсюджується

на фізичних осіб і не стимулює їх до побудови власних ВЕУ.

Якщо держава не може забезпечити розвитку вітроенергетичної галузі, то нехай, принаймні, не заважає розвитку присадибної вітроенергетики. Низькопотенційною тепловою енергією фермери в змозі забезпечити себе самі за рахунок енергії вітру і Сонця. І задача науковців допомогти їм в цьому [2].

Мета статті. Обґрунтувати необхідність впровадження в Україні, поряд з промисловою, вітроенергетики присадибної, і вітротеплових установок (ВТУ) зокрема.

Основні матеріали дослідження. В с. Семенівка Мелітопольського району Запорізької обл. побудована із промислових вузлів запатентована нами присадибна ВЕУ (Рис. 2).



Рисунок 2 – Власна присадибна ВЕУ: діаметр ВК 8 м; кількість лопатей – 3; висота вежі 13 м; потужність $P = 5-7,5$ кВт; частота обертання ВК – $1,2 \text{ с}^{-1}$

Перед власниками невеликих ВЕУ постає проблема: що робити з вітровою електроенергією, коли в ній немає потреби, а вітер дме. Разом з тим, більше 40 % енергії селянинові потрібні у вигляді низькопотенційної теплоти.

В ТДАТУ запатентовано більше десяти установок для безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту на базі індукційного перетворювача (ІПЕВТ), які подібні за конструкцією, проте відрізняються ефективністю [2]. Проте в застосуванні індукційних ВТУ для перетворення енергії вітру в теплоту є дві проблеми: звідки брати струм для живлення індукційних обмоток збудження, і що робити з тепловою енергією в теплу пору року, коли відпадає в ній потреба.

Для вирішення першої проблеми можна використати запатентований в ТДАТУ ІПЕВТ з самозбудженням. Що ж стосується комплексного вирішення цих проблем пропонується перейти до когенераційної технології, а індукційний нагрів замінити тепловим насосом (ТН) із приводом від вітроустановки, який відкачував би тепло із землі. З урахуванням коефіцієнту перетворення ТН загальний коефіцієнт використання енергії вітру можна збільшити з 0,3 до 1, і навіть більше.

Отже, на наш погляд, для присадибної вітроенергетики найбільш прийнятна когенераційна технологія. В холодну пору року когенераційна вітроенергетична установка перетворює енергію вітру безпосередньо в теплоту і частково в електрику, а в теплу пору – паралельно в теплоту і електрику, залежно від потреби в них. В перспективі передбачено отримувати теплову енергію за рахунок вітротеплонасосної технології [3].

Перелік посилань

1. www.wwindea.org_s.pdf. World Wind Energy Report 2011 [Електронний ресурс].
2. Жарков В.Я. Від вітроенергетики комерційної до присадибної / В.Я. Жарков // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2010. – Вип. 102. – С. 48-49.
3. Жарков В.Я. Теплові насоси – шлях до підвищення ефективності вітротеплових установок / В.Я. Жарков // Праці ТДАТУ. – Вип.11. – т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 283-291.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ А. Ф. ЗАСЯДЬКО

Куруч Д.Г., студент; Олейник В.Г. к.т.н., доц.

(ГВУЗ «Донецкий Национальный Технический Университет», г. Донецк, Украина)

Одной из характерных черт отечественной экономики, как известно, является многократно завышенная энергоемкость продукции. В первую очередь это относится к большинству промышленных предприятий, использующих изношенное технологическое оборудование и устаревшие технологии. В условиях значительного дефицита на территории Украины подготовленных к выемке ископаемых энергоресурсов существенным шагом в решении проблемы энергообеспечения предприятий и страны в целом может и должно стать рациональное энергоиспользование, вовлечение в промышленный оборот нетрадиционных, попутных и бросовых энергоресурсов. Применительно к угольной промышленности это, прежде всего, повышение энергоэффективности, создание теплоэнергетических комплексов, утилизация шахтного газа – метана, обеспечение локальной энергобезопасности важнейших объектов отрасли.

В нашей стране есть месторождения бурых углей и торфа, она богата соломой и древесиной. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 г. предусматривает, что с 2005-го по 2030 г. потребление газа уменьшится с 76 млрд. куб. м до 49 млрд. куб. м. Альтернативой могут стать и нетрадиционные виды топлива. По оценкам специалистов, газификация бурого угля, торфа, отходов древесины в состоянии обеспечить не менее 20 млн. т условного топлива в год. И это только одно из перспективных направлений развития альтернативных источников энергии.

По информации Национального агентства Украины по вопросам обеспечения эффективного использования энергоресурсов (НАЭР), установка котлов, вырабатывающих тепловую энергию из биомассы, позволяет заместить природный газ с наименьшими инвестиционными затратами, и окупаются такие проекты в кратчайшие сроки. Котлы мощностью 0,1-5 МВт, в которых сжигаются солома и древесина, могут использоваться в промышленности и фермерских хозяйствах, а деревосжигающие котлы мощностью 1-10 МВт – для отопления непромышленных помещений.

Также НАЭР считает перспективным использование когенерационных технологий (комбинированное производство электрической и тепловой энергии) и производство синтетического газа. Срок окупаемости таких проектов относительно небольшой: внедрение установок по производству синтетического газа – за два-три отопительных сезона, когенерационных установок – за пять лет. Как пример удачного применения такой технологии специалисты приводят когенерационную установку концерна «Стирол».

Украина – обладательница огромных запасов каменного угля: на ее территории он добывается уже три столетия. Но при этом практически не используются возможности по добыче метана угольных месторождений, о которых ученые говорят как минимум 15 лет. Как пример эффективной утилизации метана угольных месторождений обычно называют шахту им. А. Ф. Засядько, на которой работает когенерационная газовая электростанция (КГЭС). По данным НАЭР, в 2006 г. она использовала 24,6 млн. куб. м метана и выработала 94,3 млн. кВт-ч. А в целом по Украине применение современных технологий добычи и утилизации шахтного метана позволило бы получить 5 млн. т условного топлива в год. Если, конечно, этим кто-то займется.

Исходя из актуальности и эффективности работ по когенерации, с учетом технических параметров газопоршневых когенерационных установок Energy Jenbacher Division (GE JED), являющейся подразделением австрийской компании General Electric (GE), были начаты

соответствующие предпроектные проработки по использованию таких установок. С 2004 г начаты работы по проектированию наиболее мощной в мире когенерационной установки с использованием шахтного метана в качестве топлива на акционерном предприятии «Шахта им. А.Ф.Засядько», г.Донецк. Первая очередь этого проекта успешно реализована в начале 2006 г. В соответствии с проектом когенерационная газовая электростанция на Восточной промышленной площадке шахты им. А. Ф. Засядько использует в качестве топлива шахтный газ. Ее проектная мощность 36,4 МВт электрической и 35 МВт тепловой энергии. В качестве энергогенерирующего оборудования на первом этапе использованы двенадцать газопоршневых когенерационных модуля типа JMS 620 производства фирмы GE JED. Использованные агрегаты выгодно отличаются от своих аналогов более продолжительным сроком службы и возможностью стабильной работы при использовании в качестве топлива шахтного метана с большой амплитудой изменения метана в топливной смеси.

Рабочие цилиндры газопоршневого двигателя снабжены форкамерой, наличие которой позволяет агрегату работать на относительно бедных топливных смесях. Основные характеристики установки приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные технические параметры модуля JMS 620 и когенерационной установки в целом

Наименование параметра	Единица измерения	Единичный показатель для JMS 620	Суммарно по станции
1. Минимально допустимая концентрация метана в шахтном газе	%	25	25
2. Расход шахтного газа	Нм ³ /ч	2830	33960
3. Расход форкамерного газа	Нм ³ /ч	25	300
4. Электрическая выходная мощность	кВт.э.	3035	36420
5. Тепловая выходная мощность	КВт.т	2920	35040
6. Общая (суммарная) генерируемая выходная мощность	кВт.с	5955	71460
7. Электрический КПД	%	42,9	42,9
8. Тепловой КПД	%	41,3	41,3
9. Общий КПД	%	84,2	84,2
10. Расход теплоносителя	м ³ /ч	62,8	753,6

Перелік посилань

1. Сайт «РЗА: Все о релейной защите»: <http://www.rza.org.ua>., режим доступа к ссылке: <http://www.rza.org.ua/arhiv/a-114.html>.

2. Официальный сайт ЧНПП «СИНАПС»: <http://www.cogeneration.com.ua>., режим доступа к ссылке: http://www.cogeneration.com.ua/ru/about/press-centre/refer/zasyadko_art.

УДК 621.314.21-213.34

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СУХИХ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ РУДНИЧНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Сорока Е.А., старший научный сотрудник

(Украинский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт взрывозащищенного и рудничного электрооборудования с опытно-экспериментальным производством, г. Донецк, Украина)

Главным элементом системы электроснабжения добычных участков угольных шахт являются взрывозащищенные рудничные передвижные трансформаторы и комплектные трансформаторные подстанции (КТП), первое поколение которых (с обеспечением

взрывозащиты при помощи твердого заполнителя оболочки трансформатора – кварцевого песка) было разработано и внедрено в эксплуатацию в шестидесятых годах прошлого столетия.

Следующим этапом в развитии рудничного трансформаторостроения было разработка и внедрение нового поколения взрывозащищенных трансформаторов (как отдельного изделия, так и сборочной единицы в составе КТП) естественного воздушного охлаждения мощностью 100, 160, 250, 400 и 630 кВ·А, где теплопередача от активной части на оболочку осуществляется посредством конвективного теплообмена (рис. 1).

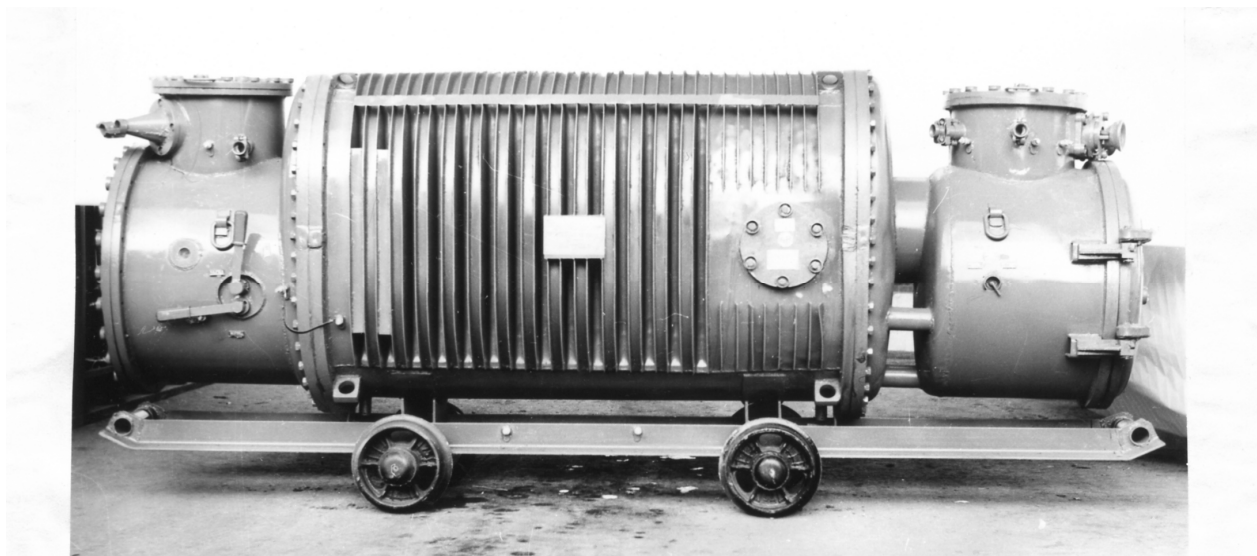


Рисунок 1 – Взрывозащищенная сухая трансформаторная подстанция типа ТСШВП-400/6

Система охлаждения сухого взрывозащищенного трансформатора (ТСВ) определяет тяжелый тепловой режим его активной части, что приводит к повышению рабочей температуры обмоток и магнитопровода и к необходимости применять дорогостоящую кремнийорганическую изоляцию классов нагревостойкости Н и 200 по ГОСТ 8865-93.

Важнейшим элементом системы охлаждения ТСВ является оребренно-гофрированная взрывонепроницаемая оболочка (рис. 1), температура которой является функцией потерь, выделяемых элементами активной части, а также интенсивности конвективного теплообмена внутри нее и внешней теплоотдачи посредством конвекции и излучения. Особенность нагревания ТСВ в том, что его оболочка служит своеобразным теплообменником, воспринимающим тепловые потоки от обмоток и магнитопровода за счет естественной конвекции внутреннего воздуха и передающим тепло внешней среде. Вследствие этого оболочка нагревается до определенного превышения ее температуры над температурой окружающей среды $\Theta_{об}$, значение которого может существенно изменяться вдоль одной или двух координат (одно- и двумерное температурное поле), что в значительной степени определяется ее конструкцией.

По результатам экспериментально-теоретических исследований системы охлаждения [1] была проведена модернизация оребренно-гофрированной оболочки ТСВ мощностью 400 и 630 кВ·А с улучшением массогабаритных характеристик и увеличенным коэффициентом теплоотдачи (КТО), имеющим первостепенное значение в повышении интенсивности охлаждения трансформаторов. Для оболочки ТСВ-630/6 было достигнуто значение КТО внешней поверхности $\alpha = 28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, что больше КТО оболочки овального профиля в 2,84 раза. Образец ТСВ усовершенствованной конструкции (оболочка с наклонными гофрами), являющегося основной сборочной единицей КТПВ-630/6, показан на рис. 2.

Для интенсификации охлаждения ТСВ мощностью 1000 и 1250 кВ·А применена система охлаждения с трубами, вертикально установленными с боковых сторон оболочки в плоскостях, параллельных ее продольной оси. Анализ показал, что средние превышения температуры обмоток ВН и НН достигли предельного значения 150°C , а $\Theta_{НН\max}$

превышает нормируемую по ГОСТ 8865-93 [2], что указывает на необходимость совершенствования системы охлаждения с трубами. Заметим, что в повторно-кратковременном режиме работы при продолжительности включения ПВ = 60 % перегревы для КТПВ-1000/6 составляют – $\Theta_{ВНср} = 112,6^{\circ}\text{C}$; $\Theta_{ННmax} = 154^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 2 – Общий вид взрывозащищенного трансформатора типа 2ТСВ-630/6

Ко второму направлению в развитии рудничного трансформаторостроения можно отнести работы по созданию ТСВ с принудительным охлаждением, обеспечивающим повышение их номинальной мощности до 1600 кВ·А и выше [2].

К третьему направлению в совершенствовании систем охлаждения трансформаторов типа ТСВ можно отнести работы с применением испарительно-конденсационных устройств – тепловых труб, которые позволяют решить проблему эффективности охлаждения и надежного обеспечения требуемых температурных режимов. Разработанная в УкрНИИВЭ высокоэффективная испарительно-конденсационная система охлаждения позволяет повысить эффективность охлаждения сухих трансформаторов, в результате чего [3]:

- снижается максимальная температура элементов активной части;
- уменьшаются температурные перепады $\Delta\Theta_{обм}$;
- снижается как среднее превышение температуры обмоток, так и разность между $\Theta_{ННmax}$ и $\Theta_{ННср}$.

При решении вопроса о выборе системы охлаждения необходимо учитывать не только ее эффективность, но и возможность ее реализации в конструкции ТСВ, а также параметры надежности.

Перечень ссылок

1. Сорока Е.А. Совершенствование оболочки рудничных взрывозащищенных трансформаторов и трансформаторных подстанций мощностью 400 и 630 кВ·А // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк, 1999. – С. 147-160.
2. Сорока Е.А., Чернов И.Я., Грушко В.М., Доронкин В.В., Руденко Т.В. Анализ и аспекты совершенствования систем охлаждения взрывозащищенных трансформаторов и подстанций // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк, 2007. – С. 49-70.
3. Сухой трансформатор; А.с. 760207 (СССР), МКИ Н 01F 27/18/ А.А.Гусев, А.И. Кубрак, Э.П. Михайленко, А.И. Плетнев, Е.В. Стельмах, Е.А. Сорока (СССР). – № 2611231/2407; Заявл. 03.05.81; Оpubл. 30.08.82, Бюл. № 32.

ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ УЗЛОВ НАГРУЗКИ

Храмогина В.В., студент; Ковалев А.П., д.т.н., проф.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Импульсом к развитию методов оценки надежности структурно-сложных схем, прогнозированию цепочечных аварий и живучести энергосистем (ЭС) послужила авария, которая случилась 9 ноября 1965 года в США. Эта авария привела к тому, что на территории с населением 30 млн. человек более чем на 10 часов была прекращена жизнедеятельность. Ущерб от аварии составил более 100 млн. долларов [1].

Более 65 % крупных аварий можно отнести к цепочечным, которые происходят в динамическом режиме при коротком замыкании (КЗ) в элементе сети и отказе в срабатывании ряда защитных коммутационных аппаратах, через которые прошел сквозной ток КЗ и привел в действие их релейные защиты [2].

Под узлом нагрузки будем понимать: подстанцию, шину подстанции, от которой получают электроэнергию потребители.

В энергетике под живучестью объекта понимается свойство противостоять возмущениям, не допуская их каскадного развития с массовым нарушением питания потребителей [3].

Под живучестью узла нагрузки будем понимать способность потребителей и их автоматических средств защиты противостоять возмущениям, которые приводят его к аварийному отключению [4].

В работе [5] предложена общая формула, с помощью которой возможно оценить живучесть конкретного узла нагрузки:

$$H_r = \frac{1}{2^m} \cdot \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot \prod_{i=1}^m \theta_i^2 \cdot \omega_i^2, \quad (1)$$

где H_r – частота появления аварий, которая характеризует живучесть ЭС (либо отдельных ее частей); λ_j – параметр потока КЗ в j-том элементе сети; ω_i – параметр потока отказов в срабатывании защитного коммутационного аппарата (ЗКА), через который прошел сквозной аварийный ток при КЗ в j-том элементе сети и привел в действие его токовую защиту; θ_i – интервал времени между диагностикой системы отключения ЗКА, в том числе и токовую защиту; m – число ЗКА, через которые прошел сквозной аварийный ток и привел в действия их токовые защиты; r – номер узла нагрузки; n – число j-тых элементов КЗ, в которых приводит в действие i-тые ЗКА, через которые прошел сквозной аварийный ток и привел в действие их токовые защиты.

Чем меньше H_r , тем живучесть ЭС выше.

В том случае, если $\theta_i = \theta, i = \overline{1, m}$ формула (1) примет вид:

$$H_r = \frac{1}{2^m} \cdot \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot \theta^{2m} \cdot \prod_{i=1}^m \omega_i^2. \quad (2)$$

Под отказом в срабатывании защитного коммутационного аппарата (ЗКА) будем понимать такой, который приводит к отказу в отключении поврежденного элемента сети при КЗ в зоне действия его релейной защиты [6].

Формулы (1) и (2) справедливы при выполнении следующих условий:

$$\theta \cdot \omega < 0,1, \quad (3)$$

- интервалы времени между КЗ и интервалы времени между выявленными отказами в системе отключения ЗКА не противоречат экспоненциальным функциям распределения вероятностей с параметрами λ_j и ω_i соответственно;

- длительность нахождения ЗКА в необнаруженном отказавшем состоянии не противоречит экспоненциальной функции распределения вероятностей;

При выводе формул (1) и (2) были приняты следующие допущения:

- устройства релейной защиты (РЗ) могут выходить из строя только тогда, когда они находятся в режиме ожидания;

- если к моменту возникновения КЗ в сети, на которое должна реагировать РЗ, она находилась в работоспособном состоянии, то маловероятен ее выход из строя в режиме тревоги [7];

- отказы в схеме РЗ или приводе системы отключения ЗКА выявляются и устраняются только в результате абсолютно надежных диагностических проверок, которые происходят с интервалом времени θ_i .

Вероятность потери живучести узла нагрузки в течение времени t можно определить следующим образом:

$$F(t) = 1 - e^{-H_r \cdot t}, \quad (4)$$

В том случае, если условие (3) не соблюдается, тогда можно воспользоваться, созданными на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» Донецкого национального технического университета, математическими моделями в виде систем линейных дифференциальных уравнений, которые позволяют прогнозировать появления цепочечных (каскадных) аварий практически любой «глубины» в энергосистемах и системах электроснабжения промышленных предприятий.

Там же разработаны принципы построения схем замещения для оценки сложных аварийных ситуаций и предложена методика сбора и обработки необходимой для расчетов статистической информации.

Перечень ссылок

1. Prevention of power failures Vol. 3. Studies of the task groups on the northeast power interruption. A report to the federal power commission. June, 1967, 142 p.
2. Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние, 1990. – 208 с.
3. Надежность систем энергетики. Терминология. – М.: Наука, 1980, вып. 95. – 42 с.
4. Ковалев А.П., Якимишина В.В. О живучести объектов энергетики // Промышленная энергетика, № 1, 2006. – с. 20-26.
5. Ковалев А.П., Якимишина В.В., Нагорный М.А. Оценка надежности узлов нагрузки подстанции 110/10 кВ // Промышленная энергетика, № 11, 2010. – С. 24-28.
6. Эндрени Дж. Моделирование при расчётах надёжности в электроэнергетических системах. Пер. с англ. / Под ред. Ю.И. Руденко. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
7. Фабрикант В.П. О применении теории надежности к оценке устройств релейной защиты // Электричество, № 9, 1965. – с. 6-9.

ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИИ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ С ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Ивакина Е.Я., аспирант

(Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков, Украина)

Включение в состав выпрямительной установки тяговой подстанции постоянного тока управляемого вольтодобавочного преобразователя позволяет улучшить ее электромагнитную совместимость с питающей и контактной сетями. Величина выходного напряжения вольтодобавочного преобразователя обычно не превышает 20% от среднего значения выходного напряжения основного неуправляемого выпрямителя. Пульсности и виды соединений обмоток трансформаторов основного выпрямителя и вольтодобавочного преобразователя могут быть одинаковыми или различаться.

Результаты исследований воздействия несимметрии питающих напряжений на 3-х фазную мостовую схему тиристорного выпрямителя достаточно полно изложены в [1]. Введение в состав выпрямительной установки тяговой подстанции вольтодобавочного преобразователя усложняет протекание электромагнитных процессов, что сказывается на процессе генерации гармоник в его выходную цепь. Данное обстоятельство требует дополнительных исследований, что и является предметом данной работы.

При анализе влияния несимметрий питающих напряжений на гармонический состав выходного напряжения выпрямительной установки примем следующие допущения: пульсности m и схемы соединений обмоток трансформаторов обоих преобразователей одинаковы; оба преобразователя питаются от одной системы напряжений.

Степень несимметрии трехфазной системы э.д.с. определяется коэффициентом несимметрии ε [2]. Несимметрия питающей сети, воздействуя на силовые части обеих преобразователей и систему импульсно-фазового управления, вызывает генерацию в выпрямленное напряжение неканонические гармоники. Результирующее значение неканонической гармоники определяется двумя составляющими

$$U_{vc} = U_{vVD} + U_{vVS}, \quad (1)$$

где: U_{vVD} – составляющая v -й неканонической гармоники, формируемая неуправляемым выпрямителем; U_{vVS} – составляющая v -й неканонической гармоники, формируемая вольтодобавочным преобразователем.

Разложив информационную составляющую о несимметрии в ряд Фурье с учетом (1), получим

$$\dot{U}_{vc} = \begin{cases} -\frac{\varepsilon}{v-1} e^{j\psi_2} \left[1 + K_o e^{-j(v-1)\alpha_o} \right] & \text{для } v = 2(1+3k), \\ \frac{\varepsilon}{v+1} e^{-j\psi_2} \left[1 + K_o e^{-j(v+1)\alpha_o} \right] & \text{для } v = 2(2+3k), \end{cases} \quad (2)$$

где: $k = 0, 1, 2, 3, \dots$; $K_o = \frac{U_{d\alpha}}{U_{do}}$; α_o – угол управления вольтодобавочным преобразователем.

Из приведенных аналитических зависимостей следует, что при несимметрии питающих напряжений, в случае отсутствия несимметрии управления вольтодобавочным преобразователем, источником неканонических гармоник является составляющая обратной последовательности. При этом наибольшего значения, равному коэффициенту несимметрии ε , достигает гармоника с порядковым номером $v=2$. Характерной особенностью является

независимость амплитуд гармоник от угла управления α_o , фазы обратной последовательности ψ_2 и пульсности выпрямительной установки.

Несимметрия питающих напряжений, действуя через цепи синхронизации системы импульсно-фазового управления, вызывает отклонения моментов включения тиристорных вольтодобавочных преобразователей от установленного значения α_o . Вызывается это сдвигом моментов начала формирования опорных напряжений системы управления.

Информацию о неканонических гармониках содержит последовательность импульсов с амплитудами равными скачкам выходного напряжения вольтодобавочного преобразователя в n -тые моменты включения тиристорных. Длительность $\Delta\alpha_n$ импульсов определяется отклонениями моментов начала формирования опорных сигналов. Период повторения импульсной последовательности равен π . Равенство периодов повторения информационных составляющих при воздействии несимметрии питающих напряжений на силовые части преобразователей и систему управления свидетельствует об одинаковых спектрах неканонических гармоник. В результате применения к импульсной составляющей преобразование Фурье и принятие допущения о малости $\Delta\alpha_n$, получим

$$\dot{U}_{vy} = \frac{2}{m} K_o e^{-j\nu(\alpha_o - \varphi_o)} m \sum_{n=1}^{\frac{m}{2}} \Delta\alpha_n \sin(\alpha_o + \Delta\alpha_n) e^{-j\nu \frac{2\pi}{m}(n-1)}, \quad (3)$$

где φ_o – угол, учитывающий сдвиг импульсной последовательности в зависимости от способа синхронизации системы импульсно-фазового управления.

Анализ выражения (2) и (3), показывает, что несимметрия питающей сети, действуя на выпрямительную установку тяговой подстанции с вольтодобавочным преобразователем, вызывает генерацию в выходное напряжение неканонических гармоник определяемых двумя составляющими

$$\dot{U}_{vp} = \dot{U}_{vc} + \dot{U}_{vy}. \quad (4)$$

Первая составляющая представляет собой вектор неканонической гармоники, определяемой (2). Модуль вектора $\dot{U}_{vc}$ определяется коэффициентом несимметрии и номером гармоники. Пространственная ориентация определяется углом управления α_o и фазовым сдвигом ψ_2 обратной последовательности. Составляющая $\dot{U}_{vy}$ является вектором неканонической гармоники, определяемая в выражении (3). Величина и фаза $\dot{U}_{vy}$ зависит от импульсной составляющей, на которую наряду с несимметрией оказывает порядок распределения импульсной последовательности $\Delta\alpha_n$. Порядок распределения $\Delta\alpha_n$ зависит от способа синхронизации системы импульсно – фазового управления. Это учитывается в выражении (3) углом φ_o . Длительность $\Delta\alpha_n$ определяется коэффициентом несимметрии ε . Изменение порядка распределения импульсной последовательности, наряду с изменениями угла управления α_o , вызывает изменения фазы вектора $\dot{U}_{vy}$ по отношению к вектору $\dot{U}_{vc}$. Из этого вытекает то, что в зависимости от способа синхронизации системы импульсно – фазового управления вольтодобавочного преобразователя следует ожидать различных значений вектора $\dot{U}_{vp}$.

Перечень ссылок

1. Щербак Я.В. Замкнутые системы компенсации неканонических гармоник полупроводниковых преобразователей. – Харьков: Харьковский филиал издательства «Транспорт Украины». – 1999. – 255 с.
2. Л.Р. Нейман, К.С. Демирчян Теоретические основы электротехники. ч. 1 – Л.: Энергоиздат. – 1981. – 533 с.

РЕЖИМ ФОРСУВАННЯ ТИРИСТОРНО-РЕГУЛЬОВАНОЇ КОНДЕНСАТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Федів Є.І., к.т.н., доц.; Сівакова О.М., к.т.н., доц.

(Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)

Режим форсування джерел реактивної потужності необхідний для покриття дефіциту реактивної потужності в перехідних режимах електромереж. Особливо актуальною є дана проблема для електричних мереж з малими потужностями коротких замикань. Широко розповсюджені в розподільних електромережах шунтові конденсаторні батареї не надають можливості плавного швидкодіяного форсування їх потужності для підтримки стійкої роботи електродвигунів в режимах із заниженим рівнем напруги живлення. Авторами запропоновано спосіб прямого тиристорного регулювання конденсаторної батареї (ТРКБ) фазовим регулюванням кутів закривання зустрічно-паралельно увімкнених закриваючих силових тиристорів VS (рис. 1). Вступають в роботу тиристори в даному випадку за природних моментів часу [1, 2].

Використовуючи повністю керовані тиристори, для форсування батареї пропонується перевести роботу вентилів ТРКБ у режим, характерний для звичайних одноопераційних тиристорів: вступ у роботу за керуючим імпульсом із запізненням відносно природного моменту часу, а закривання – під час проходження струму через нульове значення. Штучно затримуючи появу струму в ємнісному колі, зменшують еквівалентний реактанс фази ТРКБ і добиваються збільшення основної гармоніки струму за даного рівня напруги живлення.

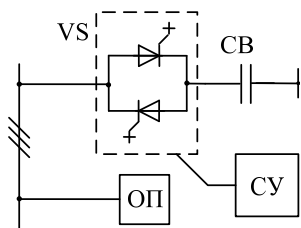


Рисунок 1 – Принципова схема ТРКБ:

ОП – обмежувач перенапруг;

СУ – система управління

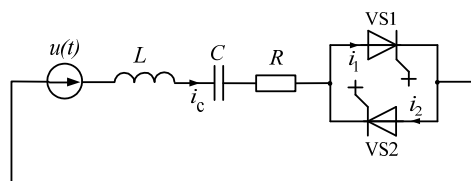


Рисунок 2 – Заступна схема фази ТРКБ

Електромагнітний стан ТРКБ на проміжку часу провідності ідеального тиристора, відповідно до заступної схеми рис. 2, описується рівнянням

$$LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + RC \frac{du_c}{dt} + u_c = u(t), \quad (1)$$

де $u(t) = U_m \sin(\omega t)$ – напруга джерела живлення; u_c – напруга на конденсаторі; L – індуктивність джерела живлення; R – резистанс фази ТРКБ.

Відомо, що характер перехідних процесів в RLC-колі залежить від співвідношення між коефіцієнтом загасання та резонансною частотою контура. Для реальних розподільних електромереж практично завжди буде виконуватись співвідношення $a = R/2L < \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, а значить, вільний процес буде мати коливальний характер. Загальний розв'язок рівняння (1) має вигляд

$$u_c(t) = U_{mn} \sin(\omega t + \varphi - \pi/2) + A e^{-at} \sin(bt + \psi),$$

а вираз для струму за умови нехтування складовою, де множником є коефіцієнт $a = R/2L$:

$$i_c(t) = C \frac{du_c}{dt} = C \omega U_{mn} \cos(\omega t + \varphi - \pi/2) + A b e^{-at} \cos(bt + \psi), \quad (2)$$

де $U_{\text{мп}} = U_m / \left[\omega C \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} \right]$; $\varphi = \arctg[(\omega L - 1/\omega C)/R]$; $a = -R/2L$;
 $b = \sqrt{a^2 - \omega_0^2}$; A, ψ – сталі інтегрування.

Сталі інтегрування визначаємо з початкових умов (рис. 3):

$$\begin{cases} u_c(\alpha_{03}) = -u_c(\alpha_B), \\ \left(\frac{du_c}{dt} \right)_{t=\alpha_{03}} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

де α_B – кут відкриття вентилів; α_{03} – природний кут закриття вентилів.

До системи рівнянь (3) слід додати рівняння для визначення кута α_{03} :

$$i_c(\alpha_{03}) = C \left(\frac{du_c}{dt} \right)_{t=\alpha_{03}} = 0. \quad (4)$$

Розв'язавши систему трансцендентних рівнянь (3)-(4), можемо отримати будь-які енергетичні характеристики ТРКБ.

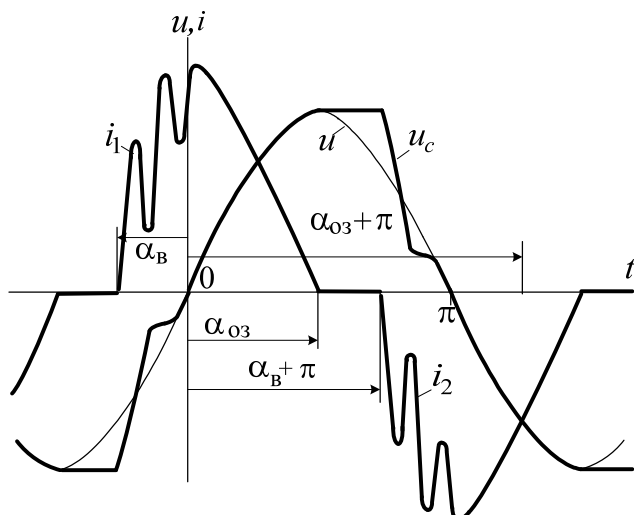


Рисунок 3 – Часові діаграми струмів та напруг в режимі форсування ТРКБ

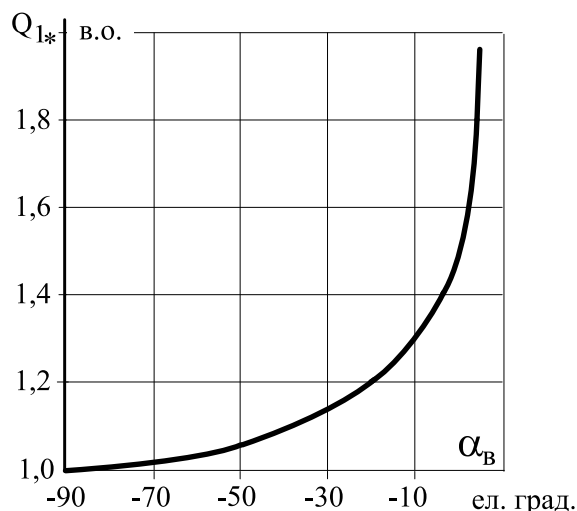


Рисунок 4 – Залежність реактивної потужності від кута відкриття вентилів

На рис. 4 наведено результати розрахунку регульовальної характеристики ТРКБ в режимі форсування реактивної потужності для вузла навантаження з ШКБ 400 квар, що живиться від трансформатора 1000 кВА. З цієї метою виділено першу гармоніку з розкладу рівняння (2) в ряд Фур'є. За базову прийнята реактивна потужність ТРКБ в режимі повної провідності вентилів ($\alpha_B = -\pi/2$, $\alpha_{03} = \pi/2$).

Таким чином, на час провалів напруги живлення чи під час післяаварійних електромеханічних перехідних процесів в розподільній електромережі конденсаторну батарею можна автоматично перевести в режим форсування реактивної потужності засобами фазового управління режимами провідності повністю керованих тиристорів.

Перелік посилань

1. Сівакова О.М., Федів Є.І. Спосіб прямого тиристорного регулювання шунтової конденсаторної батареї // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – № 671. – С. 87-91.
2. Сівакова О.М., Федів Є.І. Особливості фазового тиристорного регулювання статичних джерел реактивної потужності / Технічні вісті. – 2010, – № 1(31), 2(32). – С. 48-50.

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Овчаров В.В., д.т.н., проф.; Катюха І.А., аспірант

(Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна)

Постановка проблеми. Прогнозування втрат електричної енергії в електромережах є одним з важливіших завдань в роботі підприємств-постачальників електричної енергії. Це необхідно як для вирішення внутрішніх завдань техніко-економічного регулювання роботи мереж, так і для представлення звітної інформації керівним організаціям. У теперішній час вимоги до якості розрахунку та прогнозування втрат електроенергії постійно зростають – це обумовлюється переходом на ринкову систему відносин в електроенергетиці.

Аналіз останніх досліджень. В останні часи для вирішення задач електропостачання з використанням штучних нейронних мереж займались С.В. Попов, Ю.Б. Заїграєва, Г.К. Вороновський, О.О. Мірошнік та інші, що свідчить про те, що інтерес до штучних нейронних мереж незвичайно високий, та обумовлює постійну розробку програмних продуктів, які дозволяють створювати та досліджувати штучні нейронні мережі для різного роду практичних завдань.

Формулювання мети статті. Метою роботи є аналіз існуючих програмних засобів для вирішення задач прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах 10/0,4 кВ.

Основна частина. Найбільш складним є прогнозування втрат потужності та енергії в мережах 10/0,4 кВ. З одного боку це пов'язано з великою довжиною і розгалуженістю схем мережі, з іншого – з нерівномірністю навантаження фаз в мережах 0,4 кВ.

Розрахунок втрат електричної енергії в мережах 10/0,4 кВ нормативними методами використовує значну кількість припущень, що веде до зростання похибки та спотворення очікуваних результатів прогнозу. Розрахунок втрат потужності інтелектуальними методами, як приклад штучними нейронними мережами, потребує потужної апаратної частини та складної бази для програмної реалізації. В статті зроблений аналіз існуючих програмних засобів реалізації штучних нейронних мереж для прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах.

Штучні нейронні мережі є видом математичних моделей, які будуються по принципу організації та функціонування їх біологічних аналогів – мереж нервових клітин (нейронів) головного мозку. Побудова їх ґрунтується на тому, що нейрони можна змодельовати достатньо простими автоматами, а вся складність мозку, гнучкість його функціонування та інші важливі якості визначаються зв'язками між нейронами.

Існуючі в даний момент програмні засоби дозволяють створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, проводити розрахунки, прогнози та дослідження, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів.

Так універсальна система NeuroSolutions призначена для моделювання широкого кола штучних нейронних мереж. Голова перевага даного нейропакета у його гнучкості. Крім традиційно використовуваних парадигм, в систему входить потужний редактор візуального проектування нейронної мережі, яка дозволяє створювати практично будь-які власні нейронні структури, алгоритми та критерії.

Нейропакет має також достатньо потужні засоби для організації навчальних вибірок, вбудовані конвертери спрощують спільну роботу програми з іншими продуктами [1].

Прикладна програма MATLAB уявляє собою настільну лабораторію для математичних розрахунків, проектування електричних схем та моделювання складних систем [2]. Вона має вбудовану мову для програмування і досить багатий інструментарій для штучних нейронних мереж, який включає в себе створення, навчання, тренування, графічний та командний інтерфейс для побудови архітектури мереж. Графічний інтерфейс дозволяє користувачеві обирати структури нейромереж з широкого переліку і представляє безліч алгоритмів навчання для кожного типу.

Перевага пакету MATLAB у тому, що при його використанні користувач не обмежений моделями нейронних мереж та їх параметрами жорстко закладеними в нейросимуляторі, але має можливість самостійно сконструювати таку мережу, яка буде оптимальною для вирішення поставленого завдання. Для роботи з нейронними мережами в пакеті MATLAB необхідно знати як саме середовище, так і значну кількість функцій вбудованого пакету Neural Network Toolbox [2].

Прикладна програма STATISTICA – потужне забезпечення для аналізу даних та пошуку статичних залежностей [2]. В цій програмі робота з штучними нейронними мережами представлена в модулі STATISTICA Neural Networks, яка складається з набору нейромережових методів аналізу даних. Програма має виключно прості та доступні аналітичні засоби. Так, наприклад, не маючий аналогів автоматичний конструктор мережі – Automatic Network Designer може зйти оптимальну архітектуру для мережі [4].

Нейропакет BrainMaker є достатньо простим програмним засобом при моделюванні багатoshарових нейронних мереж, які навчаються за допомогою алгоритму зворотного поширення похибки. Основною перевагою цього пакету можна вважати велику кількість параметрів настройки алгоритму навчання нейронних мереж, в тому числі можливість навчання з обмеженням на вагові коефіцієнти. Програма BrainMaker призначена для вирішення завдань, для яких поки що не знайдені формальні методи та алгоритми, вхідні дані неповні, зашумлені та суперечливі. До таких завдань відносять саме прогнозування втрат електричної енергії в сільських мережах, особливо у вихідні та святкові дні.

Пакет Neuro Office призначений для проектування інтелектуальних програмних модулів, побудований на основі нейронних мереж з ядерною організацією [5]. Результатом проектування є навчена нейронна мережа з програмним інтерфейсом, що відповідає моделям багатокomпонентних об'єктів (COM-технологія), і дозволяє легко вбудовувати інтелектуальний модуль в будь яку програму пакету Microsoft Office, а також в будь який проект користувача. Це спростить користування та налаштування систем у віддалених підстанціях без обслуговуючого персоналу, а також здешевить втрати на розробку нового програмного продукту.

Пакет Neuro Office містить в собі три взаємодоповнюючі компоненти. Neuro View – засіб для візуального проектування структурних моделей та топології штучних нейронних мереж. Neuro Emulator – засіб для навчання та перевірки адекватності нейронних модулів до набору реальних даних. ActiveX – компонент, призначений для вбудови в програмні проекти та офісні прикладні програми.

Neuro Office дозволяє природнім шляхом зв'язати інструментальний рівень проектування з прикладним рівнем користувача. COM-інтерфейс дозволяє вбудовувати у прикладні програми довільну кількість нейронних модулів. В результаті нейронна мережа може бути реалізована як ансамбль пов'язаних нейронних модулів подібно структурам людського мозку. Всі компоненти пакету підтримують механізм віртуальної пам'яті, що дозволяє довести загальну кількість синоптичних ваг до 250 мільйонів [6].

Висновки. Програмні засоби дозволять створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, виконувати розрахунки, прогнозувати та досліджувати, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів. На основі всебічного дослідження та аналізу існуючих програмних продуктів для моделювання штучних нейронних мереж, виявлення їх переваг та недоліків, дуже складно визначити найкращу. До вибору програмного продукту з метою дослідження втрат електричної енергії в сільських розподільчих мережах треба підходити з точки зору необхідної точності очікуваних результатів.

Перелік посилань

1. Воротницкий В.Э. Методы оценки потерь мощности и электроэнергии по их обобщенным параметрам в распределительных сетях 6-10 кВ / В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина // Вестник ВНИИЭ. М., 2000. – С 115-122.
2. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С.Медведев, В.Г.Потемкин // М: Диалог-МИФИ 2002 – 496 с.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks / Пер. с англ. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 654 с.
4. Заиграева Ю. Б. Нейросетевые модели оценки и планирования потерь электроэнергии в электроэнергетических системах: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.14.02 / Заиграева Юлия Борисовна; [Место защиты: Новосиб. гос. техн. ун-т]. – Новосибирск, 2008.
5. Srinivasan D. Demand Forecasting using fuzzy Neural Computation with special Emphasis on Weekend and Public Holiday Forecasting / D. Srinivasan and oth. // IEEE Transactions on Power Systems, 1995. v.10, № 4. – P. 1102-1113
6. Железко Ю.С. Расчет нормативных характеристик технических потерь электроэнергии / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко // Электрические станции, 2002. № 2. – С. 45-52.

РОЗРАХУНОК ВТРАТИ НАПРУГИ ТА ПІКОВИХ СТРУМІВ В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ ГРУПИ МАШИН КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Удовіченко К.А., студент; Єгорова І.В., студент; Погрібняк Н.М., к.т.н., доц.
(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Більш ніж 40 % з'єднань у промисловості виконується методом контактного зварювання. Однією з основних умов вибору елементів схеми живлення машин контактної зварки є забезпечення необхідного рівня напруги на їх виводах, та як це впливає на якість зварювання. Цей вибір ускладнюється тим, що машини контактної зварки (МКЗ) досить потужні і працюють з малим коефіцієнтом ввімкнення. В разі одночасного включення, вони створюють значні пікові навантаження і відхилення напруги.

Розрахунок пікових струмів та втрат напруги у мережі живлення машин контактної зварки, за діючими Керівними вказівками дає найбільш точні результати розрахунку коли у якості вхідних даних використовують технологічні графіки навантаження МКЗ. У разі відсутності цих даних розрахунок навантажень виконується за допомогою середньостатистичних коефіцієнтів завантаження і ввімкнення, що визначені в результаті дослідження зварювального устаткування більшості виробництв автомобілебудування.

Цей метод має похибку розрахунку, тому що для визначення максимальних розрахункових значень пікових струмів і втрати напруги необхідно знати їх функції розподілу, які неможливо отримати через великий обсяг обчислень. Тому при визначенні максимальних розрахункових значень пікових струмів і втрати напруги прийняття статистичного коефіцієнта за кривою, наведеною у діючих Керівних вказівках, не є обґрунтованим. Значення статистичного коефіцієнта для розрахунку пікового струму і втрати напруги у діючих Керівних вказівках рекомендується приймати по єдиній кривій, однак функції розподілу пікових струмів і втрат напруги для однієї групи МКЗ можуть відрізнятися, оскільки на величину втрати напруги, на відміну від пікового струму, впливають ще й відстані від джерела живлення до місць підключення МКЗ. Отже, застосування єдиної кривої для визначення статистичного коефіцієнта є сумнівним. Також, втрати лінійних напруг, створювані двофазними МКЗ, визначається із застосуванням усереднених коефіцієнтів, через що правильний результат для двофазних машин може бути отриманий тільки при великій їх кількості і рівномірному розподілі між фазами та за відстанню від джерела живлення.

Погрішність методики, яка застосовується в попередніх Керівних вказівках пов'язана із застосуванням двоступеневих впорядкованих діаграм пікових струмів і втрат напруги замість їх фактичних функцій розподілу, що призводить до похибки і створює певний запас при виборі живильної мережі і, як наслідок, збільшує капітальні витрати на неї. Крім того, в ній, при визначенні втрат напруги, створюваних двофазними машинами, використовується такий самий підхід, як і в діючих Керівних вказівках.

В кваліфікаційній роботі магістра Воротнікова С.О. [1] для розрахунку пікових струмів та втрат напруги в мережі живлення МКЗ був запропонований метод Граничних функцій розподілу (ГФР). Згідно з ним для зменшення кількості ступенів функції розподілу всі машини розподіляються на 7 груп в залежності від кількості фаз і того, до яких фазам підключена машина. При розрахунку функції розподілу розглядаються всі можливі комбінації включення різної кількості машин з груп (це значно зменшує обсяг обчислень у порівнянні з розрахунком функцій розподілу шляхом перебору усіх можливих варіантів одночасного ввімкнення зварювальних машин). Максимальні функції розподілу отримуємо, вибираючи кожного разу з кожної групи необхідне число ввімкнених машин найбільшої потужності, мінімальні – найменшої. Однак, за мінімальними функціями розподілу не можна вибрати живильну мережу, а за максимальними буде істотний запас.

Для отримання більш достовірних результатів розроблено метод Випадкового вибору (ВВ) (кваліфікаційна робота магістра Болотнова Д.В. [2]). Згідно з ним МКЗ розділяються також на 7 груп. Перелік ввімкнених МКЗ з кожної групи при розрахунку сходинок функцій розподілу, на відміну від методу ГФР, обирається випадковим чином. Після обробки всіх можливих варіантів, будуються функції розподілу, за якими визначаються розрахункові максимальні значення, які можуть статися з заданою ймовірністю (0,999).

Оскільки, попре сподівання, точність методу ВВ виявилась недостатньою [2], в кваліфікаційній роботі магістра Мухіна В.В. [3] був запропонований метод Багатократного випадкового вибору (БВВ). Ідея методу полягає у розрахунку кількох «випадкових» функцій розподілу за методом ВВ та визначенні за ними середньої функції розподілу шляхом усереднення абсцис для кожної сходинок функції розподілу.

У [3] виконане порівняння методів ГФР, ВВ та БВВ, діючих Керівних вказівок та їх попередньої редакції на прикладі розрахунку пікових струмів фази А головної ділянки магістрального шинопровода. На рис. 1 представлені максимальна (крива 1) та мінімальна (крива 2) функції розподілу пікових струмів за методом ГФР і розрахункові значення пікових струмів за ними ($I_{p\max}$, $I_{p\min}$). Група кривих 3 – це функції розподілу за методом БВВ при кількості осереднених функцій $n=10\div 20$. Вони та максимальні розрахункові значення за ними ($I_{p\text{БВВ}}$) майже збігаються між собою при прийнятих кількостях усереднень, а значення пікових струмів, отримані за Керівними вказівками ($I_{p\text{КВ}}$), значно перевищують $I_{p\text{БВВ}}$.

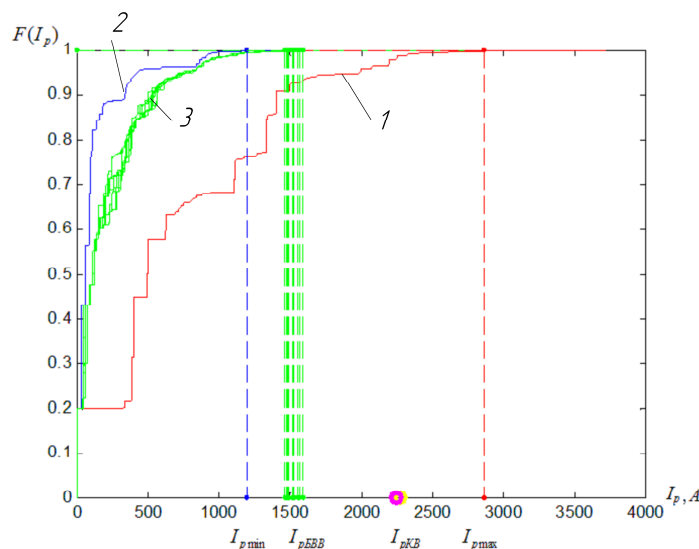


Рисунок 1 – Функції розподілу пікових струмів фази А шинопровода

Подальше вдосконалення буде йти шляхом зміни принципу розподілу МКЗ на групи: для розрахунку кожної функції розподілу розділення машин на групи буде відрізнятися для кожної функції розподілу: та виконуватись в залежності від впливу МКЗ на відповідну втрату напруги або піковий струм.

Перелік посилань

1. Воротніков С.О. Розрахунок напруг у електричній мережі, від якої живляться машини контактної зварки. Кваліфікаційна робота магістра – Донецьк, ДонНТУ, 2009. – 100 с.
2. Болотнов Д.В. Розрахунок максимальних струмів і втрат напруги в електричних мережах живлення машин контактної електричної зварки. Кваліфікаційна робота магістра – Донецьк, ДонНТУ, 2010. – 100 с.
3. Мухін В.В. Розрахунок пікових струмів і втрат напруги в електричній мережі живлення групи машин точкової контактної зварки. Кваліфікаційна робота магістра – Донецьк, ДонНТУ, 2012. – 89 с.

НАЛАШТУВАННЯ ПАРИ МОДУЛІВ XBEE ДЛЯ КОМУНІКАЦІЇ ОДИН З ОДИН

Курас І.Л., студент; Хоменко В. М., старший научный сотрудник;

Мельник А.А., старший научный сотрудник

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Існують два покоління модулів Xbee (рис. 1, а). До першого покоління відноситься «Series 1» («S1»), але вони все сильніше витісняються більш досконалими модулями другого покоління «Series 2» («S2»). Є спосіб визначення покоління модуля: Якщо на модулі використовується назва MaxStream - це XBeeSeries1 (тому що компанія-виробник XBee була перейменована з MaxStream в Digi). Якщо використовується назва Digi, то на модулі зазначено покоління.

Для комунікації двох модулів XBee один з одним необхідно мати: 1) два модуля XBee (не важливо якої серії); 2) мікроконтролер Arduino Uno; 3) дві плати розширення IO Shield для модулів XBee; 4) адаптер для послідовного порту комп'ютера Xbee-USB; 5) кабелі mini-USB та USB A-B.

Взаємодія XBee-модулів будується так: один встановлюється на мікроконтролері Arduino Uno, інший встановлюється на XBee-USB адаптер з'єднаний з комп'ютером. Хто з них буде розподіляти сигнал (координатором), а хто приймати і обробляти під робочі пристрої (роутером) залежить від того, як ми запрограмуємо ці модулі.

Неможливо простою командою змінити роль XBee-модуля. Кожна роль визначається програмно-апаратним забезпеченням (ПАЗ), що міститься у постійному запам'ятовуючого пристрої модуля. У модуль потрібно завантажити ПАЗ, як правило, для завантаження використовується програма, скомпільована виробником модуля.

Усі доступні в X-CTU ПАЗ можна класифікувати за наступними параметрами:

1) Родина: Zigbee, ZNet 2.5 та інші, визначає набір доступних можливостей та має значення при створенні складних мереж з специфічними вимогами.

2) Роль: Coordinator, Router, EndDevice, визначає призначення пристрою в мережі.

3) Спосіб взаємодії з модулем: AT, API, RH, Analog IO, Digital IO, визначає спосіб управління модулем: стандартними модемними AT-командами або власними протоколами (API).

Завантаження ПАЗ модулів виконується за допомогою програми X-CTU (виробник Digi), яка дозволяє прошити та налагодити Xbee-модулі. X-CTU є програмою, яка дозволяє лише в її межах проводити повну діагностику, що стосується Xbee-модулів. Вона по запиті перевіряє правильність підключення та надає інформацію про нові версії прошивок і все реалізовано на базі зручного інтерфейсу користувача.

Для того, щоб завантажити ПАЗ до енергонезалежній пам'яті модуля необхідно у вкладці «ModemConfiguration» встановити підставні «Modem XBEE» та «FunctionSet», які разом визначають модель XBee. У списку «Modem XBEE» для модулів SERIES 2 обирається будь-яке значення, для модулів XBee SERIES 1 потрібно обрати «XB24-B». У списку «FunctionSet» для модулів-координаторів обираються значення з позначкою COORDINATOR, для модуля-роутера обираються значення з позначкою ROUTER. Стандартними є визначення «ZNET 2.5 COORDINATOR AT» для координатора та «ZNET 2.5 ROUTER/END DEVICE AT» для роутера.

Після того, як ПАЗ Xbee-модулів завантажено, необхідно підключити координатор до комп'ютера (або іншого пункту управління), а роутер – до Arduino, для якого вже встановлені драйвери та завантажено відповідна версія ПАЗ. Все це треба робити заздалегідь, тому що підключені між собою Xbee та мікроконтролер Arduino, будуть заважати налагоджуватися один одному.

Підключення цих пристроїв для роботи можна виконати двома способами завдяки:

1) Макетній платі з набором провідників (WB-102 + J), яка має основне поле на 640 контактів, шини живлення – 200 контактів та 70 провідників різної довжини (рис. 1, б).

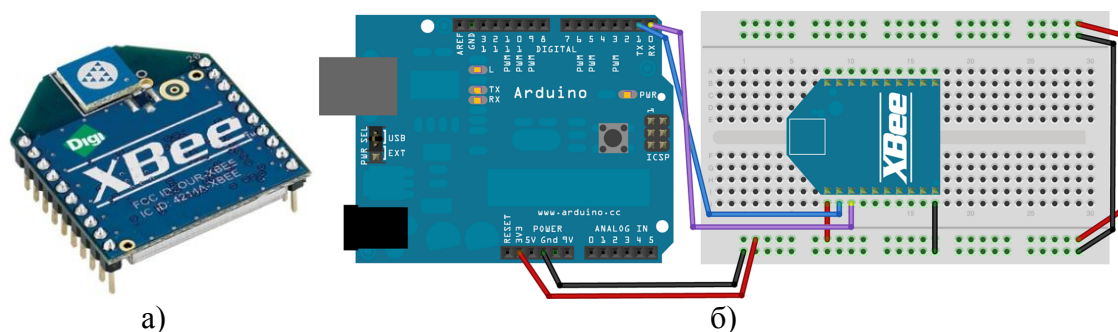


Рисунок 1 – Модуль XBee«S2» відDigi (а) та монтажна схема підключення модуля XБеедомікроконтролераArduino (підготовлено у програмі Fritzing)

2) Платірозширення IOShield, яка дозволяє налагоджувати безпроводний зв'язок між модулями ZigBee (рис. 2).

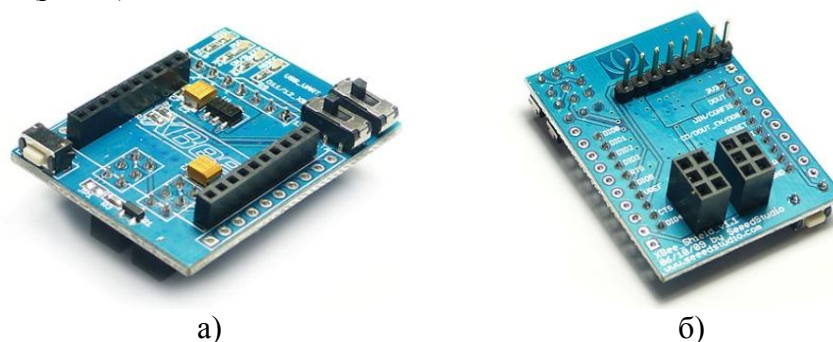


Рисунок 2 – Вигляд плати розширення IOShield для XBee: а) зверху; б) знизу

Тепер, коли підключення зроблено, ми можемо перевірити, чи здійснюється передача даних. Для цього достатньо за допомогою будь-якого терміналу для роботи із послідовним портом комп'ютера завантажити дані, що одержуються модулем по протоколу послідовного порта. Наприклад, вкладка «Terminal» в програмі X-CTU, або в додатку SerialMonitor програмного забезпечення мікроконтролера Arduino, або `picocom/minicom/screen` у командному рядку.

У вікні терміналу для роботи із послідовним портом комп'ютера потрібно набрати коротке повідомлення «++++». Завдяки тому, що у сімействі ПАЗ ZNet 2.5 по умовчання здійснюється радіопередача. Тобто, повідомлення відправляється усім пристроям єдиної мережі. Якщо повідомлення буде отримано усіма пристроями єдиної мережі ми побачимо відповідь «OK», яка сповістить, що все готово до роботи.

На базі налагодженої пари модулів бездротового зв'язку можливе реалізувати канал зв'язку для керування технологічним об'єктом або канал моніторингу технологічного процесу. У подальшому передбачається створити систему керування мобільним роботом для орієнтації у просторі [2], плануванні шляху та багатоагентної взаємодії між автономними мобільними роботами.

Дана робота виконується в рамках українсько-французького науково-дослідного проекту ДонНТУ та Université de Cergy-Pontoise (НДР 12-316 «Біо-подібні Моделі гуманістичних роботів у ритмічній взаємодії з їх навколишнім оточенням»).

Перелік посилань

1. Robert Faludi. Wireless Sensor Networks// A practical guide to the Zig Bee mesh Networking protocol – O'REILLY, 2010. – p. 57-85.
2. Мельник А.А. Мобільні роботи компанії «К-Team» для вирішення специфічних технічних завдань / А.А. Мельник, В.Ф. Борисенко, В.М. Хоменко, П.С. Плис // Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. Випуск 4/2010 (63). Частина 3, 2010. – С. 36-39.

О БЫСТРОДЕЙСТВИИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ФАЗЫ С УТЕЧКОЙ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Чорноус Е.В. ст. препод.; Готин Б.А, студент

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Применение шунтирования поврежденной фазы для защиты человека от поражения электрическим током требует надежной работы устройства выбора (идентификации) поврежденной фазы (УВФ). Требования к УВФ достаточно жесткие. С одной стороны необходимо максимальное быстродействие, что вынуждает УВФ работать в условиях интенсивных динамических возмущений со стороны сети. С другой стороны, ошибка в определении поврежденной фазы при еще не отключенной сети недопустима.

В [1] предложен быстродействующий способ идентификации поврежденной фазы, сущность которого заключается в вычислении аргумента (начальной фазы) ψ потенциала нейтрали по двум его смежным мгновенным значениям путем решения системы:

$$u_1 = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi), \quad (1)$$

$$u_2 = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \Delta\omega t + \psi), \quad (2)$$

где u_1 , u_2 , $U_{\max}$, $\Delta\omega t$ – соответственно мгновенные значения и амплитуда потенциала нейтрали и фиксированная разница по фазе, находящаяся в пределах от 10 до 20 градусов.

Получаемая таким образом серия от 5 до 15 промежуточных результатов аргумента ψ , следующих друг за другом с частотой от 1 до 2 кГц, сопоставляется с опорными фазовыми интервалами, после чего принимается решение о поврежденной фазе.

Недостаток способа заключается в необходимости отделения корней и их определении каким-либо из итерационных методов. Применение итераций требует затрат времени и лишает способ всяких надежд на повышение его быстродействия.

Цель данного предложения состоит в том, чтобы, избежав итераций при решении системы (1, 2), не только существенно повысить быстродействие способа, но за то же время получить больше промежуточных результатов, что повышает надежность идентификации.

Цель достигается следующим. Система (1, 2) приводится к виду

$$\sin(\omega \cdot t + \psi) = a \cdot \sin(\omega \cdot t + \omega \cdot \Delta t + \psi), \quad (3)$$

где $a = u_1/u_2$.

Составляющие выражения (3) изображаются векторами на комплексной плоскости:

$$\underline{B} = 1 \cdot e^{j(\alpha t + \psi)} \quad (4)$$

$$\underline{A} = a \cdot e^{j(\alpha t + \omega \Delta t + \psi)}, \quad (5)$$

В выражениях (4) и (5) комплекс B единичный, а его текущая фаза $\alpha = \omega t + \psi$ состоит из начальной фазы потенциала нейтрали ψ и угла ωt , зависящего от системы отсчета. Комплекс A опережает B на фиксированный угол $\omega \Delta t$, а его модуль a за половину периода монотонно меняется от нуля до бесконечности и наоборот. Однако, как вытекает из (3), мнимые части этих комплексов в любой момент времени одинаковы, и следовательно, их разница (вектор C) содержит только действительную составляющую:

$$\underline{C} = \underline{A} - \underline{B} = \operatorname{Re}(\underline{A} - \underline{B}) = c \quad (6)$$

Геометрическая интерпретация комплексов (4), (5) и (6) приведена на рис. 1, где отрезки a , b , c , образующие замкнутый треугольник, представляют модули комплексов A , B , C , а углы этого треугольника непосредственно связаны с аргументами этих же комплексов. Это позволяет определить модуль c , как арифметический корень выражения (теорема косинусов):

$$c = \sqrt{a^2 + 1 - 2 \cdot a \cdot \cos(\omega \Delta t)} \quad (7)$$

С формальной точки зрения фазу $\omega t + \psi$ вектора В, в состав которой входит и аргумент ψ , можно определить, применяя к треугольнику а, в, с (рис. 1) теорему синусов:

$$\frac{c}{\sin(\Delta\omega t)} = \frac{a}{\sin(\omega t + \psi)}, \quad (8)$$

однако, представив (8) в виде

$$\omega \cdot t + \psi = \arcsin\left(\frac{a}{c} \cdot \sin(\Delta\omega t)\right) = \arcsin(d(t)) = \beta(t) \quad (9)$$

приходим к противоречию. В то время когда левая часть уравнения (9) линейно возрастает, ее правая часть (арксинус) вследствие неоднозначности и наличия «лишних» корней этому условию не отвечает. Однако, соответствие между правой и левой частями уравнения (9) обеспечивается, если аргумент арксинуса $d(t)$, зависящий от отношения a/c , монотонно возрастает по синусоидальному закону. Анализ показывает, что для этого достаточно в процессе решения системы (1, 2) следить за монотонностью $d(t)$ и в случае ее смены изменять также и знак функции $d(t)$.

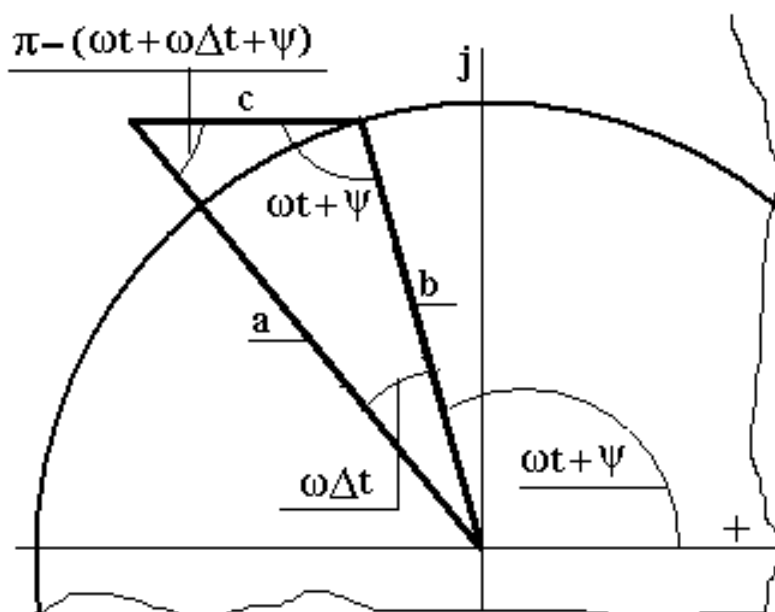


Рисунок 1 – Геометрическая интерпретация комплексных (4), (5) и (6)

С учетом изложенного, работа способа при определении очередного промежуточного значения ψ_i состоит в следующем:

1. Запоминается предыдущее значения функции $d(t_{i-1})$.
2. Считывается очередная пара мгновенных значений u_1 и u_2 и согласно (7) определяется третья сторона треугольника c .
3. Вычисляется значение $d(t_i)$ в составе (9) и проверяется условие $d(t_i) > d(t_{i-1})$, при невыполнении которой знак функции $d(t)$ меняется на противоположный.
4. Согласно (9) вычисляется аргумент ψ , который приводится к основному значению и сопоставляется с опорными фазовыми интервалами.

Вывод: решение системы уравнений (1, 2) без применения итерационных методов позволяет не менее чем в три раза уменьшить время поиска корня, что в случае существенных помех или искажений со стороны сети за то же время позволяет увеличить количество промежуточных результатов и, таким образом, повысить надежность принятия решения.

Перечень ссылок

1. Патент UA на корисну модель № 51307, Україна, МПК H02H 3/16, G01R 31/08, Спосіб визначення пошкодженої фази з витоком на землю в електричній мережі з ізолюваною нейтралю. Черноус Є.В. – u201000703, опубл. 12.07.2010 р., бюл. № 13.

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ ЗА КОНТАКТНОЮ ДЕФОРМАЦІЄЮ ЛАНКИ МАНІПУЛЯТОРА РОБОТА

Камозіна О.В., студент; Переверзєв І.С., младший научный сотрудник; Мельник А.А., старший научный сотрудник; Хоменко В.М., старший научный сотрудник
(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Вступ. Персональний комп'ютер (ПК) є невід'ємною частиною сучасного лабораторного дослідницького стенда. Спеціалізовані інтерфейсні модулі дозволяють здійснювати обмін інформацією між робочою станцією на основі ПК та периферійними пристроями (об'єктом управління). Інтерфейс вимірювальних перетворювачів сигналів і персонального комп'ютера дослідницького стенда фізично організовано за допомогою додаткових модулів узгодження сигналів та послідовних портів вводу-виводу. Порт являє собою точку підключення зовнішнього пристрою комп'ютера до внутрішньої шини процесора. Програма або пристрій можуть посилати дані у порти або отримувати дані з портів для обробки процесором. Введення-виведення інформації через шину відбувається у вигляді послідовності цифрових сигналів [1], тому первинний вимірювальний перетворювач, який перетворює фізичну величину в аналоговий неперервний сигнал, підключається до входу цифро-аналогового перетворювача (АЦП).

Актуальність. Стрімкий розвиток робототехнічної індустрії вимагає вдосконалення систем керування, організації нових способів інтерактивного управління роботами. Для цього потрібна організація контурів управління за різноманітною інформацією: тактильний зворотний зв'язок, візуальна інформація (оптичний потік), зовнішня прикладена сила (відносна деформація ланки). Різноманітність та складність первинних перетворювачів та відповідних фізичних процесів, які мають місце при відмірюванні, вимагає створювати специфічні вторинні перетворювачі [2] для узгодження параметрів сигналу із входом аналого-цифрового перетворювача ПК.

Для реалізації ланки «вимірювальний перетворювач – персональний комп'ютер» необхідно провести аналого-цифрове перетворення сигналу давача. В роботі використано аналого-цифровий перетворювач National Instruments PCI 6023E, бібліотеку драйверів для отримання даних Comedi та Comedilib (остання надає програмний інтерфейс для пристроїв отримання аналогової інформації).

Нами розроблено фізичний інтерфейс для ПК, що дозволяє обробляти сигнали давача сили (групи тензодавачів). Була використана інструментальна мікросхема-підсилювач INA118р, яка має високу точність і великий коефіцієнт підсилення (рис. 1).

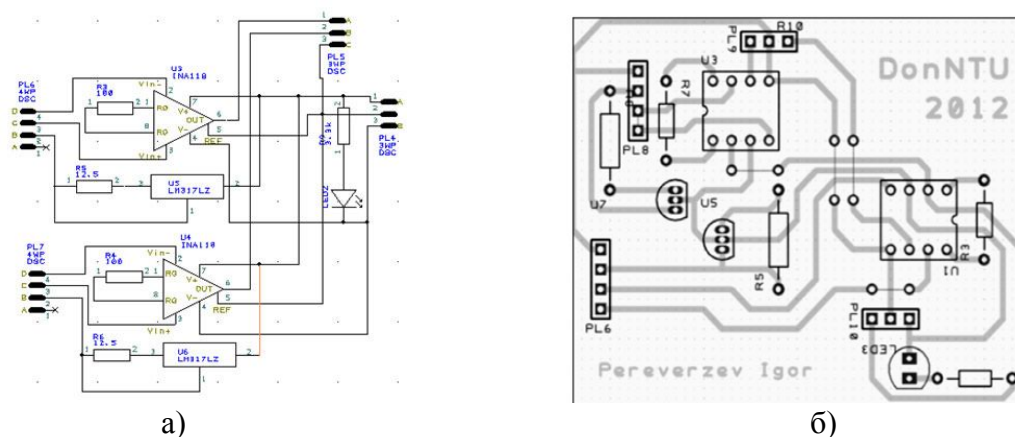


Рисунок 1 – Фізичний інтерфейс між первинними перетворювачами сили і АЦП: (а) електрична принципіальна схема; (б) печатна плата

Первинна перевірка роботи тензометричної системи здійснюється в режимі вільних коливань (рис. 2). Один край балки жорстко зафіксований, а до іншого було прикладене імпульсне зусилля. Отримали графік затухаючих коливань балки (рис. 3, а).

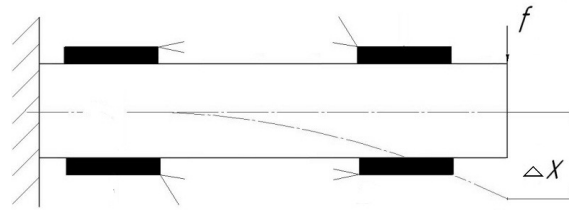
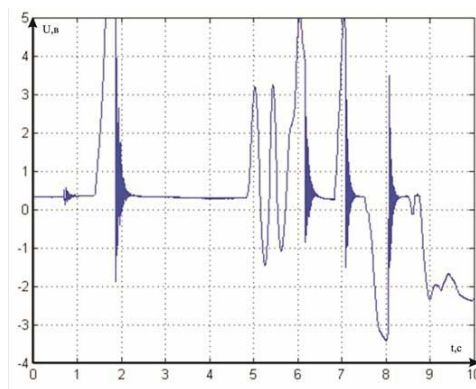
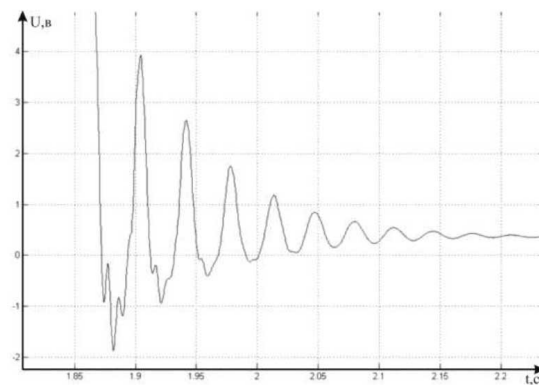


Рисунок 2 – Розміщення датчиків на балці

В момент часу $t = 1 \div 2$ с до балки прикладається зусилля вгору, а потім його різко збирають, таким чином виникають затухаючі коливання балки. В час $t = 5 \div 6$ с прикладаються зусилля вгору-вниз, які потім також різко зникають. Ми бачимо, що система у спокої знаходиться не в нулі, існує зміщення сигналу, цей ефект спричинено тим, що розміщення датчиків на балці не ідеально симетричне.



а)



б)

Рисунок 3 – Експериментальні дані, перевірка підсилювача в режимі вільних коливань: (а) повна діаграма; (б) графік вільних коливань консольної балки

Наступним етапом перевірки роботи було прикладення статичних зусиль до жорстко зафіксованої з однієї сторони консольної балки, в результаті нами отримано сигнал, пропорційний до прикладеного зусилля.

Висновки. В результаті роботи був розроблений та експериментально перевірений [3] прототип вимірювального інтерфейсу між давачами деформації та робочою станцією ПК робота-маніпулятора, що застосовується для реалізації системи взаємодії робота із його навколишнім середовищем. Інтерфейс розроблено на сучасній базі електронних компонентів та він є конкурентоспроможним із існуючими аналогами.

Дана робота виконується в рамках українсько-французького науково-дослідного проекту ДонНТУ та Université de Cergy-Pontoise (НДР 12-316 «Біо-подібні Моделі гуманоїдних роботів у ритмічній взаємодії з їх навколишнім оточенням»).

Перелік посилань

1. Бусигін Б.С. Прикладна інформатика: Підручник / Б.С. Бусигін, Г.М. Коротенко, Л.М. Коротенко // Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2004. – 559 с.
2. Хоменко В.М. Вимірювальний перетворювач сигналів // В.М. Хоменко, А.А. Мельник, В.Ф. Борисенко // Деклараційний патент на корисну модель 51164.
3. Рябченко В.В. Исследование взаимодействия роботов-манипуляторов с окружающей средой / В.В. Рябченко, Н.Н. Дацун // Материалы III всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг – 2012». 16-18 апреля 2012 г., г. Донецк, 2012. – Секц. 6 – 1 електрон. опт. диск. (CD-ROM).

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ІЗ ВОДНЕВО-КИСНЕВИМ ПАЛИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Колларов О.Ю., асистент

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Особливістю автономних систем електроживлення (АСЕ) із воднево-кисневими паливними елементами (ВКПЕ) (рис. 1) є високі енергетичні затрати на роботу периферійних компонентів, які забезпечують його функціонування. Насамперед, це компресор повітря, що споживає від 10 до 15 % електричної енергії виробленої джерелом, адже працює у режимі надмірної подачі кисню створюючи тиск у 2-3 рази перевищуючий необхідний за даної конкретної сили струму. Це робиться з метою унеможливити кисневе голодування комірок паливного елемента. Беручи до уваги потужнісну характеристику паливного елемента (рис. 2) та необхідність використання додаткових джерел електроенергії в автономній системі електроживлення [1] з'являється можливість зменшення повітряного тиску в системі до рівня необхідного за даної сили струму. Стратегія керування повітряним компресором з метою наближення до максимальної потужності автономної системи електроживлення полягає в оптимізаційному функціоналі (1).

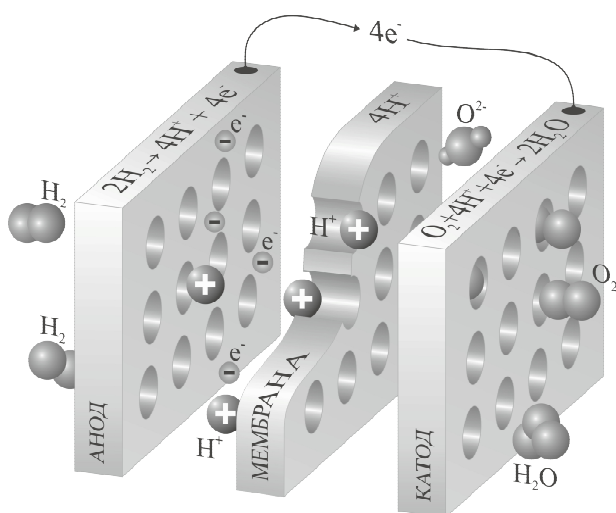


Рисунок 1 – Воднево-кисневий паливний елемент

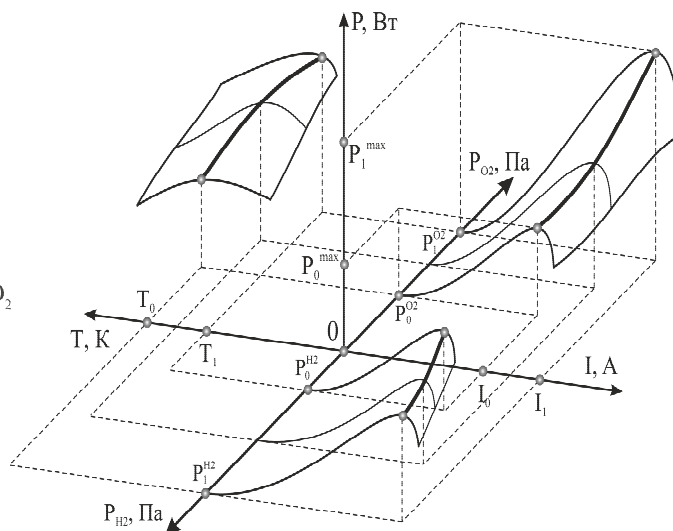


Рисунок 2 – Потужнісна характеристика воднево-кисневого паливного елемента

$$\min_{\{P_{O_2}(I), P(I)\}} J = \int_{I_0}^{I_1} \sqrt{1 + \frac{\partial P(I)^2}{\partial I} + \frac{dP_{O_2}(I)^2}{dI}} dI, \quad (1)$$

$$P'(I_0) = P'(I_1) = 0, \\ \text{де } F(U, I, T, P_{H_2}, P_{O_2}) \equiv 0.$$

Суть оптимізаційного функціоналу полягає у пошуку залежності між кисневим тиском та силою струму при яких забезпечується саме наближення до екстремуму потужності, адже досягти максимальної потужності паливного елемента принципово неможливо через дифузійний опір. З метою реалізації оптимізаційного функціоналу було запропоновано синтезувати екстремальну систему керування автономною установкою електроживлення по збуренню із пошуковим алгоритмом та еталонною моделлю ВКПЕ, адже застосування пошукового алгоритму безпосередньо на джерелі електроенергії є небезпечним, бо може викликати кисневе голодування комірок паливного елемента і, як результат, безповоротний вихід зі строю. Критерієм оптимальності роботи екстремальної системи є визначення такого

повітряного тиску на катодній стороні джерела, яке гарантує збільшення або принаймні не зменшення потужності автономної системи за конкретних значень збурюючих дій.

Беручи до уваги складність аналітичного опису математичної моделі ВКПЕ з причин його багатомірності і різноманітності взаємозв'язків між змінними стану було запропоновано ідентифікувати математичну модель паливного елементу через тришарові штучні нейронні мережі наперед визначеної структури [2]. Результати ідентифікації довели правильність обраної стратегії, адже максимальна відносна похибка між моделлю об'єкта, як цільовим сигналом, і виходом нейронної мережі склала 0,9 %.

Здійснення пошукових рухів на штучній нейронній мережі, замість реального об'єкта, в складі екстремальної системи керування автономною установкою електроживлення із воднево-кисневим паливним елементом дало в цілому позитивні результати, зокрема дозволило підвищити к.к.д. автономної системи в діапазоні середньої щільності струму на 8 % (рис. 3) і потужності в діапазоні високої щільності струму на 6 % (рис. 4).

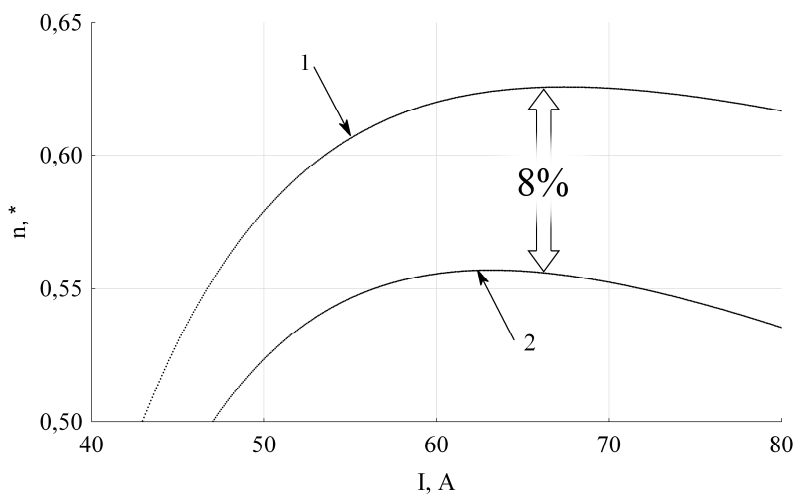


Рисунок 3 – Залежність к.к.д. АСЕ від сили струму

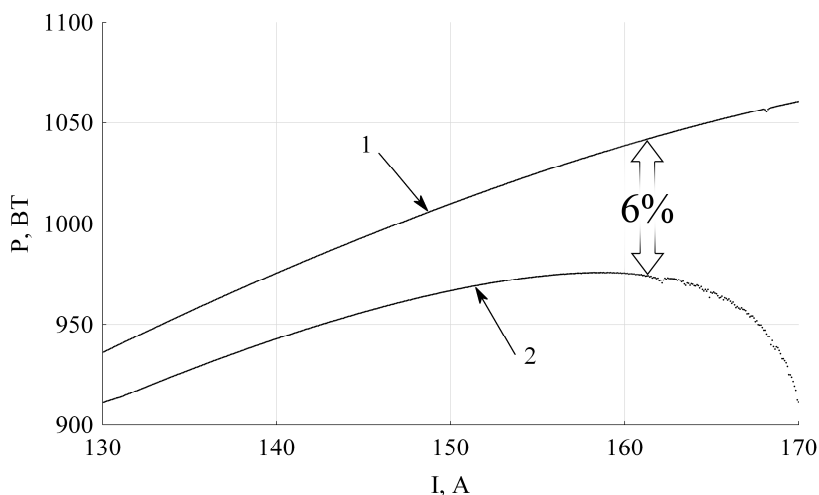


Рисунок 4 – Потужнісна характеристика АСЕ

Перелік посилань

1. Колларов О.Ю. Структура автономної системи електроприводу із живленням від паливних воднево-кисневих елементів / Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2008. – №4. – С. 42-44.

2. Колларов О.Ю. Ідентифікація нелінійних об'єктів систем управління на базі тришарових нейронних мереж наперед визначеної структури / О.Ю. Колларов, В.І. Калашніков // Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика. – 2012. – №3. – С. 526-527.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОТОТИПУ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Передерій О.В., ст. виклад.

(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)

Сучасні випробування перетворювачів являють собою багатоетапний складний процес. Навантаженням силових перетворювачів найчастіше є електромеханічна система, а у разі спрощення – пасивне навантаження.

Випробування перетворювачів частоти на електромеханічній навантажувальній установці мають такі недоліки:

- кожен з випробуваних перетворювачів потрібно підключати до електричної машини відповідної потужності;
- у разі неполадки випробувального перетворювача з ладу можуть вийти як і сам перетворювач, так і робочий двигун;
- механічна частина системи навантаження накладає обмеження щодо параметрів тестування та потребує сервісного обслуговування.

З метою усунення наведених недоліків є актуальним перехід від навантажувальних випробувань перетворювачів на базі електромашинних навантажувальних агрегатів до імітації робочого двигуна на рівні силових електричних елементів за допомогою перетворювача-імітатора.

У наступних експериментальних дослідженнях перетворювач-імітатор використовувався замість електромашинного навантажувального агрегату. При цьому оперативне керування процесами навантаження і візуалізація здійснювалась за допомогою комп'ютерного пакету Control Desk що є компонентом програмного забезпечення контролера DS1104.

Крім досліджень процесів регулювання фазного струму та процесу моделювання асинхронного двигуна у ході підготовки до проведення комплексних навантажувальних досліджень було виконано:

- перевірку функцій керування струмообмежувальними резисторами проміжних ланок перетворювачів;
- перевірку функцій керування силовими транзисторами у колах гальмових резисторів;
- перевірку функціонування системи захисту від перевищень максимально дозволених значень фазних струмів, напруги проміжних ланок та струмів через гальмові резистори.

Проведені випробування дали позитивні результати.

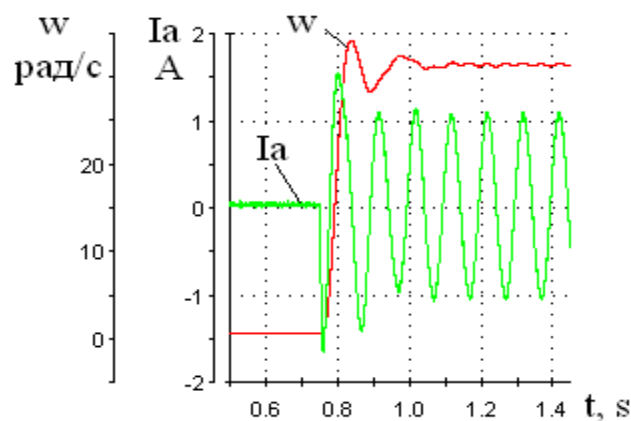
На підставі експериментально отриманих даних були розраховані вхідні дані для моделі асинхронного двигуна роботу якого імітує керований системою регулювання струмів перетворювач-імітатор.

При проведенні експериментальних досліджень використано фазні дроселі із параметрами $R_d=10,8$ Ом, $L_d \cong 67,5$ мГн, $T_d \cong 6,25$ мс, які відповідають параметрам вибраного асинхронного двигуна.

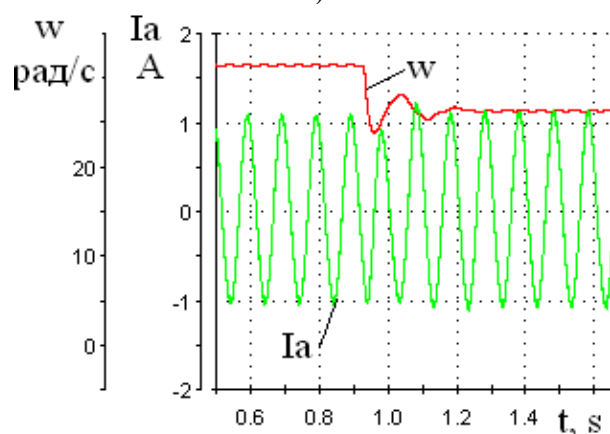
Випробуваний перетворювач функціонував із інтервалом дискретності $T_{up} = 0,5$ мс (частота модуляції $f_{up} = 2$ кГц). У навантажувальному перетворювачі інтервал дискретності становив $T_{ul} = 0,125$ мс (частота модуляції $f_{ul} = 8$ кГц). Регулювання напруги проміжних ланок здійснювалося з інтервалом дискретності $T_B = 1$ мс (частота $f_B = 1$ кГц).

На підставі низки експериментів встановлено належне функціонування прототипу навантажувальної установки. Характерні результати надано на (рис. 1).

Проведено імітаційне моделювання пуску асинхронного двигуна та отримані графіки струму фази А (I_a) випробуваного перетворювача навантаженого перетворювачем-імітатором та швидкості обертання двигуна (ω) що представлені на (рис. 1, а).



а)



б)

Рисунок 1 – Струм фази А (I_a) випробуваного перетворювача та швидкість обертання (w) асинхронного двигуна що моделюється при імітації пуску без навантаження (а) та при збільшенні навантаження (б)

Як видно з наведених графіків процеси перебігу струму та швидкості обертання асинхронного двигуна отримані у разі імітаційного моделювання пуску без застосування електромашинного навантажувального агрегату відповідають процесам реального електропривода. У подальшому реалізовано збільшення моменту опору у моделі асинхронного двигуна що приводить до зростання навантаження випробуваного перетворювача. Також отримані відповідні графіки струму випробуваного перетворювача та швидкості обертання моделі двигуна що представлені на (рис. 1, б). Наведені графіки процесів перебігу струму та швидкості обертання асинхронного двигуна у разі збільшення моменту опору підтверджують підвищення рівня фазного струму і, таким чином, збільшення навантаження випробуваного перетворювача без застосування електромашинного навантажувального агрегату, що дозволяє покращити техніко-економічну ефективність.

У роботі [1] проведено узагальнення отриманих результатів щодо реалізації керування експериментальною установкою для навантажувальних випробувань перетворювачів частоти.

Результати проведених експериментальних досліджень функціонування системи керування підтвердили можливість використання перетворювача-імітатора електродвигунів змінного струму з метою проведення навантажувальних випробувань силових перетворювачів частоти.

Перелік посилань

1. Калашніков В.І. Керування установкою для навантажувальних випробувань перетворювачів частоти / Калашніков В.І., Передерій О.В., Старостін С.С. // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», – 2008. – № 30. – С. 404-405.

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Климась Р.В., начальник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

У 2007 році з метою подальшого вдосконалення наглядової діяльності Верховна Рада України прийняла Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) за господарською діяльністю в Україні» [1]. Одним із головних положень цього закону є те, що державний нагляд у сфері господарської діяльності має здійснюватися залежно від ступеня її ризику, тобто імовірності виникнення внаслідок діяльності суб'єкта господарювання негативних наслідків для здоров'я людей, безпеки навколишнього середовища, а предмет перевірки та терміни здійснення планового заходу мають бути диференційовані також залежно від ступеня ризику.

Відповідно до ст.ст. 5 і 22 цього Закону була прийнята постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності для безпеки життя і здоров'я населення, навколишнього природного середовища щодо пожежної безпеки» [2], якою було визначено ці критерії розподілу суб'єктів господарювання. На початку 2012 року критерії були дещо змінені, а сама постанова [2] втратила чинність після прийняття постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки» [3].

Відповідно до встановлених критеріїв суб'єкти господарювання відносяться до одного з трьох ступенів ризику: високого, середнього та незначного. Планові заходи державного нагляду за діяльністю суб'єктів господарювання у сфері техногенної та пожежної безпеки з високим ступенем ризику здійснюються не частіше, ніж один раз на рік; із середнім ступенем ризику – не частіше, ніж один раз на 3 роки; з незначним ступенем ризику – не частіше, ніж один раз на 5 років.

Разом з тим, деякі питання за цим напрямком залишалися невирішеними [4, 5, 6]. Так, до цього часу в Україні не встановлено кількісних значень ступенів ризиків, потребує розвитку та вдосконалення нормативна база щодо їх розрахунку. Необхідна розробка (апробація існуючих) методик з визначення індивідуального та соціального ризиків для населення від діяльності об'єктів різного призначення; запровадження методології моніторингу пожежних ризиків, що враховує ймовірність настання негативних соціальних, екологічних і матеріальних наслідків господарської діяльності та можливий розмір збитків від виникнення ймовірної пожежі. Слід зазначити, що розроблення таких документів повинно здійснюватися на системній основі та відповідати концепції реформування наглядової діяльності у сфері пожежної безпеки.

Методологія оцінювання ризику на сьогодні є основою для підтримки прийняття рішень щодо забезпечення прийнятного рівня безпеки практично в усіх сферах людської діяльності. Слід зазначити, що це є законодавчою нормою європейських країн [7]. Ефективність державного системного регулювання безпекою доведена позитивним досвідом країн Європи, де розпочате два десятиліття тому впровадження превентивних заходів, значно знизило кількість техногенних надзвичайних ситуацій та зменшило збитки від них.

З метою дослідження науково-обґрунтованих підходів до створення системи регулювання ризиками у сфері пожежної безпеки у 2009-2010 роках виконувалася науково-дослідна-робота «Методологія-ризиків» [8], в рамках виконання якої було розглянуто

питання управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу, методологією якого є імовірнісний аналіз безпеки.

На підставі результатів цієї роботи визначено, що одним із основних завдань є розвиток нормативної бази стосовно оцінювання ризиків у сфері пожежної безпеки. Для розрахунку пожежних ризиків для будівель і споруд різного призначення необхідно розробити:

- «Методичні вказівки щодо проведення аналізу пожежних ризиків для будівель різного призначення» з метою регулювання порядку виконання робіт та їх змісту з оцінювання пожежних ризиків;

- «Порядок визначення рівня ризику щодо пожежної безпеки для розподілу об'єктів суб'єктів господарювання» з метою розподілу суб'єктів господарської діяльності до одного з трьох ступенів ризику;

- «Порядок проведення розрахунків пожежних ризиків для будівель різного призначення» з метою встановлення єдиних правил проведення оцінювання пожежних ризиків;

- «Правила з оцінки відповідності об'єктів захисту встановленим вимогам пожежної безпеки шляхом незалежної оцінювання пожежних ризиків» з метою визначення послідовності проведення робіт з оцінювання пожежних ризиків;

- Методики визначення розрахункових значень пожежних ризиків для об'єктів різного функціонального призначення (виробничих і торговельно-складських споруд, споруд сільськогосподарського призначення, соціально-культурних, громадських та адміністративних споруд).

Перелік посилань

1. Закон України Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності від 05.04.2007 № 877-V.

2. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Порядку розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності для безпеки життя і здоров'я населення, навколишнього природного середовища щодо пожежної безпеки від 14.11.2007 № 1324.

3. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки від 29.02.2012 № 306.

4. Якименко О.П. Застосування ризик-орієнтовних підходів у здійсненні наглядової діяльності / О.П. Якименко, Р.В. Климась // Безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика: Матеріали доповідей на сьомій міжнародній науково-методичній конференції. – Миколаїв: НУК, 2008. – С. 130-132.

5. Климась Р.В. Визначення методології оцінювання ризиків у сфері пожежної безпеки / Р.В. Климась, А.В. Михайлова // Безпека життєдіяльності особистості – підґрунтя сталого розвитку суспільства: Тези доповіді на Всеукраїнській науково-методичній конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 117-119.

6. Климась Р.В. До питання визначення методології оцінювання пожежних ризиків та їх застосування у сфері пожежної безпеки / Р.В. Климась, А.В. Михайлова // Пожежна безпека – 2009: Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції. – Львів: ЛДУБЖД, 2009. – С. 25-26.

7. Директива Ради 96/82/ЕС від 09.12.1996 стосовно контролю небезпеки від великомасштабних аварій, що включають небезпечні речовини. Офіційний журнал L 010, 14/01/1997 стор. 0013-00.

8. Звіт про науково-дослідну роботу Провести дослідження з визначення методології оцінювання пожежних ризиків та їх застосування у сфері пожежної безпеки. – К.: УкрНДПБ МНС України, 2010. – 276 с.

АНАЛІЗ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ НА ПРИКЛАДІ ПРИДНІПРОВСЬКОГО ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ

Михайлова А.В., начальник ад'юнктури

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

Інтерес та необхідність дослідження пожежного стану в промислових регіонах України зумовлені техногенною завантаженістю районів, що входять до складу регіону, застарілістю технологічного обладнання й низькими темпами його модернізації, а також нерівномірністю розміщення промисловості у державі.

Відомо, що в Україні сформувалося чотири багатогалузевих промислових регіони: Донецький, Придніпровський, Прикарпатський і Прибузький [1]. Автором вже було проведено аналіз пожежних ризиків в Донецькому промисловому регіоні. За рівнем розвитку та урбанізації Донецькому регіону поступається Придніпровський. То ж метою даної роботи є дослідження ситуації з пожежними ризиками Придніпровського промислового регіону.

Район розташований у центральній і південно-східній частинах країни, в басейні Дніпра. Його площа становить 59,1 тис. км², населення – 6,0 млн. осіб. За кількістю населення Придніпровський регіон посідає шосте місце в країні. Проте він досить густо заселений (понад 103 особи на 1 км²). Регіон охоплює Дніпропетровську та Запорізьку області. Найрозвинутішими галузями є: чорна металургія, машинобудування та металообробка, хімічна промисловість і електроенергетика [2].

Отримані розрахунки ризику зіткнутися з пожежею (R_1) та загинути від пожежі (R_3) приведені у (табл. 1.).

Таблиця 1 – Розрахункові значення пожежних ризиків в Дніпропетровській області за [4]

Рік	Дніпропетровська область		Запорізька область	
	R_1	R_3	R_1	R_3
2011	$1,4 \times 10^{-3}$	$7,4 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$7,7 \times 10^{-5}$
2010	$1,3 \times 10^{-3}$	$7,5 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$7,8 \times 10^{-5}$
2009	$9,7 \times 10^{-4}$	$7,8 \times 10^{-5}$	$8,9 \times 10^{-4}$	$8,8 \times 10^{-5}$
2008	$1,1 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-4}$
2007	$1,2 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-4}$
2006	$9,8 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-4}$
2005	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-4}$
2004	$9,8 \times 10^{-4}$	$8,9 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}
2003	$1,2 \times 10^{-3}$	$8,8 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}
2002	$9,9 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$9,8 \times 10^{-5}$
2001	$1,9 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-3}$	$8,5 \times 10^{-5}$

Варто зазначити, що базові величини для визначення критеріїв ризику становлять наступні значення (рис. 1) [4, 5]:

- незначний ризик: $\leq 10^{-6}$;
- прийнятний ризик: $10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-5}$;
- високий (терпимий): ризик $5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}$;
- неприйнятний ризик: $\geq 5 \cdot 10^{-4}$.

Таким чином, ризик зіткнутися з пожежею в Придніпровському промисловому регіоні стабільно перебуває в зоні неприйнятного ризику. При цьому ризик загинути від пожежі знаходиться в діапазоні високого рівня ризику. Зважаючи на проведений аналіз ризику у регіоні, постає необхідність провадження відповідних управлінських рішень щодо її покращання.

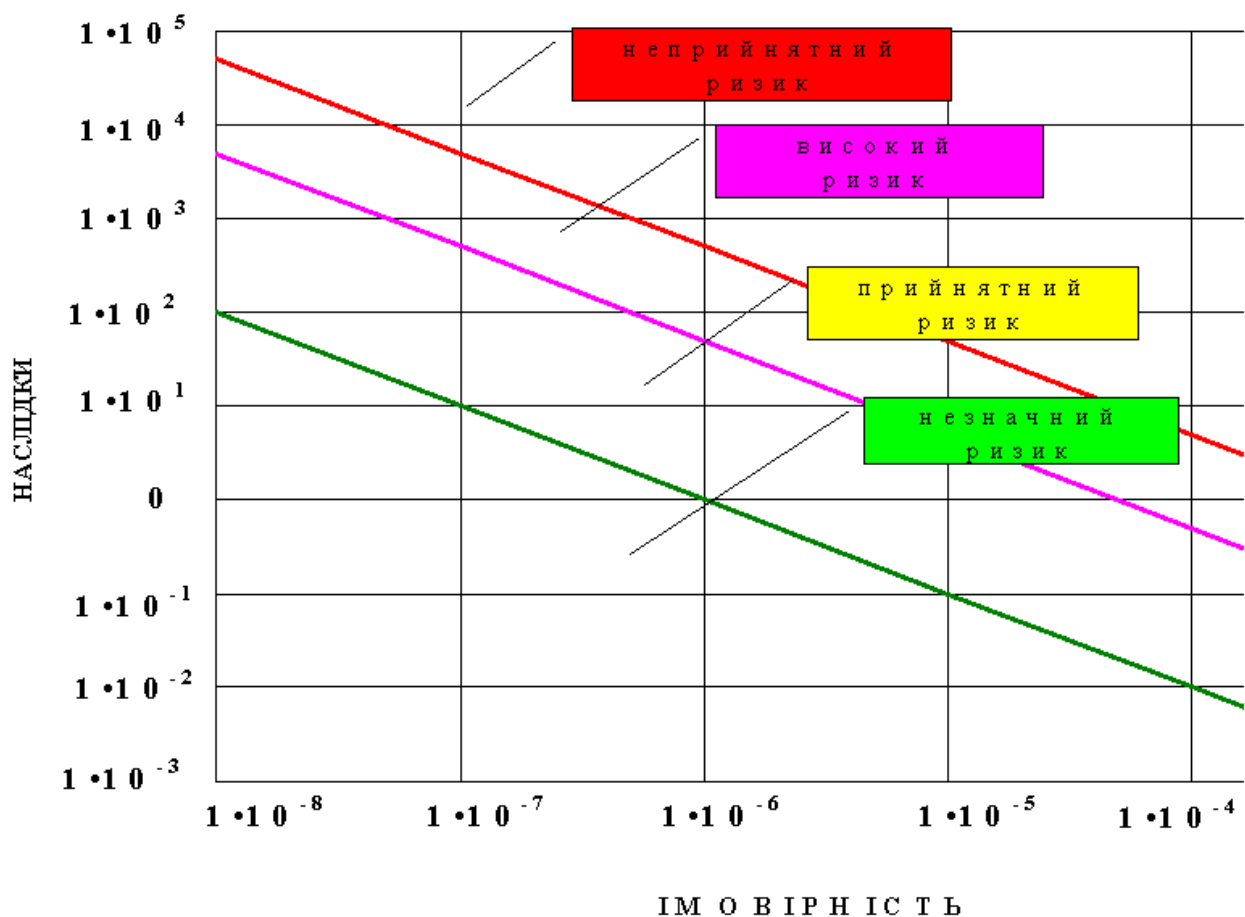


Рисунок 1 – Види ризиків та їх значення

Перелік посилань

1. Бондар О.М. Сучасний промисловий регіон: загальна характеристика, особливості, соціально-екологічні проблеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Staptp/2011_50/files/ST50_12.pdf.
2. Промисловість України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrmap.su>.
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України – <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Н.Н. Брушлинский, Ю.Н. Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. – 370 с.
5. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К.: УАННП «Фенікс», 2004. – 328 с.

УДК 614.841.332

ОСНОВНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Іллюченко П.О., начальник відділу випробувань електротехнічних виробів на пожежну небезпеку;

Гордєєв М.Д., науковий співробітник відділу випробувань електротехнічних виробів на пожежну небезпеку

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

З впровадженням нової редакції ДБН В.2.5-23:2010 [1] з 1 жовтня 2010 року (Наказ Мінрегіонбуду України від 15.02.2010 № 140) елементи систем електропроводки об'єктів цивільного призначення мають відповідати вимогам пожежної безпеки в частині реакції на

вогонь (стійкості до поширювання полум'я (горіння), димоутворювальної здатності, токсичності і корозійної активності летких продуктів згоряння) та вогнестійкості.

Зокрема, в розділі 4 [1] щодо елементів систем електропроводки в частині стійкості до поширювання полум'я встановлено:

- поодинокі прокладені кабелі та проводи повинні належати до класу стійких до поширення полум'я згідно з 4.1 ДСТУ 4809 [2];

- кабелі та проводи, прокладені у пучках (два та більше кабелів та/або проводів, якщо вони не відокремлені один від одного протипожежними перегородками та відстань між ними менше 225 мм за горизонталлю та 300 мм за вертикаллю), повинні належати до класу стійких до поширення полум'я згідно з 4.2 [2] (Ця вимога не поширюється на пучки кабелів і проводів, для яких достатнім є відповідність вимогам щодо поодинокі прокладання, а також: 1) протяжністю до 1,5 м; 2) що входять до складу системи проводки, прокладеної шляхом замоноличування в будівельну конструкцію чи під штукатуркою; 3) прокладених в сталевих жорстких кабельних трубопроводах і сталевих кабельних коробах без перфорації, у яких внутрішній переріз не перевищує 710 мм²);

- елементи систем кабельних коробів, трубопроводів, лотоків та драбин повинні належати до класу стійких до поширення полум'я згідно з ДСТУ 4499-1 [3], ДСТУ 4549-1 [4] та ДСТУ 4754 [5] (Не поширюється на системи кабельних коробів і трубопроводів, які прокладені шляхом замоноличування в будівельну конструкцію чи під штукатуркою). Інші елементи цих систем (арматура, кріпильні пристрої тощо) мають витримувати випробування на поширювання полум'я (горючість) за ДСТУ ІЕС 60695-2-11 [6];

- елементи систем збірних шин (шинопроводів) повинні бути стійкими до поширення полум'я (Стійкість до поширення полум'я визначається згідно з [6] та ДСТУ 4237-3-23 [7];

- пристрої кріплення та утримування елементів систем електричної та оптичної проводки (розгалужувальні коробки, кабельні муфти, клемні колодки тощо) повинні бути стійкими до горіння (поширення полум'я). Для перевірки цих пристроїв можуть застосовуватися методи випробування з використанням випробувального полум'я потужністю 1 кВт, голчастого полум'я, розжареного дроту тощо.

В частині димоутворювальної здатності, токсичності та корозійної активності летких продуктів згоряння для елементів систем електропроводки в розділі 4 [1] встановлено наступне:

- кабелі та проводи, прокладені на шляхах евакуювання та каналах і шахтах інженерних комунікацій, прилеглих до шляхів евакуювання, повинні бути: 1) класу Тк2 з показником токсичності продуктів згоряння більше ніж 70 г/м³, а у будинках з розрахунковим часом евакуації понад 15 хв – класу Тк3 за токсичністю продуктів згоряння згідно з 4.3 [2]; 2) класів ДТ_{к1} та ДП_{к1}, а у будинках з розрахунковим часом евакуації понад 15 хв – класів ДТ_{к1} та ДП_{к2} за димоутворювальною здатністю згідно з 4.4 та 4.5 [2]; 3) класу К_{к1}, а на об'єктах, де дія корозійно-активних продуктів згоряння може призвести до значних матеріальних збитків (наприклад в офісах, банках тощо) – класу К_{к2} згідно з 4.6 [2];

- елементи систем кабельних коробів, трубопроводів, лотоків, драбин та систем збірних шин (шинопроводів), прокладені на шляхах евакуювання та каналах і шахтах інженерних комунікацій, прилеглих до шляхів евакуювання, повинні бути: 1) класу помірнонебезпечних з показником токсичності продуктів згоряння більше ніж 70 г/м³, а у будинках з розрахунковим часом евакуації понад 15 хв – класу малонебезпечних за токсичністю продуктів згоряння та згідно з [3-5] та ГОСТ 12.1.044 [8]; 2) класу з помірною димоутворювальною здатністю згідно з [3-5, 8]; 3) класу стійких до утворення корозійно-активних продуктів згоряння на об'єктах, де

дія корозійно-активних продуктів згоряння може призвести до значних матеріальних збитків (наприклад, в офісах, банках тощо).

Ці вимоги не поширюються елементи систем електропроводки, прокладеної шляхом замоноличування в будівельну конструкцію чи під штукатуркою та також на кабелі та проводи, які прокладені в сталевих жорстких кабельних трубопроводах і сталевих кабельних коробах без перфорації зі ступенем захисту IP67, в яких внутрішній поперечний переріз не перевищує 710 мм².

Щодо вогнестійкості кабельних ліній в розділі 4 [1] визначені наступні норми:

- кабельні лінії живлення, управління і керування, що мають забезпечувати функціонування устаткування для виконання пожежно-рятувальних робіт протягом більше ніж одної хвилини з моменту виявлення пожежі, повинні належати згідно з ДБН В.1.2-7 [9] до класу: 1) Р90 (якщо ці лінії забезпечують функціонування автоматичних систем пожежогасіння, у тому числі пожежних насосів автоматичного пожежогасіння; насосів-підвищувачів внутрішнього протипожежного водопроводу; систем підпору повітря та систем примусового димо- та тепловидалення; ліфтів для транспортування пожежних підрозділів, за винятком ліній, що знаходяться в середині ліфтових шахт та приміщеннях, де розміщені підйомні механізми ліфтів); 2) Р30 і вище (якщо ці лінії забезпечують функціонування системи пожежної сигналізації, системи оповіщення про пожежу і управління евакуацією людей та установок аварійного освітлення).

Межа вогнестійкості кабельних ліній визначається згідно з ДСТУ Б В.1.1-11 [10]. До сказаного вище слід додати, що згідно з міжнародними стандартами альтернативою зазначеним кабельним лініям є системи збірних шин (шинопроводів). У зв'язку з цим використання цих систем можливо за умови витримування цими виробами разом з пристроями їх кріплення випробування згідно з [9] протягом відповідного проміжку часу.

Перелік посилань

1. ДБН В.2.5-23:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
2. ДСТУ 4809:2007. Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування.
3. ДСТУ 4499-1:2005. Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (IEC 61084-1:1991, NEQ).
4. ДСТУ 4549-1:2006. Системи кабельних трубопроводів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (IEC 61386-1:1991, IEC 60423:1993, MOD).
5. ДСТУ 4754:2007. Системи кабельних лотоків і драбин. Загальні вимоги та методи випробування (IEC 61537:2001, MOD).
6. ДСТУ IEC 60695-2-11:2009. Випробування на пожежну небезпеку електротехнічних виробів. Частина 2-11. Методи випробування розжареним/нагрітим дротом. Метод випробування готових виробів на горючість розжареним дротом (IEC 60695-2-11:2000, IDT).
7. ДСТУ 4237-3-23:2004. Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-23. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія В (IEC 60332-3-23:2000, MOD).
8. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
9. ДБН В. 1.2-7-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
10. ДСТУ Б В.1.1-11:2005. Захист від пожежі. Електричні кабельні лінії. Методи випробування на вогнестійкість.

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ, ОСОБЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИНИКНЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ

Климась Р.В., начальник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання;

Якименко О.П., старший науковий співробітник відділу дослідження та статистики пожеж і надзвичайних ситуацій науково-дослідного центру нормативно-правового регулювання

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

За результатами моніторингу стану з пожежами та їх наслідками встановлено, що у 2011 році в Україні сталося 60790 пожеж, матеріальні втрати від яких склали 2 млрд. 659 млн. 700 тис. грн. (з них прямі матеріальні збитки становлять 802 млн. 846 тис. грн., а побічні – 1 млрд. 856 млн. 855 тис. грн.). Унаслідок пожеж загинуло 2869 людей, у тому числі 92 дитини; 1525 людей отримали травми, з них 139 дітей. Упродовж 2011 року в середньому щодня виникало 167 пожеж, унаслідок яких гинуло 8 і отримувало травми 4 людини, вогнем знищувалося або пошкоджувалося 63 будівлі та 9 одиниць техніки. Щоденні матеріальні втрати від пожеж становили суму в 7 млн. 287 тис. грн. Кожною третьою пожежею знищувалася або пошкоджувалася будівля чи споруда. Пожежно-рятувальними підрозділами Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту на пожежах було врятовано 3242 людини, у тому числі 265 дітей; матеріальних цінностей на суму понад 2,3 млрд. грн. Крім того, на пожежах врятовано 31375 будівель і споруд [1].

Будь-яка пожежа завжди є наслідком конкретної причини, встановлення якої дозволяє розробляти та впроваджувати превентивні заходи щодо попередження її виникнення.

Відомо, що розслідування подій, пов'язаних із пожежами, являє собою проблему, оскільки є реальна загроза знищення слідів про обставини й умови її виникнення, особливості розвитку та поширення [2].

У системі Держтехногенбезпеки України питаннями розслідування та дослідження пожеж займаються органи дізнання, дослідно-випробувальні лабораторії територіальних органів Держтехногенбезпеки та фахівці Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту [3].

Дослідження пожеж здійснюється з метою: встановлення осередків пожеж, джерел і технічних причин їх виникнення; визначення умов і обставин, що сприяли виникненню горіння, його розвитку та спричинили тяжкі наслідки; визначення поведінки будівельних конструкцій, виробів і матеріалів під час пожежі; визначення технічного стану й ефективності роботи автоматичних засобів виявлення, оповіщення та гасіння пожеж, систем димовидалення і водопостачання, вогнегасників та інших засобів пожежогасіння; визначення ефективності дій аварійно-рятувальних підрозділів і використання техніки під час гасіння пожеж; виявлення факторів, які спричинили загибель людей; узагальнення даних, отриманих за результатами дослідження пожеж, розроблення на їх основі інформаційних і методичних матеріалів, а також пропозицій щодо вдосконалення профілактичної роботи у сфері пожежної безпеки, засобів, прийомів і способів гасіння пожеж, зниження пожежної небезпеки виробництв та обладнання [4].

Протягом 2011 року в Україні сталося декілька пожеж із тяжкими наслідками, наприклад, це: пожежа у торговельному центрі АТ «Нова лінія», що в с. Нове Запоріжжя Запорізької області, де повністю знищено будівлю, обладнання та продукцію торговельного центру; пожежа у новобудові логістичного комплексу ТОВ «Євробетон», що в с. Перемога Броварського району Київської області, де одна людина загинула та одна постраждала, знищено конструктивні елементи стін та стелі новобудови складу на площі близько 27 тис.

м² [5, 6]; пожежа у санаторії «Поділля», що в м. Хмільник Вінницької області, де загинуло дві особи та постраждало 11 осіб.

У ході дослідження цих пожеж, до яких долучалися фахівці Інституту, було встановлено, що до тяжких наслідків призвели не тільки грубі порушення правил пожежної безпеки на об'єктах, а і застосування будівельних та оздоблювальних матеріалів з підвищеною пожежною небезпекою, недосконалість об'ємно-планувальних рішень приміщень, незабезпечення несучої здатності будівельних конструкцій протягом необхідного часу. А результати вивчення обставин виникнення цих пожеж вкотре довели необхідність проведення системних досліджень, спрямованих на отримання нових даних щодо поведінки конструктивних елементів будівель і споруд в умовах реальних пожеж; впливу пожежонебезпечних властивостей речовин, матеріалів і виробів на процеси виникнення та розвитку пожеж; аналізу ефективності систем запобігання, виявлення та ліквідації пожеж; виявлення проблемних питань і шляхів їх розв'язання щодо забезпечення протипожежного захисту різного роду об'єктів.

Будівельні конструкції, розраховані за всіма правилами будівельної механіки, як правило, експлуатуються десятиліттями. Проте, в умовах пожежі вони можуть руйнуватися протягом декількох годин чи навіть хвилин. При цьому матеріальні втрати, завдані пожежею, значною мірою є наслідком руйнування будівельних конструкцій і споруд у цілому. Дослідження вказують, що прямий збиток від руйнування конструкцій одноповерхової виробничої будівлі площею 10 тис. м², зазвичай, досягає 1 млн. грн. Втрата несучої здатності конструкцій, як правило, призводить до руйнування інженерного та технологічного обладнання, що значно збільшує матеріальні втрати.

Стійкість будівельних конструкцій до впливу небезпечних факторів пожежі значною мірою впливає на процес гасіння пожежі. Руйнування конструкцій несе велику небезпеку як для працівників об'єкту, так і для пожежних.

Під час оцінки ролі будівельних конструкцій і матеріалів у забезпеченні протипожежного захисту слід враховувати, що будівельні конструкції в умовах пожежі можуть не тільки руйнуватися, але й розповсюджувати полум'я своєю поверхнею та виділяти токсичні продукти горіння. Це істотно збільшує тривалість ліквідації пожежі та вплив її небезпечних факторів (температури середовища, концентрації токсичних продуктів горіння та ін.), сприяє розповсюдженню пожежі та збільшує збитки від неї.

Аналіз нормативних документів щодо вимог до показників пожежної безпеки речовин, матеріалів і виробів, результати проведених випробувань, а також дослідження реальних пожеж, дозволило встановити, що 37 % речовин і матеріалів, які застосовуються як покриття для підлоги, 25 % звукоізоляційних, теплоізоляційних матеріалів, 27 % покрівельних матеріалів і 17 % кабельно-провідникової продукції не відповідають вимогам нормативних документів та не дозволяються до застосування. Використання таких речовин, матеріалів і виробів із підвищеними пожежонебезпечними властивостями сприяє швидкому розповсюдженню вогню, перешкоджає гасінню пожеж і рятуванню людей та, як наслідок, впливає на загибель і травмування людей, прямі та побічні збитки.

На теперішній час, під час дослідження реальних пожеж як фахівцями Інституту, так і дослідно-випробувальними лабораторіями, можуть застосовуватись фізико-хімічні методи, а саме: метод вимірювання електроопору обвугленої деревини за допомогою мікропресу, метод газового аналізу із застосуванням приладу УГ-2, магнітний метод для дослідження сталевих та чавунних виробів і конструкцій, методи дослідження причетності електротехнічних пристроїв до виникнення пожеж [7-10], а також методи визначення показників пожежної безпеки речовин, матеріалів і виробів відповідно до ДСТУ Б В.1.1-2 [11], ДСТУ Б В.2.7-19 [12], ДСТУ Б В.2.7-70 [13], ДСТУ 4155 [14] і ГОСТ 12.1.044 [15].

Таким чином, накопичення й узагальнення статистичних даних про пожежі та їх наслідки, даних щодо поведінки будівельних конструкцій і оздоблювальних матеріалів дозволить виявити шляхи підвищення ефективності систем протипожежного захисту

об'єктів, оцінити вплив пожежонебезпечних властивостей речовин, матеріалів і виробів на процеси виникнення, перебігу та гасіння пожеж.

Перелік посилань

1. Климась Р.В. Стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 2011 рік / Р.В.Климась, Д.Я.Матвійчук // Пожежна безпека. – К.: № 2 (149), 2012. – С. 24-25.
2. Специальные инструментальные методы обеспечения предварительного и экспертного исследования объектов пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие / [Шульгин С.О., Колмаков А.И., Ключников В.Ю., Афанасьев И.Б., Довбня А.В.]. – М.: ГУ ЭКЦ МВД РФ, 2003. – 95 с.
3. Наказ МНС України Про взаємодію органів дізнання в системі МНС, Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки та дослідно-випробувальних лабораторій під час виїзду на пожежі, огляду місця пожежі та здійснення дізнання від 06 серпня 2007 року № 535.
4. Хом'як Я.І. Організація діяльності дослідно-випробувальних лабораторій територіальних органів управління МНС з дослідження пожеж / Я.І. Хом'як, Т.М. Скоробагатько, Р.В. Климась // Судова експертиза. Сучасний стан та перспективи розвитку: Тези доповідей. – К.: Міністерство юстиції України, 2010. – С. 309-311.
5. Антонов А.В. Дослідження пожежі в торговельному центрі АТ «Нова лінія» / А.В. Антонов, В.В. Коваленко, Р.В. Климась // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 1 (23), 2011. – С. 7-12.
6. Климась Р.В. До питання дослідження пожеж у торговельно-складських спорудах / Р.В. Климась, А.В. Антонов, В.В. Коваленко // Пожежна безпека – 2011: Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції, 17-18 листопада 2011 р. – Харків: НУЦЗ України, 2011. – С. 38-39.
7. Шалупін А.В. Методичне забезпечення діяльності дослідно-випробувальних лабораторій за напрямком дослідження пожеж / А.В. Шалупін, Н.М. Богущ // Пожежна безпека: теорія і практика: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2011. – С. 92-95.
8. Методи дослідження пожеж. Методичний посібник / [Климась Р.В., Кріса І.Я., Саріогло Д.П., Скоробагатько Т.М., Степаненко С.Г., Шалупін А.В., Хом'як Я.І., Якименко О.П.]. – К.: ТОВ «Поліграфцентр «ТАТ», 2010. – 240 с.: кольор. іл.
9. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров / Б.В. Мегорский – М.: Стройиздат, 1966. – 347 с.
10. Комплексная методика определения очага пожара / Смирнов К.П., Чешко И.Д., Голяев В.Г., Егоров Б.С. – Л.: ЛФ ВНИИПО МВД СССР, 1986. – 114 с.
11. ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96) Матеріали будівельні. Метод випробувань на займистість.
12. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) Матеріали будівельні. Метод випробувань на горючість.
13. ДСТУ Б В.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97) Матеріали будівельні. Метод випробувань на розповсюдження полум'я.
14. ДСТУ 4155-2003 Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість (ІМО-Res. А. 471 (XII). NEQ).
15. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (ССБП. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей та методы их визначення).

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ДУГОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ И КОМПЕНСАЦИЕЙ ЕМКОСТНЫХ ТОКОВ

Бедим И. В., студент; Дергилев М.П., к.т.н., доц.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

В настоящее время в условиях постоянно ухудшающегося технического состояния распределительных сетей среднего класса напряжения все сильнее обостряется проблема надежности электроснабжения потребителей электрической энергии. Наиболее опасные ситуации, сопровождающиеся групповым выходом из строя электрооборудования, возникают при дуговых замыканиях фазы на землю. Чаще всего повреждаются электродвигатели и кабели, и в меньшей мере – другое оборудование.

За многолетний опыт эксплуатации этих сетей и большой объем выполненных исследований накоплен значительный научный и экспериментальный материал по электрофизическим основам генерации дуговых перенапряжений. Показано, что качественные и количественные параметры их в значительной мере определяются емкостью фаз по отношению к земле и междуфазной емкостью сети, индуктивностью источника питания и трансформаторов, характера нагрузки, сопротивления в месте замыкания фазы на землю и т.д. Для возникновения предельной кратности перенапряжений в сети с заданными параметрами решающее значение оказывают: величина мгновенного значения напряжения на поврежденной фазе в момент первичного зажигания дуги, момент погасания дуги и напряжения при повторном и последующих зажиганиях дуги, а также характер процесса восстановления электрической прочности дугового промежутка после гашения дуги. Характерная осциллограмма переходных процессов на элементах сети при дуговом замыкании фазы на землю представлена на (рис. 1).

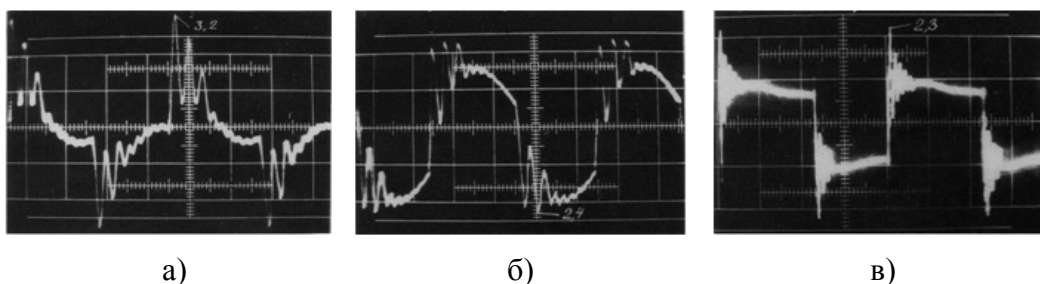


Рисунок 1 – Осциллограммы перенапряжений на двух неповрежденных (а и б) и в нейтрали (в) электрической сети с изолированной нейтралью при дуговом замыкании фазы на землю

Следует однако подчеркнуть, что при проведении этих исследований с использованием физических и математических моделей за исходную всегда принималась, что сеть транспонирована, симметрична, смещения нейтрали, а значит перекосов напряжения по фазам нет [1, 2]. Важно заметить, что такой подход к постановке задачи исследования вступает в противоречия даже нормативным документам по эксплуатации электроустановок. Так согласно ПУЭ при эксплуатации сетей рассматриваемого класса напряжения допускаются следующие смещения нейтрали: 15 % – длительно, 30 % – в течении одного часа и 100 % в течении двух часов.

Кроме этого, в процессе длительной эксплуатации на изоляцию электрооборудования постоянно воздействуют: электрические, механические, тепловые и химические воздействия, приводящие к образованию в ней газовых включений. При появлении этих включений в непосредственной близости от потенциальных проводников, где напряженность электрического поля может превысить критическую, в них начинается ионизация и частичные разряды, которые с течением времени развиваются в стримерные искровые разряды с образованием напряженных проводящих древовидных побегов, проростающих

вглубь изоляции. Такие побегы, с одной стороны увеличивают сквозную проводимость через изоляцию, т.е. снижают ее сопротивление, а с другой шунтируют часть емкости объекта по отношению к земле и междуфазной емкости.

Поэтому, в данной работе проведен большой объем исследований по оценке влияния указанных факторов на параметры схемы замещения изоляции электрооборудования, находящегося в длительной эксплуатации. В работе был проведен анализ результатов длительных измерений емкости C_x , $\tan \delta$ и R различных по мощности двадцати четырех силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и их высоковольтных вводов типа ГБМТ-110 ОАО «Донецкоблэнерго» с бумажно-масляной изоляцией и трёх кабелей типа АСБ-3-240 ОП «Донецкие электрические сети». Исследуемые объекты находились в эксплуатации в пределах от 23 до 45 лет. Результаты проведенных исследований показали, что вследствие неидентичности процессов в изоляции каждой из фаз распределительной сети в процессе при длительной ее эксплуатации развивается несимметрия емкостной и активной проводимостей через изоляцию фаз, а также, более чем на порядок, возрастают диэлектрические потери, что приводит к смещению нейтрали и возникновению перекосов напряжения по фазам в нормальном эксплуатационном режиме работы сети. Причем у кабелей эта несимметрия значительно больше, чем у трансформаторов. Так, если при примерно одинаковом сроке эксплуатации несимметрия емкости у трансформаторов составила в пределах 6-7 % и только в отдельных случаях достигла 12 %, то у кабелей она изменялась в пределах 14-17 %. Установлено, что несимметрия емкостной проводимости через изоляцию существенно больше влияет на смещение нейтрали сети, чем несимметрия активной составляющей проводимости через изоляцию. Так, несимметрия активной проводимости через изоляцию в несколько процентов практически не приводит к большому перекосу напряжений по фазам, в то время как несимметрия ёмкостной проводимости, особенно в сетях с ДГК, может привести к резкому изменению напряжений по фазам, что хорошо иллюстрируется (рис. 2). Исходя из изложенного в работе проведен большой объем экспериментальных исследований по оценке влияния несимметрии напряжений по фазам в сети на качественные и количественные параметры дуговых перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью и компенсацией ёмкостных токов на землю. Отдельные результаты этих исследований представлены на (рис. 3), которые указывают на существенное увеличение кратности дуговых перенапряжений при наличии в сети несимметрии напряжений по фазам, что подтверждается экспериментами в реальных сетях. В работе предложены пути по совершенствованию условий работы электрооборудования в указанных сетях.

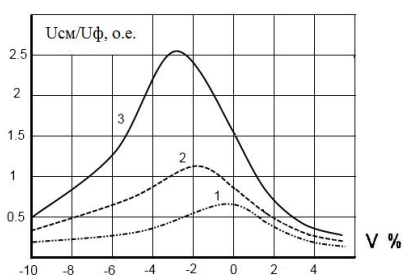


Рисунок 2 – Зависимость напряжения смещения нейтрали от степени расстройки ДГК в сети ($I_{\text{зам}} = 30$ А) при изменении несимметрии ёмкости в пределах 3 (1), 5 (2) и 10 % (3)

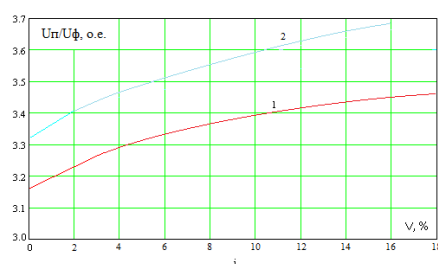


Рисунок 3 – Зависимость кратности дуговых перенапряжений от степени смещения нейтрали в сети 6-10 кВ (1 – $I_{\text{зам}} = 3$ А; 2 – $I_{\text{зам}} = 15$ А)

Перечень ссылок

1. Лихачёв Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и компенсацией ёмкостных токов. – М., «Энергия», 1971. – 151 с.
2. Сивокобыленко В.Ф., Дергилёв М.П., Левшов А.В. и др. Совершенствование работы распределительных сетей напряжением 6-10 кВ. Наукові праці ДонНТУ. Серія «Електротехніка і енергетика», випуск 67. Донецьк: ДонНТУ, 2003 – с 69-76.

ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ КОМПЛЕКТНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ В БЕТОННІЙ ОБОЛОНЦІ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В МІСЬКИХ МЕРЕЖАХ

Ніжник В.В., к.т.н.

(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна)

Комплектна трансформаторна підстанція в бетонній оболонці для встановлення в міських мережах призначена для приймання, перетворення та розподілу електроенергії в міських мережах. Підстанція не передбачає можливості доступу обслуговуючого персоналу до приміщень камер трансформатору, обслуговування трансформаторів здійснюється із зовні підстанції через дверні прорізи у зовнішній стіні.

Підстанція має наступні параметри: габарити 6,0х3,1х3,56 м; підземна частина глибина 1,2 м; надземна частина 2,36 м; потужність трансформаторів 2х1000 кВА.

Підстанція виконується із бетону ззовні покритого теплоізоляційною сумішшю з подальшим оздобленням зовнішніх стін фасадною фарбою. Дах трансформаторної підстанції прикріплюється із середини до стіни у 8 місцях за допомогою болтів та має виступ 9 см. Усі влаштовані двері з металу 1,5 мм та вентиляційні елементи металу 1,5 мм, беручи до уваги рами, оцинковані та пофарбовані. В трансформаторах 1 та 2 знаходиться більше 600 літрів трансформаторного масла.

Метою цієї роботи є обґрунтування вимог пожежної безпеки до комплектних трансформаторних підстанцій в бетонній оболонці для встановлення їх в міських мережах.

Противопожежний захист трансформаторної підстанції повинен передбачати заходи щодо попередження поширення пожежі за межі підстанції. Зокрема клас вогнестійкості будівельних конструкцій повинен відповідати, як для будинків не нижче II ступеня вогнестійкості. У системі зовнішньої теплоізоляції зовнішніх стін повинні використовуватися будівельні матеріали за пожежною небезпекою не гірші за Г1, РП1.

Заходи, що перешкоджають поширення пожежі в середині Підстанції повинні передбачати встановлення трансформаторів в окремих камерах, які між собою відокремлюються глухими противопожежними перегородками з класом вогнестійкості не нижче ніж EI 45, а від приміщень РУ глухими противопожежними перегородками з класом вогнестійкості не нижче ніж EI 60. При цьому камери повинні мати окремі дверні прорізи у зовнішніх огорожувальних конструкціях, заповнення яких виконується дверми, що виготовлені із негорючих матеріалів. Перекриття між кабельними каналами та приміщеннями РУ виконуються знімними листами із негорючих матеріалів. Допускається використовувати дерев'яні знімні листи при цьому деревина та вироби із неї обробляються засобами вогнезахисту, які забезпечують I групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363 та які переводять її до матеріалів за групою горючості до важкогорючих згідно з ГОСТ 12.1.044 та до матеріалів за індексом поширення полум'я, що помірно поширюють полум'я поверхню. Верхні шари такого покриття виконуються із матеріалів, що мають такі показники пожежної безпеки Г2, В2, РП2.

Для запобігання розтікання масла по всій поверхні підстанції передбачається маслоприймач, який має здатність приймати повний об'єм оливи всіх трансформаторів і виконується із маслонепроникних та маслостійких будівельних матеріалів.

Допускається застосовувати маслоприймач без відведення масла в маслосбірник у разі виконання наступних вимог:

- облаштування листа із негорючого матеріалу (металевий лист товщиною 1-1,5 мм) в камері трансформатора;
- лист повинен мати ухил не нижче ніж 2 % у бік дверного прорізу;

- лист повинен герметично перекривати всю поверхню маслоприймача та мати у нижній частині ухилу перфоровану ділянку по всій ширині листа з перфорацією не менше ніж у два ряди. Діаметр перфорації повинен складати 10-12 мм;
- лист біля зовнішніх дверей повинен мати отвір діаметром 10-15 см для можливості збору масла. Отвір повинен закриватися сіткою з чарункою 6х6 мм;
- рівень нижньої частини листа повинен бути виконаний не менше ніж на 20 см нижче дверного прорізу;
- лист повинен встановлюватися таким чином, щоб під час виливу всього об'єму масла трансформаторів її рівень був нижче нижньої частини листа не менше ніж на 5 см;
- трансформатори та їх елементи не повинні передавати механічну навантагу на зазначений лист.

Із інженерних та організаційно-технічних заходів слід передбачати в камерах трансформаторів вентиляційну систему, яка повинна забезпечувати відведення теплоти в такій кількості, щоб нагрівання трансформатора не перевищувало максимально припустимого значення. Приміщення РУ обладнуються вогнегасником ОП-5 їх кількість на всю підстанцію повинна бути не менше 2-ох.

Таким чином визначені заходи можуть використовуватися під час розроблення індивідуальних технічних вимог або концепцій забезпечення протипожежного захисту комплектних трансформаторних підстанцій в бетонній оболонці для встановлення в міських мережах на які відсутні норми проектування та в подальшому для розроблення нових державних будівельних норм.

Перелік посилань

1. ДБН В.1.1-7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Видання офіційне. Державний комітет України з будівництва та архітектури Київ 2003 р. – 39 с.
2. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт», Харьков, 2009. – 704 с.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЕРЕНЦІЮ

Запрошення

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» щорічно проводить на базі кафедри Електропостачання промислових підприємств і міст електротехнічного факультету Всеукраїнську науково-технічну конференцію викладачів, аспірантів і студентів «Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів».

Організаційний комітет запрошує Вас прийняти участь у роботі конференції та виступити із доповідями. Матеріали доповідей будуть опубліковані у збірнику наукових праць конференції.

Мета конференції – обмін інформацією із прогресивних результатів науково-дослідної роботи викладачів, аспірантів і студентів в області сучасних проблем систем електропостачання промислових та побутових об'єктів.

Тематики конференції: загальні питання розвитку, розробки та експлуатації систем електропостачання; комерційний та технічний облік електроенергії; математичне моделювання режимів роботи електричних та електромеханічних систем; діагностування, моніторинг та надійність електрообладнання; електричні апарати та релейний захист; електромагнітна сумісність; нетрадиційні джерела електричної енергії; технології Smart Grid; вибухозахищене та гірниче електрообладнання; охорона праці та пожежна безпека при розробці та експлуатації систем електропостачання; оцінка вибухо- та пожежонебезпечки приміщень; оцінка ризиків та живучості при експлуатації вибухо- та пожежонебезпечних виробництв.

Інформація

Для участі в роботі конференції необхідно подати в Оргкомітет: заявку на участь; текст статті – не більше двох повних сторінок, включаючи рисунки, в одному екземплярі; електронну версію заявки та текст статті.

Робочі мови конференції – українська, російська, англійська.

Витрати на проживання, харчування та транспорт учасники конференції несуть самостійно.

Проезд від залізничного вокзалу тролейбусом № 2 або автобусом № 2 до зупинки «Технічний університет», трамваєм № 1 до зупинки «пл. ім. Ф.Е. Дзержинського», від аеропорту – тролейбусом № 9 до зупинки «Парк ім. Щербакова», від автовокзалу «Західний» – автобусом № 73а до зупинки «Парк ім. Щербакова», від автовокзалу «Південний» – пішки у бік вул. Артема близько 300 м.

Вимоги до оформлення

1. Текст рукопису статті виконується на білому папері формату А4 (210х297 мм) з полями 20 мм з усіх боків. Сторінки не нумерувати (нумерацію виконати олівцем у нижньому правому куті). Рукопис статті оформити на комп'ютері із застосуванням редактора Microsoft Word шрифтом Times New Roman розміром 12 пт., роздрукувати в одному екземплярі з високою якістю друку.

2. Графічний матеріал варто виконувати впровадженими об'єктами та розташовувати після згадування в тексті. Під кожним рисунком вказується його номер та назва у вигляді напису Microsoft Word, яка згрупується із рисунком: Рисунок 1 – Назва рисунку. Рисунки відділяються від основного тексту інтервалом 6 пт зверху та знизу. Обтікання тестом – зверху та знизу. Всі позиції, позначені на рисунку, повинні бути пояснені в тексті.

3. Математичні формули виконуються в редакторі формул Microsoft Equation. Формули нумеруються (праворуч у круглих дужках, не відступаючи від правого поля) у тому випадку, якщо на них у тексті є посилання. Між крайніми знаками формули та текстом повинен виконуватися інтервал 6 пт.

4. Таблиці повинні мати назву та номер: Таблиця 1 – Назва таблиці. Таблиця розташовується після згадування по тексту та відділяється від основного тексту інтервалом 6 пт зверху та знизу.

5. Перелік посилань (не більше трьох) повинен бути наведений наприкінці статті та складений у порядку згадування у тексті. Посилання на літературу містяться у квадратних дужках.

6. Порядок оформлення. Структура подання матеріалу статті повинна відповідати наступній схемі (дивись зразок оформлення матеріалів): у лівому верхньому куті проставляється індекс по універсальній десятковій класифікації (УДК); через один рядок друкується назва статті прописними напівжирними (Ж) буквами, без переносів та по центру; через один рядок друкуються напівжирними буквами прізвища та ініціали авторів (не більше трьох), посада та вчений ступінь (якщо є); на наступному рядку друкується курсивом не жирними буквами повне найменування установи, яку представляють автори, місто та країна її місцезнаходження; через один рядок друкується основний текст статті (мова викладу на вибір авторів, міжстрочний інтервал 1, відступ 10 мм); через один рядок друкується перелік посилань.

7. Матеріали статті, які не відповідають перерахованим вимогам, а також ті, що надійшли в оргкомітет із запізненням, опубліковані не будуть.

Адреса оргкомітету

ДВНЗ «ДонНТУ», електротехнічний факультет, кафедра ЕПМ, вул. Артема, 83001, м. Донецьк, Україна, 8-й учбовий корпус, к. 8.402. Тел.: (062) 301-03-06, (066) 196-40-52, (063) 673-02-32 (Сольоний Сергій Валентинович). Сайт конференції: http://etf.donntu.edu.ua/konf_epm/. E-mail конференції: konfepm@donntu.edu.ua.



Наукове видання

***СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ОБ'ЄКТІВ***

Збірник наукових праць

*I Всеукраїнської науково-технічної конференції
викладачів, аспірантів і студентів*

м. Донецьк, 18-19 жовтня 2012 р.

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф., зав. каф. ЕПМ – О.П. Ковальов

Редагування, коректура

та комп'ютерна верстка: к.т.н., доц., доц. каф. ЕПМ – С.В. Сольоний

Підписано до друку 10.10.2012. Формат 60х84 $\frac{1}{8}$
Папір офсетний. Друк різнографія.
Ум. друк. арк. 20. Обл.-вид. арк. 18
Тираж 70 прим.

Надруковано: РВВ ДонНТУ, 83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58.
9-й уч. корп. тел. (062) 301-03-04