

ОКЕУ 2013

**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ**

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**



**ПРОГРАМА
22-24 жовтня 2013 р.**

2013

OCEI 2013

OPTIMUM CONTROL OF ELECTRIC INSTALLATIONS

**II INTERNATIONAL SCIENTIFIC-ENGINEERING
CONFERENCE**



PROGRAM
October 22-24, 2013

2013

Зміст

Авраменко В.М., д.т.н., проф.; Гурєєва Т.М., Юнєєва Н.Т., к.т.н. МОДИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗРАХУНКАХ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ САМОЗАПУСКУ АСИНХРОНИХ ДВИГУНІВ.....	14
Артюх С.Ф., д.т.н., проф.; Червоненко І.І., аспірант СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КПД ГИДРОТУРБИН, РАБОТАЮЩИХ С ПЕРЕМЕННЫМИ НАПОРАМИ.....	15
Бажутин Д.В., аспірант МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ КРАНОВЫХ УСТАНОВОК В ПАКЕТЕ COMSOL MULTIPHYSICS.....	16
Бондаренко Є. А., к.т.н., доцент ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКОЮ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ	17
Бурбело М. Й., д.т.н., проф.; Мельничук С. М., аспірант ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСУЮЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ В МЕРЕЖАХ З ЕФЕКТИВНО ЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ.....	18
Бялобржеський О.В., к.т.н., доц. СПЕКТРАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОДНОФАЗНОГО АКТИВНОГО ФІЛЬТРО-КОМПЕНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА БАЗІ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ.....	19
Владимиров Ю.В., к.т.н., доц. ЗВАЛИЩА ТПВ ЯК ДЖЕРЕЛО ПОНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ	20
Владимиров Ю.В., к.т.н., доц.; Малишева Д.О. ДОКАЗ У ПРИКЛАДАХ НЕСПРОМОЖНОСТІ МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛАТИ ЗА ПЕРЕТІКАННЯ РЕАКТИВНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВИРІШУВАТИ ПРОБЛЕМУ КРП	21
Гай О.В., к.т.н., доц., Бодунов В.М. ВРАХУВАННЯ ОСТРІВНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ВИБОРІ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ.....	21
Гладь І. В., к.т.н., доц.; Кіянюк О. І., аспірант ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВІДНИХ НАСОСІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ БАСЕЙНУ	22

Гладь І.В., к.т.н., доц.; Соломчак А.О., магістр. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОСТІ ГРУПОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ	24
Говоров П.П., д.т.н., проф.; Говоров В.Ф., асп.; Король О.В., асп.; Говорова К.В., студ. КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ	25
Говоров П.П., д.т.н., проф.; Король О.В., асп.; Говорова К.В., студ. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ МІСТ	26
Грабко В.В., д.т.н., проф.; Варавва М.О. ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ГІДРОГЕНЕРАТОРА	27
Грабко В. В. , д.т.н., проф.; Левицький С. М., к.т.н, доц.; Розводюк М. П., к.т.н, доц.; Кніжнік Є. Н., аспірант СПОСІБ ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО ДАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ	28
Грабко В.В., д.т.н., проф.; Бомбик В.С., студент ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ	29
Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Жданов Р.В.; Гапон Д.А., к.т.н.; Зуев А.А., к.т.н. ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ УСТРОЙСТВА С АКТИВНЫМ ВЫПРЯМИТЕЛЕМ .	30
Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Сендерович Г.А., д.т.н.; Щербакова П.Г., к.т.н. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛЕВОГО ВКЛАДА ПОТРЕБИТЕЛЯ В ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ СИНУСОИДАЛЬНОСТИ КРИВОЙ НАПРЯЖЕНИЯ	31
Девятко М. В., к.т.н.; Милосердов В.О., к.е.н., Волоцький А.М., ас.; ПРО ОДИН СПОСІБ СИМЕТРУВАННЯ НЕПОВНОФАЗНОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	32
Демов О. Д., к.т.н., доц. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМЕНСУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК В РОЗПОДІЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ.....	33
Демов О.Д., к.т.н., доц.; Пірняк В.М., магістр; Півнюк Ю.Ю., магістрант РОЗРАХУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЕКВІВАЛЕНТІВ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ОСНОВІ ВІДНОСНИХ СПАДІВ НАПРУГИ.....	34

Демов О. Д., к.т.н., доц.; Шулле Ю. А., к.т.н.; Захаров В. В. СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ЕЛЕКТРОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	35
Денисюк С.П., д.т.н., проф.; Базюк Т.М., аспірант ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АКТИВНОГО СПОЖИВАЧА В СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ	36
Діхтярук, І.В. аспірант ВИКОРИСТАННЯ РОЗ'ЄДНУВАЧІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ СЕКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ	37
Добровольська Л.Н., к.т.н., доц. ОСНОВНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕРЕЖАМИ В РИНКОВИХ УМОВАХ	39
Дорошенко А. Л., асп., пров. інж. ОГЛЯД РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З МАШИНОЮ ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА РІЗНИМИ ТИПАМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ.....	40
Доценко С.І., к.т.н., доц. ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА	41
Журахівський А.В., д.т.н., проф.; Кенс Ю.А., к.т.н., доц.; Яцейко А.Я., к.т.н., доц., Масляк Р.Я. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗБУРЕННЯ, ПРОТІКАННЯ ТА БОРОТЬБИ З ФРП У МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЮ.....	42
Заболотный А.П., к.т.н., доц.; Дьяченко В.В., старш.препод.; Даус Ю.В., аспірант; Пилипенко А.С., магістр ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ГЕНЕРАЦИИ НА СТРУКТУРУ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	43
Замулко А.І., к.т.н., доц.; Веремійчук Ю.А., аспірант ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ГРУП СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	44
Ивакина Е.Я., аспірант АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ	45

Кирик В.В., д.т.н., проф.; Губатюк О.С., асистент РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМУ НАПРУГИ МЕРЕЖІ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ.....	46
Кирик В.В., д.т.н., проф.; Нагорний Р.В., аспірант ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ У НЕНАВАНТАЖЕНОМУ СИЛОВОМУ АВТОТРАНСФОРМАТОРІ ПРИ ГЕОМАГНІТНИХ ЗБУРЕННЯХ.....	47
Коменда Н.В., к.т.н. КОМПЛЕКСНА МОРФОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ.....	48
Коноплінський М.А., аспірант ІДЕНТИФІКАЦІЯ АКТИВНИХ ОПОРІВ СТАТОРА І РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З МАЛИМ ЧАСОМ ЗБІЖНОСТІ	49
Кравчук С.В., магістр. ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЦЬ ПІДЄДНАННЯ І ПОТУЖНОСТЕЙ ГЕНЕРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	50
В.Г. Кузнецов, д.т.н.; Босий Д.О., к.т.н.; Кирилюк Т.І., асистент СХЕМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В КОНТАКТНІЙ МЕРЕЖІ.....	51
В.Г. Кузнецов, д.т.н., доц.; О.І. Саблін, к.т.н., доц. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ.....	52
В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикін, к.т.н. доц.; В.А. Видмиш, асистент ВРАХУВАННЯ ЗМІННИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЇЇ РЕЖИМАМИ.....	53
В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикін, к.т.н., доц.; Ю.В. Малогулко, аспірант ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕТІКАНЬ АКТИВНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТЕЙ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ ЗАСОБАМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ	54
В.В. Кулик, к.т.н., доц.; С.Я. Вишневський, асистент КЕРУВАННЯ ПЕРЕТІКАННЯМИ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ З ДАЛЬНІМИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧАМИ НА ПІДСТАВІ КОМПЕНСАЦІЇ ЇХ ПОПЕРЕЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ	55
В.П. Курочка к.т.н., ст.. викл., Д.П. Курочка аспірант ДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРА	56

В.М. Кутін(д.т.н., проф.); О.Є. Рубаненко:(к.т.н., доц.);С.В. Мисенко(асп).
МЕТОД КОНТРОЛЮ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕГАЗОВИХ
ВИМИКАЧІВ 57

Кутін В.М., д.т.н., проф.; Шпачук О.О., аспірант
МОДЕЛЮВАННЯ СТРУМУ В РЕАГУЮЧОМУ ОРГАНІ ПРИСТРОЮ
ЗАХИСТУ ВІД ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ ОБМОТКИ
СТАТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА, ЩО ПРАЦЮЄ В БЛОЦІ З
ТРАНСФОРМАТОРОМ 58

В. М. Лагутін, к.т.н., доцент; В. В. Тептя, к.т.н.
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ
ТРАНСФОРМАЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ 59

Лежнюк П. Д., д.т.н., проф.; Комар В. О.,к.т.н., доцент; Собчук Д. С.
ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ НА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАЛАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ 60

Лежнюк П. Д., д.т.н. проф.; Котилко І. В., аспірант
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ НА
НОРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ 61

Лежнюк П.Д., д.т.н., проф.; Черемисин Н.М., к.т.н., проф.;
Черкашина В.В., к.т.н., доц.
УНИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В УСЛОВИЯХ РЫНКА
ДВУСТОРОННИХ ДОГОВОРОВ И БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ..... 62

Левицький С.М., к.т.н, доц.; Бартецький А.А., студент
Спосіб ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ КІЛ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
ЧАСТОТНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ 63

Лещук О.Ю., аспірант
МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО
ЗГОРАННЯ ГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ 64

Ляхова Н.М., студентка
АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В
УМОВАХ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ КРИВБАСУ 65

Маляренко В. А., д.т.н., проф.; Щербак І. Е., аспірант
УПРАВЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ-РЕГУЛЯТОРАМИ ДЛЯ
РЕГУЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 66

Мельник О.Є., к.т.н., доц.; Харитонов О.О., ст. викл.

ОГЛЯД РОЗРОБОК СИСТЕМ ПІДГОТОВКИ КЕРУЮЧИХ РІШЕНЬ ПО
ПРОФІЛАКТИЦІ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ У
ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ 67

Мокін Б.І., акад. НАПНУ, д.т.н., проф.; Лобатюк Ю.А., аспірант

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ОБРИВУ
ПНЕВМАТИЧНОЇ МАГІСТРАЛІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОЇЗДА 68

Мокін Б. І. , акад. НАПНУ, д.т.н., проф.; Мокін О. Б. , д.т.н., доц.; Базалицький
В. П. , аспірант

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ,
СТВОРЮВАНИХ ЗАЛІЗНИЧНИМИ ПОТЯГАМИ 69

Мокін О. Б. , д.т.н., доц., Фоліушняк О. Д. , аспірант

ОПТИМІЗАЦІЯ РУХУ НЕЗАВАНТАЖЕНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ..... 70

Мороз В., д. т. н., проф.; Снітков І., с.н.с.; Харчишин Б., к. т. н., с. н. с.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ПАРАМЕТРИЧНЕ
ПРОЕКТУВАННЯ СИНХРОННИХ ВИКОНАВЧИХ ДВИГУНІВ
МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ЗБУДЖЕННЯ..... 71

Мороз В., д.т.н., проф.; Коновал В., к.т.н., доц.

МОДЕЛЮВАННЯ динаміки ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ ВІДОБРАЖЕННЯ НУЛІВ/ПОЛЮСІВ 72

Нетребський В.В., к.т.н.; Остра Н.В., к.т.н., Співак І.А., студентка

КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДЖЕРЕЛ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ 73

Островерхов М.Я., д.т.н., доц.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ З
СИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ..... 74

Паранчук Я.С., д.т.н., проф.; Головач І.Р., к.т.н., доц.; Мацигін А.Б., асп.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНОК ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРИЧНИЙ РЕЖИМ
ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ..... 75

Плахтий А.А., аспірант

АНАЛИЗ ТРЕХФАЗНЫХ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С КОРРЕКЦИЕЙ
КОЭФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ДЛЯ ПОДСТАНЦИИ ПОСТОЯННОГО
ТОКА 76

Пересада С. М., д.т.н., проф.; Диннік Т.В., аспірант

АДАПТИВНИЙ СПОСТЕРІГАЧ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ 77

- Пересада С. М., д.т.н., проф.; Ковбаса С. Н., к.т.н., доц.;
Воронко А. Б., аспірант
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ И
ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛГОРИТМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ
МОМЕНТА ДЛЯ ТЯГОВЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ 78
- Пересада С.М., д.т.н., проф.; Трандафилов В.Н., асп.
ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАБЛЮДАТЕЛЯ, ИНВАРИАНТНОГО
К ВАРИАЦИЯМ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РОТОРА 79
- Петрушенко О.Ю.; О.О. Рубаненко, к.т.н.
ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС З
ВРАХУВАННЯМ НОРМАТИВНОГО ЗНАЧЕННЯ ТГФ КРИТЕРІАЛЬНИМ
МЕТОДОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ 80
- Попов В.А., к.т.н., доц.; Ярмолук О.С., аспірант
КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ КОМПЛЕКСНИХ ДЖЕРЕЛ
ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ 81
- Попов В.В., к.т.н., доц.; Комарічина Д.І., магістрантка
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ
ТРАНСФОРМАТОРА ЗА УМОВАМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛЬНИХ
ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ 82
- Приймак Б.І., к.т.н., доц.
ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕКТОРНО-КЕРОВАНОГО АСИНХРОННОГО
ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВИСОКИХ ШВИДКОСТЯХ РОТОРА 83
- Приймак Б.І., к.т.н., доц.
ГЕНЕТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ
АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ 84
- Притискач І.В., аспірант
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ
ОЦІНКИ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ СИЛОВИХ
ТРАНСФОРМАТОРІВ..... 85
- Розводюк М.П. , к.т.н., доц.; Діденко І.О. , студентка
ОСОБЛИВОСТІ СТРУМОЗНІМАННЯ ПАНТОГРАФОМ..... 86
- Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Килимчук А.В., аспірант, Зла-Шелест А.В.,
студентка
ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ
ЛОКАЛЬНИМИ САК З ВРАХУВАННЯМ СИСТЕМНОГО ЕФЕКТУ 87

Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС 3
УРАХУВАННЯМ СТАНУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ 88

Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Жук І.А.

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТІЙНОГО
СТРУМУ 89

Рубаненко О.О., к.т.н.; Гунько І.О., магістрантка

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС 3
ВРАХУВАННЯМ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРІВ З РПН..... 90

Савенко А. Е., аспірант

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С
ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ..... 91

Семенюк Н.В., аспірантка; Лежнюк П.Д., д.т.н., проф..

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКІВ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ І ЕНЕРГІЇ
ВІД ТРАНЗИТНИХ ПЕРЕТОКІВ..... 92

Серебренніков С.В., к.т.н., доц., Петрова К.Г., асп.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРО-
НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ..... 93

Сивокобиленко В.Ф., д.т.н., проф.; Василець С.В., к.т.н.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА 3
УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОГО НАСИЧЕННЯ..... 94

Синчук О.Н., д.т.н., проф., Гузов Э.С., к.т.н., доц., Яловая А.Н., соиск.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ 95

Сінчук О.М., д.т.н., проф.; Берідзе Т.М., к.т.н., доц.; Ялова А.М., соиск.;
Бауліна М.А., асп.

ФОРМУВАННЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ СИСТЕМИ ЧИННИКІВ
ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
ГІРНИЧОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ 96

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

АВТОНОМНА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ
ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ..... 97

Синчук О.Н., д.т.н., проф.; Устенко О.В., д.т.н., проф.; Сменова Л.В., студентка
БОРТОВАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЛАГАЕМЫХ ТЯГОВОГО
АСИНХРОННОГО ПРИВОДА ДВООСНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ 98

Сільвестров А.М., д.т.н., проф.; Скринник О.М., ас.; Уманська К.В.
ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ КУСКОВО-АНАЛІТИЧНИХ
ЗАЛЕЖНОСТЕЙ 99

Собчук В.С., к.т.н., проф.; Собчук Н.В., к.т.н., доц.;
Слободянюк О.В., к.п.н., ст. викл.
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ПОКАЗНИКА
ЕФЕКТИВНОСТІ ГРОЗОЗАХИСТУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ
ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ 100

Сулейманов В. М., к.т.н., проф.; Баженов В. А., к.т.н., доц.; Кацадзе Т. Л., к.т.н.,
доц.
ПІДВИЩЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ НАДІЙНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ
УСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ 101

Терешкевич Л.Б., к.т.н., доцент.; Бандура І.О., к.т.н.; Владико О.С., магістрант
ВНУТРІШНЄ СИМЕТРУВАННЯ У ВУЗЛАХ ПРИЄДНАННЯ ЛІНІЙ З
ОДНОФАЗНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМ 102

Тимохін О.В., ст. викл.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПО
РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 0,4-10кВ 103

Фёдоров О.В., д.т.н., проф.; Малышев Ю.С., к.т.н.
АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНСТРУКТИВНО-
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЛИЗОСТИ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
СУДОВЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ 104

Федорів М.Й., к.т.н., доцент; А.І. Поточний, аспірант
ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ
ЕЛЕКТРОБУРІННЯ 105

Фесюк О.В., аспірант
WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО
ДОБОВОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОБЛОКІВ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ.... 106

Халимов В.В.Ё к.т.н., доц.; Бурый С.В., магистр
ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ 107

Халімовський О.М., к. т. н., доц.; Чегел В.І. к. ф.-м. н., с. н. с.;

Литвин В.К., асп.; Лопатинський А.М., н. с.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОШУКУ МАКСИМУМУ ІНТЕНСИВНОСТІ
ФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО СИГНАЛУ ПРИ ТЕСТУВАННІ СТРУКТУР
БІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ 108

Черненко П.О., д.т.н., проф.; Мартинюк О.В., к.т.н.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОРИГУВАННЯ МІСЯЧНОГО СПОЖИВАННЯ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ В ЗАДАЧІ
СЕРЕДНЬОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ..... 109

Черненко П.О., д.т.н., проф.; Мартинюк О.В., к.т.н.; Мірошник В.О., аспірант
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОРОТКОСТРОКОВОГО
ПРОГНОЗУВАННЯ СУМАРНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
ЕНЕРГОСИСТЕМИ ШНМ ТИПУ БАГАТОШАРОВИЙ ПЕРСЕПТРОН 110

Чибеліс В.І., к.т.н., доц., Білецький О.О., аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ ЄМНОСТІ І ПОСЛІДОВНОГО ОПОРУ
СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ 110

Шевченко С.Ю., к.т.н., проф.; Довгальук О.М., к.т.н., доц.; Піротті О.Є., к.т.н.,
доц.; Єрмоленко Б.Ф.

ЗАСТОСУВАННЯ ОБМЕЖУВАЧІВ ПЕРЕНАПРУГ ДЛЯ ЗАХИСТУ
КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ..... 111

Шулле Ю. А., к.т.н.; Девятко М. В., к.т.н.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ
КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID ТА ШЛЯХ ДО ЕФЕКТИВНОГО
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ..... 112

Щур І.З., д.т.н., проф.; Білецький Ю.О., аспірант

ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЕНЕРГОФОРМУЮЧЕ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ
ВІТРОЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ..... 113

Ягуп В.Г., д.т.н., проф.; Ягуп К.В., к.т.н., доц.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В
УМОВАХ НЕСИМЕТРІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ 114

Яндульський О.С., д.т.н., проф.; Марченко А.А., к.т.н., доц.; Нестерко А.Б.,
асистент

ЛОКАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ В
ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ..... 115

Яндульський О.С., д.т.н., проф.; Марченко А.А., к.т.н., доц.; Хлистов В.М.

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ЗАХИСТУ
ТРАНСФОРМАТОРА..... 116

Яндульський О.С., д.т.н., проф., Мацейко В.В., аспірант
 АНАЛІЗ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ
 ПОТУЖНОСТІ ПРИ ВИНИКНЕННІ ЗБУРЕНЬ В СИСТЕМОУТВОРЮЮЧІЙ
 МЕРЕЖІ ОЕС УКРАЇНИ..... 117

Яндульський О.С., д.т.н., проф.; Труніна Г.О., аспірант
 ПІДХОДИ ДО ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ
 РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ
 ГЕНЕРАЦІЄЮ 118

Яндульський О.С., д.т.н., проф., Марченко А.А., к.т.н., доц., Гулий В.С.
 МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІТРОТУРБІНОЮ ТА
 ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРА..... 119

В. В. Грабко д.т.н., проф., Я. А. Вишневський, аспірант ДО ПИТАННЯ
 КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО
 РЕСУРСУ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ120

Авраменко В.М., д.т.н., проф.; Гурєєва Т.М., Юнєєва Н.Т., к.т.н.

МОДИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗРАХУНКАХ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ САМОЗАПУСКУ АСИНХРОНИХ ДВИГУНІВ

Динамічні характеристики навантаження (ДХН) є важливим елементом динамічної стійкості енергосистеми для розрахунку її динамічної стійкості. В розрахунках стійкості складних енергосистем ДХН є характеристикою комплексного навантаження у вузлах розрахункової схеми і має у своєму складі поряд зі статичними навантаженням, еквівалентний асинхронний двигун. Однак, у деяких випадках (відокремлення потужної електростанції або для дослідження невеликої автономної енергосистеми) є можливість і необхідність передбачати у схемі реальні асинхронні двигуни і врахувати для них режими з порушенням стійкості (гальмуванням та «перевертанням») з наступним самозапуском і відновленням нормального режиму.

Режими асинхронних двигунів (АД) у широкому діапазоні зміни швидкості обертання (ковзання) призводять до витіснення струмів у роторі двигуна і відповідно до змінення параметрів заступної схеми АД, яка використовується у розрахунках динаміки. Залежності параметрів від ковзання АД можуть бути визначені експериментально, а найбільш важливі параметри з використанням паспортних даних двигуна – пусковий струм ш кратнісцьб пускового моменту [1].

В даній роботі застосовується кусково-лінійна апроксимація експериментальних характеристик АД. Фактично задовільний результат дає апроксимація характеристики трьома лінійними ділянками, з додатковим завданням величини ковзання на границі другої та третьої ділянки. З використанням такої апроксимації у чисельному розрахунку електро механічного перехідного процесу енергосистеми з урахуванням ДХН на кожному інтервалі часу визначаються параметри заступної схеми, які використовуються в рівняннях динаміки двигуна. Така модифікація виконана у програмному комплексі Інституту електродинаміки НАН України АВР-74 для розрахунків стійкості складних електроенергетичних систем [2].

З використанням модифікованої моделі ДХН виконані дослідження динамічної стійкості реальної автономної енергосистеми. Розрахунки виконувалися для найбільш важких, але реальних збурень: трифазне коротке замикання на шинах розподільчого пристрою, відмова вимикача і вимикання усіх приєднань пристроєм резервування відмови вимикача. Якщо одночасно вимикнути два з шести найбільш потужних АД, то стійкість решти порушується – ковзання АД через 1.5с досягає величини 0.25, але потім поступово знижується і через 6с досягає нормативної величини 0.003. Таким чином розрахунки дозволяють визначити умови, за яких забезпечується самозапуск найбільш відповідальних двигунів після перерви електропостачання і повторної подачі напруги.

Список літературних джерел

1. Гуревич Ю.Е. Устойчивость нагрузки электрических систем./ Ю.Е. Гуревич, Л.Е. Либова, Э.А. Хачатрян // М., Энергоиздат. – 1981. – 209 с.
2. Авраменко В.М. Розвиток методів моделювання ЕЕС для розв'язання задач автоматизованного диспетчерського керування енергосистемами / В.М. Авраменко // Праці Ін-ту електродинаміки НАН України. Зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 32. – С.32-38.

УДК 621.317

Артюх С.Ф., д.т.н., проф.; Червоненко И.И., аспирант

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КПД ГИДРОТУРБИН, РАБОТАЮЩИХ С ПЕРЕМЕННЫМИ НАПОРАМИ

В последнее время исключительное значение приобретают работы связанные с повышением эффективности работы агрегатов электростанций, и в частности, значением их КПД при широком диапазоне изменения их режимных параметров.

Известно, что на ГЭС оптимальный КПД гидротурбины обеспечивается только при работе с номинальным напором, расходом воды и частотой вращения. При изменении напора КПД существенно понижается, что приводит к увеличению потерь и недовыработке электроэнергии.

Начиная с 70-х годов, специалисты стали проявлять большой интерес к работе агрегатов электростанций с переменной частотой вращения. С одной стороны, этот интерес объясняется желанием энергетиков повысить эффективность работы электростанций путем максимального использования технических возможностей оборудования, что не всегда возможно при его работе с синхронной частотой вращения.

С другой стороны, развитие энергосистем и строительство длинных линий электропередачи, используемых в качестве межсистемных связей, обострило в последние годы проблему статической и динамической устойчивости системы, и в связи с этим на агрегаты работающие с переменной частотой вращения возлагают большие надежды. Гидроагрегаты ГАЭС относятся к таким, которые работают с переменными напорами.

Наши исследования показали, что одним из путей повышения эффективности работы гидроагрегата является его перевод в режим с переменной частотой вращения. В докладе приводится алгоритм работы и структура разработанной авторами системы автоматического поддержания оптимального КПД гидротурбин ГАЭС.

Бажутин Д.В., аспирант

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ КРАНОВЫХ УСТАНОВОК В ПАКЕТЕ COMSOL MULTIPHYSICS

Автоматизация процессов перемещения грузов с помощью крановых установок является в настоящее время актуальной задачей, поскольку позволяет экономить электроэнергию и снизить общее время цикла транспортировки. При этом синтез регуляторов и вывод законов управления зачастую проводят без учета упругих свойств механической части крановых установок. Однако с увеличением габаритов собственные упругие колебания их конструкций приводят к значительному увеличению механических напряжений, что снижает срок эксплуатации кранов за счет проявления усталости металлов.

В последнее время все чаще поднимают вопрос моделирования конструкций кранов с учетом их упругих свойств с помощью программных пакетов, основанных на методе конечных элементов. Целью данной работы является создание моделей конструкции башенного и мостового крана и исследование процесса их перемещения в пакете Comsol Multiphysics.

На рис.1 приведены разработанные в этом пакете модели конструкций мостового и башенного кранов.

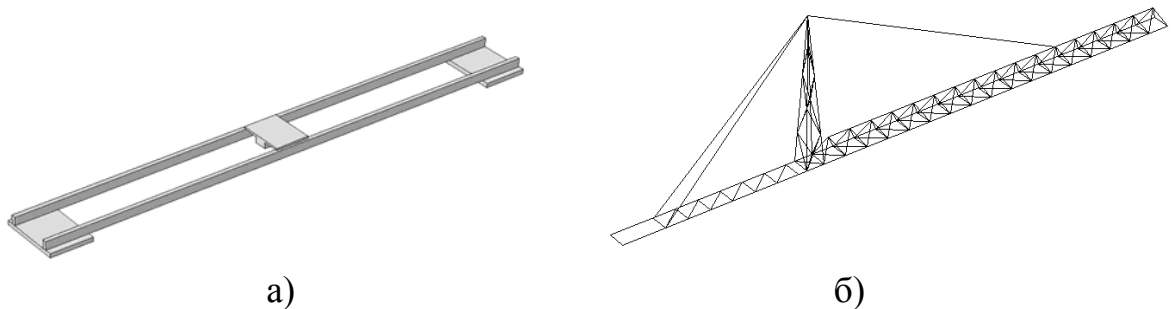


Рис.1 – Модели мостового (а) и башенного (б) кранов

Данные модели являются приближенными, поскольку многие конструктивные особенности реальных установок в них отсутствуют или представлены в упрощенном виде. Так, модель мостового крана выполнена из сплошных балок прямоугольного сечения, а модель башенного крана – из тонких балочных элементов, жесткость которых соответствует балкам определенного профиля.

Несмотря на принятые при создании моделей допущения, результаты моделирования достаточно точно отображают динамику упругих крановых установок, что позволяет проводить исследование колебаний конструкции и методов их подавления на этих моделях.

УДК 621.31:519.7

Бондаренко Є. А., к.т.н., доцент

**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКОЮ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ
В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

Сучасний стан промислової безпеки та охорони праці на підприємствах, що перебувають у сфері управління Міненерговугілля України, не можна вважати задовільним. Коефіцієнт частоти нещасних випадків зі смертельними наслідками становить близько 6 випадків на 100 тис. працюючих за рік, що значно перевищує рівень європейських країн. Отже «напруга» в управлінні системою електробезпеки є досить високою і її треба зменшувати.

Для забезпечення безпеки при виконанні робіт в електроустановках створюється система захисту. У зв'язку з тим, що повне виключення збитків, пов'язаних з електроустановками, нереально, за мету системи електробезпеки доцільно прийняти метод оптимізації, який має принципово важливе значення в умовах України. Це викликано тим, що для створення системи електробезпеки вимагаються відносно великі фінансові ресурси, а можливість виділення таких ресурсів в сучасних умовах у нашій країні відсутня.

Тому для вирішення проблеми електротравматизму пропонується створити оптимальну систему керування електробезпекою на основі перспективного нормативно-правового, наукового та технологічного забезпечення, шляхом введення показника ризику від ураження електричною енергією.

Оптимізація керування електробезпекою в сучасних умовах повинна досягатися шляхом мінімізації сумарних соціально-економічних витрат (тобто вибрати такий набір заходів та засобів електробезпеки з можливих, впровадження яких знизить ризик електротравматизму до допустимого (припустимого) рівня безпеки).

Бурбело М. Й., д.т.н., проф.; Мельничук С. М., аспірант

ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСУЮЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ В МЕРЕЖАХ З ЕФЕКТИВНО ЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

Згідно вимог п. 3.2.106. ПУЕ [1] для ліній 110 - 500 кВ в мережах з ефективно заземленою нейтраллю повинні бути передбачені пристрої релейного захисту від міжфазних замикань та від замикань на землю. Захист від режимів поздовжньої несиметрії на таких лініях нормативними документами не передбачається. При виникненні неповнофазних режимів можлива неправильна, зайва робота пристроїв РЗА суміжних елементів електромережі та порушення в роботі електрообладнання споживачів – двигунів і трансформаторів.

При розробці пристроїв РЗА широке застосування знайшов метод симетричних складових [2]. У пристроях РЗА фірми Schneider Electric для виявлення обриву проводу на лінії пропонується використовувати співвідношення I_2/I_1 . Аналогічний алгоритм використовує фірма General Electric. Використовуючи такий метод при виникненні обриву на одній з двох паралельних ліній можна відрізнити, яка з них пошкоджена, а яка справна. Значення I_2 на обох лініях будуть однакові, але I_1 на пошкодженій буде менше ніж на справній. Відповідно співвідношення I_2/I_1 для пошкодженої лінії буде більшим ніж для справної.

Але застосування такого підходу для прохідних транзитних підстанцій з малим власним споживанням є досить проблемним, тому що співвідношення I_2/I_1 на обох лініях – і пошкодженій і справній – будуть дуже близькі за значенням, що не дає можливості для селективної роботи захисту[3].

Було проаналізовано величини, напрямки та співвідношення складових пульсуючих потужностей та симетричних складових, що виникають в складних замкнутих мережах в режимах поздовжньої несиметрії.

Як було показано в [4], високочутливим критерієм для виявлення неповнофазного режиму в мережах з ізольованою нейтраллю є перевищення відношення різниці пульсуючих потужностей до повної потужності $\Delta N/S$ деякого порогового значення:

$$k_{\text{спр}} = k_{\text{від}} \cdot \frac{\Delta N}{S}, \quad (1)$$

де $k_{\text{спр}}$ – уставка спрацювання захисту по відношенню різниці пульсуючих потужностей до повної потужності; $k_{\text{від}}$ – коефіцієнт відстроювання; ΔN – різниця пульсуючих потужностей; S – повна потужність, що протікає по лінії.

Доведено можливість застосування подібного підходу для захисту мереж з ефективно заземленою нейтраллю.

Для захисту від неповнофазних режимів запропоновано використовувати направлений захист пульсуючої потужності, який працює за фактом логічного добутку двох подій:

- модуль відношення пульсуючої потужності до повної потужності перевищує задану уставку;
- потужність зворотної послідовності спрямована від пошкодженої лінії до шин підстанції, на якій встановлено захист.

Література

1. Правила улаштування електроустановок. – Харків : Вид-во «Форт», 2011. – 736 с.
2. Вагнер К. Ф. Метод симетричних составляющих / К. Ф. Вагнер, Р. Д. Эванс – ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 407 с.
3. Нагай В. И. Релейная защита ответственных подстанций электрических сетей / В. И. Нагай – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 312 с.
4. Бурбело М. Й. Пульсуюча потужність як критерій аварійного режиму ліній зв'язку між електроенергетичною системою та сонячними електростанціями / М. Й. Бурбело, С. М. Мельничук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 57–60.

Бялобржеський О.В., к.т.н., доц.

СПЕКТРАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОДНОФАЗНОГО АКТИВНОГО ФІЛЬТРО-КОМПЕНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА БАЗІ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ

Розповсюдження електричних навантажень, які мають несиметричний або (та) нелінійний характер ставить перед науковцями задачу пошуку методів та засобів компенсації впливу таких навантажень на мережу та показники якості електричної енергії [3,5]. Історично певне місце в ланці фільтро-компенсуючих пристроїв зайняли конденсаторні та реакторні елементи, фільтри виконані в результаті комбінації послідовного, паралельного та послідовно-паралельного з'єднання вказаних елементів. Але зміна режиму та показників енергоспоживання ставить задачу керування режимами фільтрації, компенсації та симетрування [2,4]. В результаті розроблено різноманітні силові перетворюючі пристрої відповідні системи керування ними, які забезпечують підвищення якості електричної енергії у вузлі електричної мережі [3]. При цьому остеронь залишилися деякі питання розподілу електричної енергії в силовій частині перетворювача та елементах, які забезпечують режим роботи.

Робота мостового перетворювача, як керованого активного фільтро-компенсуючого пристрою має специфіку. Для аналітичного визначення процесів в колах перетворювача, як показано в [6] слід вирішити два завдання: по-перше визначення напруги на стороні мережі перетворювача для отримання струму ємнісного характеру; по-друге визначення напруги та струму конденсаторного накопичувача на стороні постійної напруги, як наслідок виконання першого завдання.

Покладаючи завдання схеми та режиму її роботи – формування з заданою амплітудою ємнісного закону зміни струму мережі. Для формування такого струму визначається, напруга на буферній індуктивності яка повинна випереджувати струм на кут 90° , введено коефіцієнт падіння напруги на буферній індуктивності відносно напруги мережі в результаті чого визначено напругу на вході перетворювача. За отриманими співвідношеннями підтверджено відоме твердження – амплітуда напруги на вході перетворювача повинна перевищувати амплітуду напруги мережі.

Максимальне значення напруги на виході перетворювача, з урахуванням алгоритму ШИМ комутації транзисторів [6] визначене з використанням коефіцієнту підвищення напруги, необхідної для функціонування перетворювача.

Беручи до уваги вищезазначене, шляхом представлення періодичних функцій відповідними рядами Фур'є, виконані чисельні розрахунки з урахуванням рекомендацій [1,2] в результаті яких визначені комутаційна функція та часові залежностей параметрів режиму в дискретному часі.

За результатами розрахунків отримані часові та спектральні діаграми, аналіз яких призвів до наступних висновків:

- струм вентилів та накопичувального конденсатора визначається двома складовими: амплітудною та широтно-імпульсною модуляціями;
- функціонування однофазного активного фільтро-компенсуючого пристрою на базі автономного інвертора напруги слід розглядати, як процес розподілу полігармонійної потужності, основна гармоніка якої циркулює між мережею та перетворювачем, а вищі замикаються в реактивних елементах перетворювача;
- розподіл складових потужності в елементах перетворювача відбувається таким чином, що значна частина потужності циркулює між реактивними елементами перетворювача (енергія зумовлена модуляцією), і в розглянутому випадку лише біля 20% цієї потужності циркулює між перетворювачем і мережею;
- значний рівень потужності реактивних елементів схеми викликаний підвищенням на них напруги, що є необхідною складовою для організації роботи схеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zakis J. Feasibility study of flexible systems for reactive power compensation / J. Zakis, D. Vinnikov, J. Laugis, I. Rankirs // IEEE. – Latvia, 2010. – №5 – P. 14–20.
2. Popescu M. Optimum control strategy of three-phase shunt active filter system / M. Popescu, A. Bitoleanu, M. Dobriceanu, V. Suru // World Academy of Science, Engineering and Technology. – Roumunia, 2009. – №58 – P. 441–446.
3. Dixon J. W. Analysis and evaluation of different modulation techniques for active power filters / J.W. Dixon, S. M. Tepper, L.T. Moran // IEEE. – Chile, 1994. – №5/94 – P. 894–900.
4. Волков А. В., Косенко И. А. Совершенствование прогнозирующего релейно-векторного управления активным выпрямителем тока в асинхронном электроприводе с автономным инвертором тока // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 24–34.
5. Чаплыгин Е.Е. Спектральное моделирование преобразователей с широтно-импульсной модуляцией: учебное пособие / Е.Е. Чаплыгин. – Москва : МЭИ, 2009. – 56 с.

Владимиров Ю.В., к.т.н., доц.

ЗВАЛИЩА ТПВ ЯК ДЖЕРЕЛО ПОНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ

Відмічено, що хоча потенціал біомаси на Україні вищий за потенціал вітрової енергетики, але біоенергетика до сучасного моменту не знайшла державної підтримки. Пропонується заборонити використання сільськогосподарських земель для вирощування технічних культур на біомасу. А звернути увагу на одну із гостріших проблем сучасного суспільства - процес прогресуючого накопичення відходів. Обсяг річного утворення відходів оцінюється від 1050 млн.т до 1190 млн.т. Особливе місце у цій проблемі займає утилізація твердих побутових відходів (ТПВ). Звертається увага на те що інвестиції у цю проблему мають не лише економічний сенс, а ще більш екологічний та соціальний. Доведено, що технології полігонного захоронення ТПВ ведуть до забруднення оточуючого середовища, ґрунтових та артезіанських вод і завдає суттєвої шкоди умовам мешкання населення, що веде до їх соціальних протестів. Запропоновано вирішувати цю проблему за концепцією «Zero Waste» Робіна Мюррея. Вона передбачає перехід від розгляду відходів як шкідливих забруднюючих речовин, які необхідно ізолювати, до потенційних дешевих джерел енергії та корисних елементів і матеріалів. Відкидаються пропозиції щодо вирішення проблеми повної безвідходної переробки ТПВ за рахунок повсюдного впровадження роздільного збирання відходів та улаштування дрібних проміжних пунктів сортування ТПВ, які недоцільні як з економічної так і екологічної точок зору. Автор вважає, що є доцільним будівництво за концепцією «Zero Waste» комбінатів по повній безвідходній переробці ТПВ з сортуванням безпосереднє на них відходів з використанням всіх новітніх технологій.

Для вирішення цього питання треба підтримка у вигляді Державної програми України щодо поводження с ТПВ як з джерелом енергії.

УДК 621.316

Владимиров Ю.В., к.т.н., доц.; Малишева Д.О.**ДОКАЗ У ПРИКЛАДАХ НЕСПРОМОЖНОСТІ МЕТОДИКИ
ОБЧИСЛЕННЯ ПЛАТИ ЗА ПЕРЕТІКАННЯ РЕАКТИВНОЇ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВИРІШУВАТИ ПРОБЛЕМУ КРП**

На конкретних прикладах обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії виконаних для різних споживачів, згідно з редакціями офіційної Методики обчислення плати 1997 р., 2002 р. та проекту нової редакції цієї Методики 2012р. показана нісенітниця цих розрахунків та те, що вона не є об'єктивною.

Аналіз одержаних результатів обчислення плати за перетікання реактивної енергії свідчить, що, наприклад, споживач на законних підставах може знизити плату за реактивну енергію в декілька разів (у конкретних прикладах у 5.02-13,36 разів) демонтував у своїй мережі устаткування компенсації реактивної потужності (КРП) та лічильник реактивної енергії. Також фактична ціна за одиницю спожитої реактивної енергії у ряді випадків є вищою за ціну активної енергії (в розрахунках у 2,26 разів), або близької до цієї ціни (0,84), але це нісенітниця.

Окрім цього слід мати на увазі що, значення коефіцієнту D (економічного еквіваленту реактивної потужності ЕЕРП) для одного того ж споживача може коливатись у декілька разів без впливу споживача. Тому плата у цьому випадку теж може суттєво змінюватись, споживач же не може впливати на це.

Доказана безглуздість розрахунків виконуємих відповідно до Методики. Стверджується що Методика не може бути економічним важелем стимулювання споживачів до залучення к КРП та неспроможна вирішувати проблему КРП в електричних мережах. Єдиний шлях до цього є покладання усієї відповідальності за КРП в електричних мережах (окрім мереж споживачів) на електропостачальні (електропередавальні) організації.

Гай О.В., к.т.н., доц., Бодунов В.М.

ВРАХУВАННЯ ОСТРІВНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ВИБОРІ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Розглянуті питання доцільності використання динамічних енергоостровів в розподільних електричних мережах сільських регіонів з джерелами розподіленої генерації.

Ключові слова: Розподільна електрична мережа, джерело розподіленої генерації, технологічні витрати електроенергії, недовідпуск електричної енергії.

В доповіді розглянуто питання підвищення ефективності використання встановленої потужності джерел розподіленої генерації (ДРГ) в розподільних електричних мережах сільських регіонів.

Проаналізовано режими роботи розподільних електричних мереж 10 кВ з встановленими ДРГ. Під час аналізу розглянуто як режими паралельної роботи ДРГ з енергосистемою, так і острівні режими. За певних значень потужності ДРГ використання острівних режимів дозволяє значно зменшити технологічні витрати та недовідпуск електроенергії (рисунки 1 а, б).

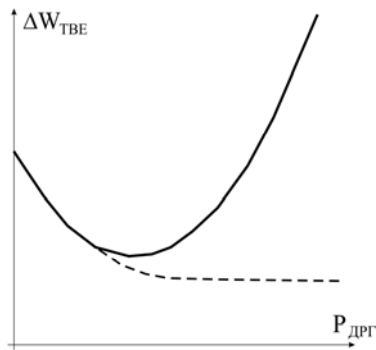


Рис. 1, а

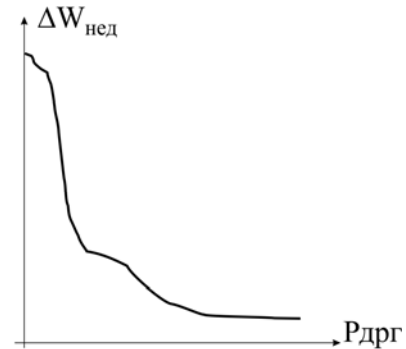


Рис.1, б

Висновки

Запропоновано спосіб визначення ефективного діапазону потужностей РГ з урахуванням нормальних та "острівних" режимів роботи.

Запропоновано підхід до визначення доцільності використання динамічних енергоостровів в електричних мережах з РГ.

1. Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С.46-53.
2. Прусс В.Л., Тисленко В.В. Повышение надежности сельских электрических сетей. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 209 с.
3. Mahat P. Control and Operation of Islanded Distribution System / Mahat P. – Aalborg: Aalborg University, 2010. – 174 p.

Бодунов Вадим Миколайович – м. Чернігів, Чернігівський державний технологічний університет, кафедра електричних систем і мереж, старший викладач, e-mail: vad10979@mail.ru, тел.: (04622) 32299

Гай Олександр Валентинович – к.т.н., доц., м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова, доцент кафедри, e-mail: vad10979@mail.ru, e-mail: gaalx@ukr.net, тел.: (044)527-85-80

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВІДНИХ НАСОСІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ БАСЕЙНУ

Електропривідні відцентрові насоси (ЕВН) мають широке застосування. З аналізу кошторису експлуатаційних витрат (журналів обліку та експлуатації обладнання) видно, що закупівельна вартість ЕВН становить - 10%; вартість ремонтних робіт - 15%; оплата за спожиту електроенергію - 75%.

Потужності насосу та двигуна вибираються за умови номінальної продуктивності насосу і, відповідно, номінальної потужності двигуна. При цьому забезпечується найвищий коефіцієнт корисної дії (ККД) агрегату в цілому, який є добутком ККД двигуна і насосу. Однак фактичний режим роботи насосу (отже і привідного електродвигуна) зазвичай менший від номінального.

ЕВН в більшості випадків працює в тривалому режимі. Застосування моноблочних насосних агрегатів зменшує механічні втрати, знижує рівень вібрацій та металоємкість конструкції.

Одним із шляхів забезпечення максимальної енергоефективності ЕВН є експериментальне вимірювання фактичних енергетичних параметрів та їх порівняння з паспортними значеннями. При великій невідповідності фактичних і паспортних значень розглядається доцільність заміни ЕВН або впровадження регулювання швидкості.

Для визначення параметрів електроспоживання використовується відповідне апаратно-програмне забезпечення [1, 2], яке здійснює реєстрацію миттєвих значень напруг і струмів трифазної чотирипровідної електромережі, а також обчислення середньоквадратичних значень напруг і струмів, визначення складових потужностей, несиметрії струмів і напруг та гармонічного спектру.

В результаті експериментальних досліджень виявлено, що інколи деякі технологічні параметри насосних агрегатів є невідомі або суттєво змінилися внаслідок механічного зносу обладнання чи ремонтно-експлуатаційних робіт. В сукупності з відхиленнями показників якості електроенергії в мережі живлення та енергетичних параметрів від номінальних це спричинює вихід технологічних показників за межі рекомендованих значень, збільшенні втрат енергії [3] і як наслідок низький ККД агрегату. Тому потрібно розробляти методи і засоби контролю енергоефективності ЕВН безпосередньо на місці їх функціонування з мінімальним втручанням в технологічний процес перекачування рідини.

Літературні джерела

1. Гладь І. В., Кіянюк О. І., Костишин В. С. Аналіз сучасного стану засобів контролю гідравлічного ККД перекачувальних агрегатів // Матеріали VI науково-технічної конференції "Приладобудування 2007: стан і перспективи", Київ, ПБФ НТУУ "КПІ". – 2007. – С. 272-273.
2. Гладь І.В., Галушак І.Д., Поточний А.І., Маскевич У.М., Бацала Я.В., Кіянюк О.І. Проблеми та принципи проектування універсального апаратно-програмного комплексу для енергетичних обстежень електромереж // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – м. Івано-Франківськ, 2008. - № 3(28). – С 83-87.
3. І.В. Гладь, О.І. Кіянюк, Я.В. Бацала Аналіз параметрів електроспоживання навчального корпусу №1 Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу // Нафтогазова енергетика. – м. Івано-Франківськ, 2009. - № 2(11), – С. 100-103

Гладь Іван Васильович, к.т.н., доцент, Україна, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, e-mail ghladj@ukr.net, тел 0342-72-71-72

Кіянюк Олександр Іванович, аспірант, Україна, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, e-mail kiyanyuk@ukr.net, тел 0342-72-71-72

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОСТІ ГРУПОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

Гармоніки струму, створювані нелінійними навантаженнями, можуть являти собою серйозні проблеми для систем електроживлення. Вищі гармоніки струму, що накладаються на основну гармоніку, призводять до спотворення форми струму. Сама проблема вищих гармонік не є новою, проте основні дослідження були спрямовані на електричні мережі промислових підприємств. Останніми роками доля нелінійних побутових електроприладів значно зросла. В першу чергу це електроприлади обладнані імпульсними блоками живлення (телевізори, комп'ютери, зарядні пристрої, аудіо і відео пристрої), прилади з симісторними і тиристорними регуляторами (пилососи, фени, електроінструменти), мікрохвильові печі та люмінесцентні лампи з електронними ПРА.

Об'єктом досліджень є розподільні мережі 0,4 кВ населених пунктів, які мають значну частку нелінійних електроприймачів.

Предметом дослідження є гармоніки струму в фідерах 0,4 кВ підстанцій та на головному вводі ТП 10/0,4 кВ.

Завданням досліджень є вимірювання миттєвих значень струму і напруги на головних вводах 0,4кВ ТП 10/0,4 кВ та моніторинг протягом доби гармонічних складових струму та напруги.

Засобом дослідження миттєвих значень струмів та напруг є інформаційно-вимірювальний комплекс кафедри електропостачання та електрообладнання ІФНТУНГ. Моніторинг спектрального складу струмів і напруг протягом доби проводився за допомогою приладу Ресурс-UF2М.

Наукова новизна полягає в дослідженні несинусоїдності групових навантажень комунально-побутових та адміністративних електроприймачів в міських електромережах.

На рис.1 наведено добові графіки коефіцієнт спотворення синусоїдності фазних струмів.

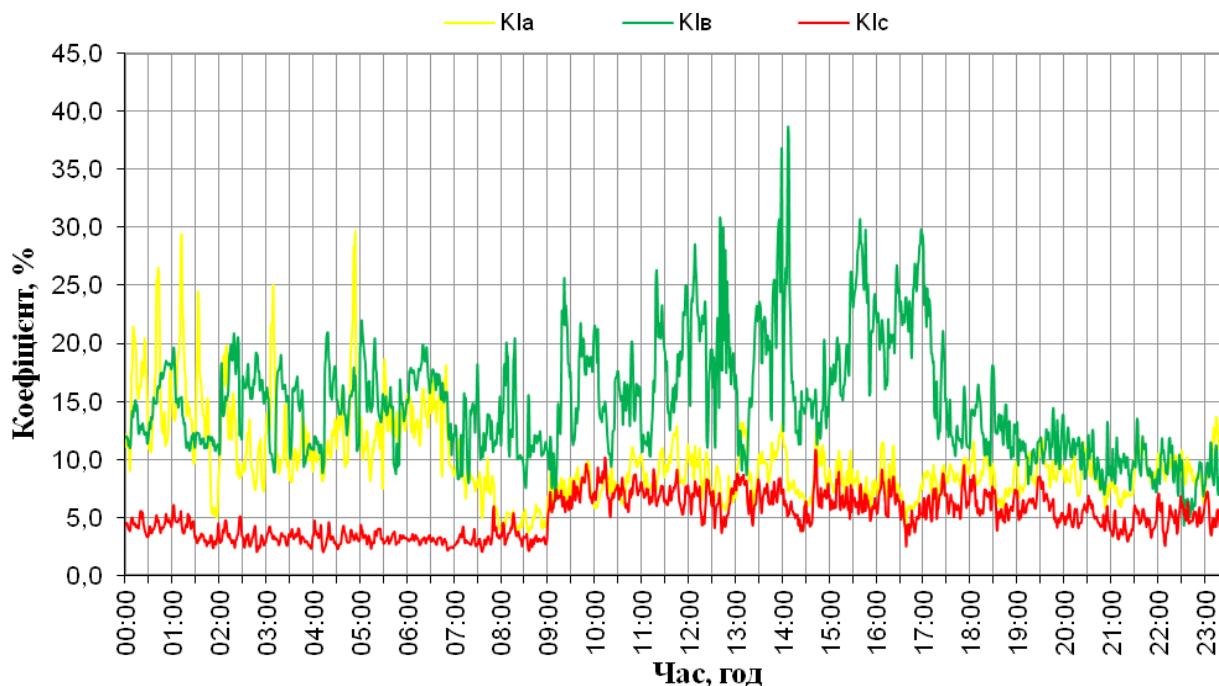


Рисунок 1 - Графіки коефіцієнтів спотворення синусоїдності фазних струмів

Висновки. Коефіцієнт гармонік струму на ввіді силового трансформатора ТП 10/0,4 досягав в окремі періоди доби 38%. При цьому коефіцієнт гармонік напруг не перевищував 5 %. У спектральному складі групових навантажень в основному присутні непарні гармоніки включно до 15. Найбільшими є 3 і 5 гармоніки які сягають 30%.

Гладь Іван Васильович – к.т.н., доцент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 0342-727172

Соломчак Антін Олегович – магістр, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, solomchak@ukr.net

УДК 621.314.222

**Говоров П.П., д.т.н., проф.; Говоров В.Ф., асп.; Король О.В., асп.;
Говорова К.В., студ.**

КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ

Виявлено особливості режимів напруги та реактивної потужності в системах електропостачання та освітлення міст. Встановлено, що низький рівень корекції режимів напруги та реактивної потужності унеможливорює застосування для вирішення питань регулювання напруги та компенсації реактивної потужності традиційних методів та технічних засобів, що засновані на використанні трансформаторів з РПН та батарей статичних конденсаторів.

На основі дослідження критеріїв, методів та технічних засобів, що адаптовані до параметрів та режимів міських електричних мереж, обґрунтовано необхідність розв'язного керування режимами напруги та реактивної потужності, а також доцільність керування режимами мереж по комплексному критерію, що враховує показники якості, економічності та екологічності.

Говоров П.П., д.т.н., проф.; Король О.В., асп.; Говорова К.В., студ.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ МІСТ

Системи освітлення міст є складовою частиною систем їх електропостачання. Вони мають сумісні електричні мережі, працюють в єдиному режимі і мають загальний закон регулювання напруги та взаємозалежні режими реактивної потужності. Системи освітлення міст являють собою останній ланцюг систем електропостачання міст і в значній ступені впливають на графіки активних та реактивних навантажень розподільних мереж, а через них – на закон регулювання напруги та реактивної потужності. Неврахування вказаних особливостей обумовлює збільшення втрат потужності в мережах та її витрат в освітлювальних установках. Останнє зменшує ефективність роботи мереж та приєднаних до них споживачів і вимагає розробки наукових основ та технічних засобів енергозбереження в системах електропостачання та освітлення як єдиного електротехнічного комплексу, що працює в умовах взаємного впливу параметрів та режимів мереж.

Авторами на основі дослідження параметрів та режимів мереж встановлено фактори, що впливають на рівень втрат енергії в них та її витрат у споживачів. На основі ранжировки факторів визначено пріоритетні напрямки та запропоновані методи та корегуючі технічні засоби. Серед першочергових задач запропоновано нормалізацію рівня вищих гармонік в мережах та режимів напруги на затискачах освітлювальних споживачів у поєднанні з підвищенням рівня автоматизації процесів у них.

Грабко В.В., д.т.н., проф.; Варавва М.О.

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ГІДРОГЕНЕРАТОРА

Відомо, що надійність роботи гідрогенератора залежить від багатьох факторів впливу та визначається надійністю роботи його вузлів. До одних із найбільше пошкоджуваних вузлів відносяться обмотки гідрогенератора, робочий ресурс ізоляції яких визначається швидкістю його витрачання в залежності від інтенсивності теплового старіння. Очевидно, що при збільшенні навантаження гідрогенератора або погіршенні умов охолодження температура ізоляції обмоток підвищується, що призводить до зменшення терміну їх експлуатації у відповідності, наприклад, до шестиградусного правила. Тому виникає питання температурного контролю за станом ізоляції обмоток гідрогенератора.

Існуючі засоби не дозволяють в повній мірі відтворювати тепловий портрет обмоток гідрогенератора. Здійснення такого контролю ускладнюється особливостями його роботи, відповідно до яких необхідно вимірювати теплові поля на обмотках ротора та статора працюючої електричної машини. Крім того, конструкція гідрогенератора є герметичною, що накладає додаткові обмеження на вимірювання температури обмоток ззовні.

В роботі пропонується застосувати підхід із застосуванням тепловізійного діагностування, особливість якого полягає у використанні специфічного тепловізійного засобу для вимірювання температури обмоток ротора, що обертається.

Згідно цього підходу передбачається встановлення лінійки інфрачервоних фотодіодів вздовж радіусу (від вала ротора до зовнішнього контуру його обмоток). При обертанні ротора в кожен момент часу в поле зору таких сенсорів потраплятиме частина поверхні обмоток гідрогенератора. Внаслідок певної обробки електричних сигналів, що знімаються з кожного фотодіода, можна отримати тепловий статичний портрет обмоток ротора, що обертається.

З теплового портрета легко визначити найбільшу та найменшу температури ізоляції обмоток, локальні точки або області підвищеної температури, характер зміни температури по поверхні тощо.

В роботі пропонується засіб, що реалізує вищезазначений підхід, який виконаний на цифрових та аналогових елементах, а також в мікропроцесорному виконанні.

Подальшим розвитком таких досліджень може стати питання визначення місця локальної області підвищеної температури в середині обмоток полюсів ротора гідрогенератора за умови визначення температури обмоток з обох боків ротора.

УДК 681.5

Грабко В. В., д.т.н., проф.; Левицький С. М., к.т.н, доц.; Розводюк М. П., к.т.н, доц.;
Кніжнік Є. Н., аспірант

СПОСІБ ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО ДАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Анотація. Запропоновано спосіб віддаленого доступу по мережі Ethernet до даних комп'ютерних моделей електромеханічних систем з метою побудови віртуальних тренажерних комплексів.

Вступ. Для сучасних віртуальних тренажерних комплексів (ВТК) аналогів промислових електромеханічних систем є актуальною проблема віддаленого доступу до даних моделей для можливості дистанційної підготовки фахівців [1].

Основна частина. За програмну базу для віддаленого доступу до даних комп'ютерних моделей прийнято технологію OPC (OLE for Process Control) [2]. Дані моделі в режимі реального часу з середовища моделювання за допомогою блоків бібліотеки Modbus TCP записуються в реєстри віртуального Modbus пристрою зі статичною IP-адресою персонального комп'ютера (ПК), на якому запущена модель системи [3]. OPC-сервер інсталується на ПК в місці для проведення дистанційного навчання та налаштовується на запис/зчитування значень реєстрів віддаленого пристрою. Доступ до даних, отриманих OPC сервером, забезпечується протоколом OPC DA (OPC Data Access), який підтримують програми-клієнти. Візуалізація даних OPC забезпечує людино-машинний інтерфейс ВТК. Структурна схема обміну даними між моделлю та ВТК наведена на рис. 1.

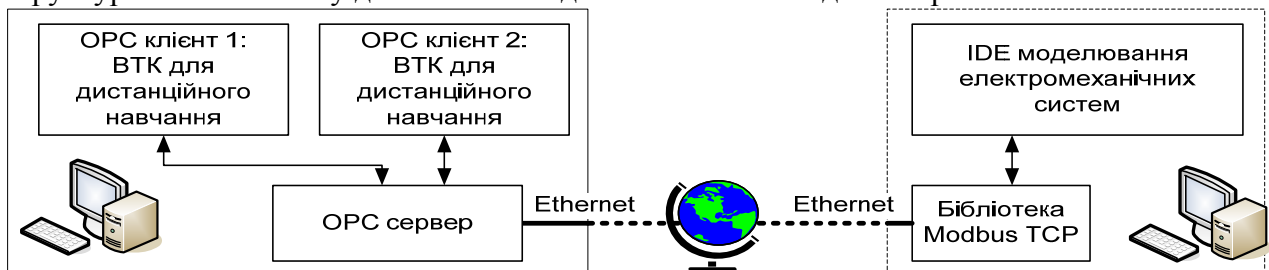


Рисунок 1 – Структурна схема обміну даними між моделями електромеханічних систем та ВТК для дистанційного навчання

Висновки. Запропоновано спосіб віддаленого доступу до даних комп'ютерних моделей електромеханічних систем, який дозволяє створювати віртуальні тренажерні комплекси для дистанційного навчання фахівців за допомогою технології OPC DA.

Список літератури:

1. Загірняк М. В. Віртуальні лабораторні системи і комплекси – нова перспектива наукового пошуку і підвищення якості підготовки фахівців з електромеханіки / М. В. Загірняк, Д. Й. Родькін, О. П. Чорний // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КДПУ, 2009. – Вип. 2/2009 (6), – С. 8-12.
2. Ковязин Р. Р. Применение технологии OPC / Р. Р. Ковязин, А. Е. Платунов // Научно-технический вестник СПбГИТМО (ТУ). Выпуск 10. Информация и управление в технических системах. – СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2003. – С.71–76.
3. Modbus/TCP using in LabVIEW. Guidance document. – ICP_DAS / National Instruments. – 2006. – 6 p.

Грабко В.В., д.т.н., проф.; Бомбик В.С., студент

ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Анотація: уточнено математичну модель тепловізійного пристрою, швидкість сканування поля якого наближається до швидкості об'єкта. При чому дана математична модель дозволяє визначити найбільш нагріту точку об'єкта.

Вступ: В сучасній електроенергетиці постає питання експлуатації електрообладнання за технічним станом, що передбачає здійснення його діагностування в процесі роботи. Для цього існує велика кількість засобів, в тому числі і тепловізійних. Їх удосконалення та розробка нових є актуальним питанням.

Основна частина: Математична модель передбачає сканування теплового поля об'єкта, що знаходиться в нерухомому стані, зі сталою швидкістю ω_1 . Це актуально для вимірювання теплових полів статорів електричних машин та роторів відімкнених електричних машин [1]. Іншою складовою моделі передбачається сканування роторів, що обертаються, причому швидкість сканування тепловізійним пристроєм менша на ω_1 швидкості обертання об'єкта. Запропонована модель передбачає також можливість сканування єдиного сектора досліджуваного об'єкта, що обертається. Ще однією складовою моделі є визначення найбільш нагрітої точки об'єкта. Також дана математична модель дозволяє визначити найбільш нагріту точку об'єкта відповідно до класу обмотки електричної машини. На основі розробленої математичної моделі та прототипу пристрою для безконтактного вимірювання температури [2] були синтезовані нові структурні схеми пристроїв.

Висновки: Розроблену математичну модель тепловізійного пристрою, швидкість сканування поля якого наближається до швидкості об'єкта, яка також дозволяє визначити найбільш нагріту точку діагностованого об'єкта. На основі математичної моделі синтезовано структурні схеми тепловізійних пристроїв, які розширюють функціональність взятого прототипу.

Список літератури:

1. Грабко В.В., Грабко В.В. Методи і засоби для дослідження об'єктів, що обертаються, за тепловими полями: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 155 с.

2. Пат. 49844 Україна, МПК G01K 13/00. Пристрій для безконтактного вимірювання температури / Грабко В.В.; заявник та патентотримувач Вінницький національний технічний університет. – № u200912675; заявл. 07.12.2009; опубл. 11.05.2010 Бюл. № 9, 2010.

УДК 621.316

Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Жданов Р.В.; Гапон Д.А., к.т.н.; Зувев А.А., к.т.н.
ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПИТАЮЩЕЙ
СЕТИ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ УСТРОЙСТВА С АКТИВНЫМ
ВЫПРЯМИТЕЛЕМ

В рамках экспериментальных исследований методов измерения спектрального состава напряжений и токов электрических сетей специалистами НТУ «ХПИ» (г. Харьков) и Красноградского РЭС АК «Облэнерго» (Харьковская область) были выполнены замеры показателей качества электрической энергии (ПКЭ) в различных точках энергосистемы в непосредственной близости от различных объектов народного хозяйства. В результате замеров были обнаружены существенные нарушения норм ПКЭ на шинах 0,4 кВ (рис.1).

Источником искажений являлся частотный привод двигателя, с активным корректором коэффициента мощности, примененный на буровой установке. В последнее время подобные устройства все чаще находят применение в мощных устройствах, при этом, согласно большинству публикаций, способствуют улучшению показателей электропотребления.

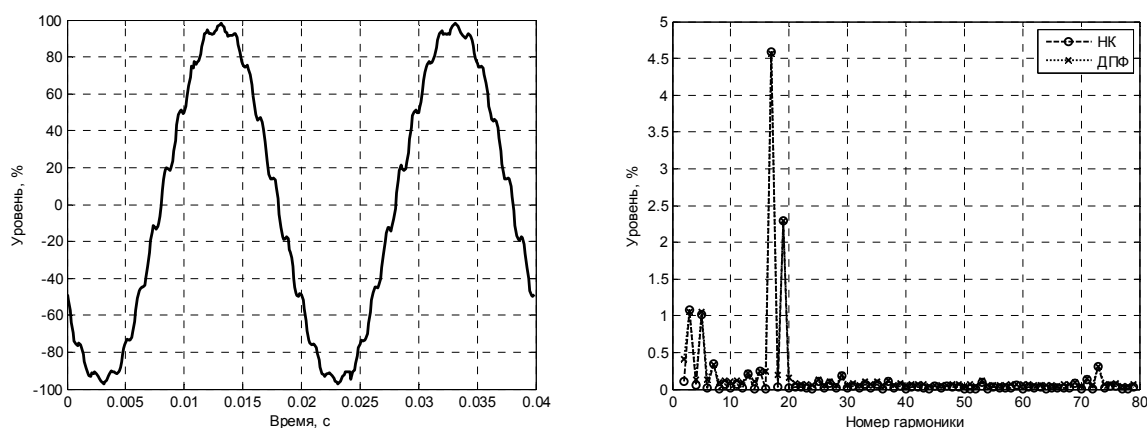


Рис.1 – Кривая напряжения на шинах 0,4 кВ и ее гармонический состав.

Однако, как видно из рис.1, присутствует ряд негативных явлений, таких как повышенный уровень 17 и 19 гармоник, а также наличие еще более высокочастотных составляющих (73 гармоника), чему и посвящена данная статья.

УДК 621.311

Гриб О.Г., д.т.н., проф.; Сендерович Г.А., д.т.н.; Щербакова П.Г., к.т.н.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛЕВОГО ВКЛАДА ПОТРЕБИТЕЛЯ В ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ СИНУСОИДАЛЬНОСТИ КРИВОЙ НАПРЯЖЕНИЯ

В докладе представлены разработанные авторами метод и методика определения долевого участия поставщиков и потребителей электроэнергии в ответственности за искажение синусоидальности кривой напряжения.

Известный метод для определения долевого участия субъектов в нарушении синусоидальности кривой напряжения, который использует направление и величину вторичной мощности на их подключениях к точке общего присоединения, не учитывает взаимную составляющую вторичной мощности и изменения режима работы сети на протяжении времени мониторинга.

В предложенном методе использован признак расположения источников токов высших гармоник относительно границы раздела балансовой принадлежности (ГРБП), основанный на том, что разложение несинусоидальной кривой в ряд Фурье приводит к появлению пакета кривых высших гармоник. В случае расположения источников по одну сторону ГРБП направление активных мощностей гармонических составляющих совпадает.

Методика основана на определении количества электроэнергии, полученной с нарушением требований к синусоидальности. В этой электроэнергии рассчитывается долевая часть, в которой ответственность за нарушение качества несет потребитель. Коэффициенты ответственности в интервалах усреднения могут быть в пределах $-1 \leq K_{\text{отв}} \leq 1$, соответственно, долевое участие – отрицательным или положительным.

Предложенный подход к определению долевого участия субъектов в ответственности за искажение синусоидальности кривой напряжения удобен для проведения постоянного мониторинга и может быть использован в счетчиках электроэнергии, предусматривающих оценку ее качества.

УДК 621.311.1

Девятко М. В., к.т.н.; Милосердов В.О., к.е.н., Волоцький А.М., ас.;

ПРО ОДИН СПОСІБ СИМЕТРУВАННЯ НЕПОВНОФАЗНОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Існуючі методи оптимізації неповнофазних режимів мають велику кількість недоліків, що призводить до звуження сфери їх застосування. Такими можна вважати неврахування взаємного впливу симетруючих пристроїв (що встановлюються у вузлах навантаження) як один на одного, так і на увесь процес оптимізації.

Виникає зацікавленість у створенні певного способу симетрування неповнофазного режиму, який би базувався на концепції системного підходу. Його особливість полягає у розгляді всієї електричної системи в цілому, що дає можливість подолати всі недоліки, властиві відомим методам.

Особливу увагу у застосуванні системного підходу при симетруванні неповнофазного режиму потрібно приділити наявності та ступеню достовірності вихідної інформації.

В роботі синтезований алгоритм виконання оптимізаційних розрахунків, який базується на використанні симетруючих пристроїв у вигляді несиметричного трикутника ємнісних елементів, параметри якого виражені через струми по фазах, що є керованими змінними. Оптимізацію неповнофазного режиму виконано відповідно до математичної моделі:

$$\begin{cases} Q_{\text{вст}}(x) \rightarrow \min \\ U_2^{(0)}(x) \leq 2\sqrt{2}\% \cdot U_2^{(0)}, \end{cases}$$

де $U_2^{(0)}(x)$ – вектор напруги зворотної послідовності в i -му вузлі навантаження з урахуванням всіх увімкнених оптимізуючих пристроїв.

Модель вимагає забезпечення мінімальної встановленої потужності реактивних елементів при забезпеченні напруги зворотної послідовності у вузлах в межах 3%. Ця величина прийнята за умови, що втрата однієї фази є не нормальним, а аварійним режимом, який допускає відхилення більше ніж ГОСТ 13109-97.

Демов О. Д., к.т.н., доц.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМЕНСУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК
В РОЗПОДІЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ**

В існуючих методах комплексного розрахунку компенсації реактивної потужності в розподільних електричних мережах вважається, що мережі мають можливість установити всі компенсуючі установки (КУ) одночасно відповідно результатам розрахунків. Оскільки в силу ряду техніко-економічних причин таке установлення неможливе, то розроблена система розрахунку впровадження установок компенсації реактивної потужності в розподільні електричні мережі енергопостачальних компаній та споживачів, що включає:

1) метод оцінки обсягів інвестування впровадження КУ, який дозволяє врахувати різні фінансові можливості підприємств при впровадженні КУ;

2) новий декомпозиційний метод поетапного впровадження КУ в розподільчі мережі енергопостачальних компаній, який порівнюючи з існуючими, дозволяє враховувати вплив КУ одних вузлів на компенсацію реактивних навантажень інших;

3) запропоновано метод розрахунку поетапного впровадження КУ в розподільні мережі споживачів, який дає можливість забезпечити максимальне значення ефективності, як на кожному з етапів так і за весь період впровадження.;

4) одержані математичні моделі та методи підвищення ефективності існуючих КУ, які дозволяють використовувати оперативний резерв потужності КУ одних вузлів для компенсації реактивних навантажень інших вузлів, що дозволяє знизити плату за електроенергію.

УДК 621.311

Демов О.Д., к.т.н., доц.; Пірняк В.М., магістр;**Півнюк Ю.Ю., магістрант****РОЗРАХУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЕКВІВАЛЕНТІВ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА
ОСНОВІ ВІДНОСНИХ СПАДІВ НАПРУГИ**

Аналізуючи розрахування економічного еквівалента реактивної потужності (ЕЕРП) існуючими методами, варто відзначити, що ЕЕРП залежить від реактивних навантажень вузлів мережі і не враховує рівнів напруги в цих вузлах. Цей недолік можна усунути, розраховуючи ЕЕРП за допомогою відносних спадів напруги [1, 2].

Показано, що втрати активної потужності в i -ій вітці від реактивного потоку Q_i визначаються як

$$\Delta P_i = d_i \cdot \Delta U_{*i} \cdot Q_i, \quad (1)$$

де d_i – коефіцієнт, який визначається відношенням реактивних та активних параметрів i -ої вітки; ΔU_{*i} – відносний спад напруги на i -ій вітці.

На основі формули (1) сформована матриця, яка визначає величини ЕЕРП для всіх вузлів мережі.

Розрахунок ЕЕРП по запропонованому методу базується на даних про схему електричної мережі, її параметри і не залежить від реактивних навантажень вузлів. Знайдені величини ЕЕРП є інтегральними показниками, які одночасно характеризують питомі втрати потужності від передачі реактивної і відхилення напруги, що дозволяє більш об'єктивно формувати плату за реактивну енергію, порівняно з існуючими методами.

Список літературних джерел

1. Пірняк В.М. Використання коефіцієнтів розподілу для розрахування економічних еквівалентів реактивної потужності / В. М. Пірняк, П.Д. Лежнюк, О. Д. Демов, О. В. Слободянюк // Новини енергетики – 2012.– №9 . – С. 34 – 37.
2. Лежнюк П.Д. Взаємовплив електричних мереж і систем / П.Д. Лежнюк, В.В. Кулик, О.Б. Бурикін – Вінниця: ВНТУ, 2008. –122 с.

УДК 621.311

Демов О. Д., к.т.н., доц.; Шулле Ю. А., к.т.н.; Захаров В. В.

СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ЕЛЕКТРОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ М. ВІННИЦІ

Впровадження заходів по економії електроенергії пов'язано з врахуванням специфічних умов електроспоживання на кожному підприємстві. Однак, більшість технологічних процесів можна представити як взаємодію типових споживачів електроенергії: металообробних станків, електроперетворювальних установок, освітлення, компресорів, насосів, вентиляторів. Фізико-технічні принципи роботи вказаних споживачів на різних підприємствах однакові. Це дає можливість розробляти заходи по економії електроенергії для типових споживачів і використовувати їх на всіх підприємствах, де вони встановлені. В результаті можна одержати інформаційну базу заходів по економії електроенергії, яку можуть використовувати будь-які підприємства, якщо відомий склад споживачів на них. Метою створення і експлуатації інформаційної бази з електрозбереження є:

1. Рациональне збереження інформації по економії електроенергії та сприяння проведенню заходів по її економії на промислових підприємствах;
2. Інформаційне забезпечення процесів управління, нагляду та контролю за електроспоживанням з належною якістю обслуговування і використанням сучасної техніки та інформаційних технологій, що гарантують для всіх користувачів простоту і надійність доступу до відомостей з електрозбереження, результатів енергетичних обстежень, потреб і обсягів споживання, тарифів і розмірів оплати пер споживачів;
3. Реалізація механізмів і технологій обробки та аналізу інформації, підтримки прийняття управлінських рішень;
4. Виявлення випадків нераціонального використання електроенергії, а також створення інформаційної бази для вирішення задач прогнозування обсягів споживання електроенергії і коштів на її оплату на наступний період.

УДК 621.31

Денисюк С.П., д.т.н., проф.; Базюк Т.М., аспірант
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АКТИВНОГО СПОЖИВАЧА В
СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Однією з ключових тенденцій у розвитку сучасної електроенергетики в світі є перехід до інноваційного перетворення галузі на основі концепції Smart Grid. За кордоном ця концепція розглядається як повністю інтегрована, саморегулююча і самовідновлювальна електроенергетична система, що має мережеву топологію, включає в різного роду генератори, магістральні й розподільні мережі та всіх споживачів електричної енергії, керованих єдиною мережею інформаційно-керуючих пристроїв і систем в режимі реального часу. Дана концепція націлена на реалізацію стратегії активного споживача (АС), тобто стимулювання споживачів до участі в регулюванні навантаження, яка в світі відома як стратегія «просюмера».

Активним споживачем є учасник споживчого ринку електроенергії, що має можливість, виходячи зі своїх потреб, оптимізувати графік завантаження своїх потужностей як з метою мінімізації витрат на електроенергію, так і з метою отримання доходу від продажу електричної енергії та потужності. Метою якого є збільшення участі осіб або організацій у формуванні ринку електроенергії та створення зворотного зв'язку.

Поєднання АС та джерел розосередженої генерації в одну структуру дозволяє сформувати мережі для яких досягається узгоджене функціонування всіх її елементів. Керування РГ може бути організовано у формі віртуальних електростанцій або мікромереж шляхом інтеграції джерел генерації у фізичному плані з врахуванням ринкових умов. Українській електроенергетиці сьогодні вкрай важливо активно включитися в процес відповідних інноваційних перетворень.

Діхтярук, І.В. аспірант

ВИКОРИСТАННЯ РОЗ'ЄДНУВАЧІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ СЕКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ.

В даний час актуальними являються питання щодо використання джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах напругою 10 кВ. Впровадження джерел розподільної генерації значно ускладнює структуру та організацію експлуатації розподільних мереж. Саме тому виникає проблема підвищення надійності їх роботи. Досить ефективним способом підвищення надійності є використання алгоритму виділення пошкодженої ділянки за допомогою автоматизованих роз'єднувачів нового покоління типу РЛК, РЛН-10 з autolink АВВ, тощо [1]. Суть алгоритму полягає в тому, що під час безструмової паузи, з допомогою таких комутаційних апаратів, будуть відокремлюватись окремі ділянки мережі (по аналогії з роботою відокремлювачів в мережах напругою 35-110 кВ). Причому виділення ділянок повинно починатися після другого циклу автоматичного повторного ввімкнення (АПВ), оскільки перший цикл АПВ дозволяє усунути основну масу нестійких пошкоджень.

Основною проблемою при реалізації даного алгоритму в мережах з джерелами розподіленої генерації є те, що за час безструмової паузи генератори енергосистеми та джерела розподіленої генерації можуть вийти з синхронізму. Саме тому, перед автоматичним повторним включенням (АПВ) необхідно проводити перевірку деяких умов, що гарантують синхронне включення генераторів. Автоматика розподільних мереж з джерелами розподільної генерації подібна до мереж з двостороннім живленням. Саме тому способи синхронізації генераторів в мережах з двостороннім живленням можуть бути використані в мережах з джерелами розподіленої генерації.

Розглянемо розподільну мережу напругою 10 кВ секціоновану одним роз'єднувачем з одним джерелом розподіленої генерації (рис. 1).

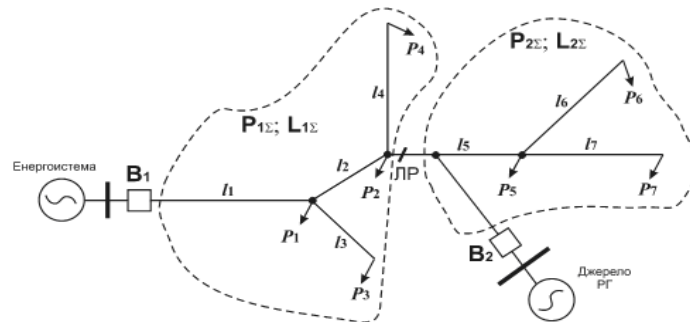


Рис. 1 – Розподільна мережа з одним секціонуючим роз'єднувачем на магістралі та одним джерелом розподіленої генерації

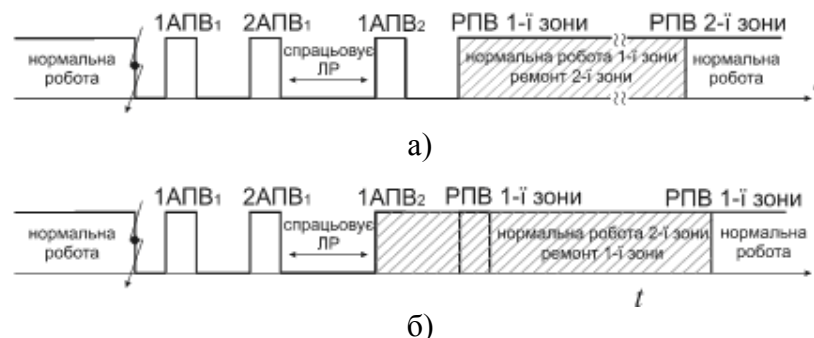


Рис. 2 – Часова діаграма роботи автоматики в нерезервованій електричній мережі з

одним секціонуючим роз'єднувачем на магістралі та одним джерелом розподіленої генерації:

- а) у разі неуспішного 1АПВ₂ для споживачів другої зони;
- б) у разі успішного 1АПВ₂ для споживачів другої зони.

У разі встановлення одного автоматичного секціонуючого роз'єднувача в нерезервованій розподільній електричній мережі з джерелом розподіленої генерації (рис. 1) споживачі, що знаходяться в зоні, яка межує з джерелом живлення при пошкодженні в тупиковій зоні, будуть знеструмлені на такий час, поки пошкоджена зона не буде відділена від мережі в безструмову паузу (після другого циклу АПВ) та здійснено РПВ 1-ї зони (рис. 2, а). Споживачі зони, яка має джерело розподіленої генерації, у разі пошкодження у зоні яка межує з джерелом живлення, будуть знеструмлені на час, поки пошкоджена зона не буде відділена від мережі у другу безструмову паузу (після другого циклу АПВ) та поки не спрацює АПВ вимикача В₂ (рис. 2, а), а при пошкодженні в своїй зоні – на час пошуку та ліквідації пошкодження (рис. 2, б). Аналогічний принцип секціонування електричних мереж з розподіленою генерацією також можна реалізувати в мережах з ручним або автоматичним введенням резерву. Оскільки в [1] показано, що ефект від встановлення кожного наступного секціонуючого роз'єднувача зменшується приблизно в два рази, то більше двох секціонуючих роз'єднувачів встановлювати на магістралі не доцільно.

ВИСНОВКИ:

1. Запропонований підхід щодо автоматизації розподільних електричних мереж напругою 6-10 кВ з використанням роз'єднувачів нового покоління дозволяє суттєво підвищити надійність електропостачання споживачів та знизити експлуатаційні витрати при несуттєвих капітальних вкладеннях в електричну мережу у порівнянні з використанням для цієї мети вакуумних реклоузерів.

2. Запропонований метод секціонування стане можливим після модернізації роз'єднувачів типу РЛК-10 з оснащенням приводу накопичувачем енергії. Подібне технічне рішення не потребує улаштування каналів зв'язку між живлячою ПС і секціонуючими КА.

3. Основними недоліками даного підходу являється складна організація релейного захисту розподільних мереж та затягування витримок часу у зв'язку з роботою автоматики.

Список літературних джерел:

1. Буйный Р.А. Модели и методы оптимизации надежности воздушных распределительных электрических сетей: Дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. – Чернігів, 2004. – 165с.

УДК 621.311

Добровольська Л.Н., к.т.н., доц.
ОСНОВНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ
МЕРЕЖАМИ В РИНКОВИХ УМОВАХ

Першочерговим завданням для забезпечення підвищення ефективності функціонування розподільних електричних мереж є виділення основних причин зростання втрат електроенергії при її транспортуванні та визначення можливих заходів щодо їх зниження. Слід зазначити, що ефективна реалізація цих заходів можлива лише за комплексного підходу. Це необхідно враховувати при плануванні перспективного розвитку електричних мереж. При цьому одним з важливих питань є забезпечення нормативного рівня надійності електропостачання, яке часто веде за собою значне здороження запроектованої схеми. Нажаль, на сьогоднішній день процес планування знаходиться повністю в межах компетенції електропередавальних організацій, а в умовах розгортання приватизаційних процесів в галузі це може призвести до подальшого загострення ситуації з розвитком електричних мереж. Оцінювання стану електроенергетичного комплексу є базовою задачею оперативного диспетчерського керування. З переходом на ринкові відносини змінилися функції диспетчерського керування. Ці зміни відносяться до прямих обов'язків диспетчерського керування. Якщо до переходу на ринкові відносини основним завданням диспетчерського керування було забезпечення технічного управління енергетичними об'єктами, то в ринкових умовах питання економічних чинників набувають все вагомішого значення. Кожна розподільча компанія і обленерго перш ніж починати модернізацію і технічне переозброєння системи управління електричними мережами, або створювати нову, повинні, передбачати ефект від впровадження АСУ. Впровадження інтегрального багаторівневого диспетчерського управління піднімає на якісно новий рівень розв'язання задач оптимізації та підвищення ефективності роботи електроенергетичного комплексу країни.

Необхідно розробити сучасні методики розрахунку економічної ефективності АСУ обленерго, етапності їх створення і розвитку. Вказана система забезпечить підвищення рівня технологічного планування режимів і вирішить проблему забезпечення відповідності енергетичного комплексу України вимогам енергетичного об'єднання європейських країн щодо керування режимами електричних мереж.

Список літературних джерел:

1. Яндульский А.С. Синтез системы управления промышленной электрической подстанцией /А.С. Яндульский, А.В.Гинайло, М.В. Мартишок // Электрические сети и системы. - 2004. - №3. - С. 9-16.
2. Головкин П. И. Энергосистема и потребители электрической энергии – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

Дорошенко А. Л., асп., пров. інж.

ОГЛЯД РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З МАШИНОЮ ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА РІЗНИМИ ТИПАМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ

Вступ. Машина подвійного живлення (МПЖ) є перспективним об'єктом дослідження, що знаходить широке застосування в електромеханічних системах промисловості, де вимагається використання високо динамічного керованого електропривода. Останнім часом МПЖ посідає провідну роль в галузі альтернативної енергетики вітрових установок, що поступово витісняє застосування синхронних генераторів. До основних переваг МПЖ слід віднести наявність одночасно двох каналів керування, керування по колу статора та колу ротора, внаслідок чого МПЖ може поєднати властивості синхронної та асинхронної електричної машини.

Мета роботи. Розглянути режими роботи, принципові схеми та алгоритми керування МПЖ в електромеханічних системах з різними типами перетворювачів частоти для визначення актуальності та перспектив подальшого дослідження.

Матеріали та результати дослідження. Режими роботи МПЖ досить легко аналізувати використовуючи енергетичні діаграми розподілу потужності [1], серед яких розрізняють: режим двигуна при швидкості нижче синхронної; режим двигуна при швидкості вище синхронної; режим гальмування противмиканням; режим генераторного гальмування при швидкості вище синхронної; режим генераторного гальмування при швидкості нижче синхронної; режим динамічного гальмування.

Серед принципових схем електромеханічних установок з МПЖ виділяють: схема електроприводу на базі МПЖ з перетворювачем частоти (ПЧ) в колі ротора; схема електроприводу на базі МПЖ з перетворювачем частоти в колі ротора та колі статора одночасно. Схема електроприводу на базі МПЖ з ПЧ тільки в колі ротора знаходить широке застосування в системах відновлюваної енергетики [2], системах мережевого регулятора потужності [3], а також в насосних і вентиляторних системах електропривода. Головною особливістю схеми такого типу є застосування перетворювача частоти, усталена потужність якого, може бути в декілька разів меншою від номінальної потужності електричної машини, при цьому потужність перетворювача частоти визначається глибиною діапазону регулювання швидкості. Схема електроприводу МПЖ з ПЧ в колі статора та колі ротора використовується в транспортному обладнанні, металургійному прокаті тощо [4]. Така схема забезпечує роботу електропривода в чотирьох квадрантах електромеханічної площини, крім того в області надсинхронних швидкостей з номінальним моментом на валу двигуна.

В сучасних електромеханічних системах на базі МПЖ використовують наступні типи перетворювачів частоти: перетворювач частоти типу back-to-back [3]; матричний перетворювач частоти (МП) [5]; двоступеневий матричний перетворювач частоти (ДМП) [2]. Тип перетворювача частоти в електромеханічній системі з МПЖ визначається режимами роботи установки, глибиною регулювання швидкості, цільовим призначенням привода та показниками якості споживання або генерування електричної енергії.

Сучасні алгоритми керування електромеханічних систем на базі МПЖ з перетворювачами частоти будуються на основі векторних алгоритмів керування орієнтації електромагнітного поля електричної машини, описаного в [6]. Метод прямого керування потужністю знаходить застосування в електромеханічних системах альтернативних джерел енергії, де МПЖ працює в режимі керованого генератора вітрової турбіни. Даний алгоритм забезпечує роздільне керування активної та реактивної потужності, що генерується до мережі [7]. Алгоритм прямого керування моментом знаходить застосування в електроприводах з МПЖ, де вихідною координатою регулювання є момент/швидкість на валу двигуна [4].

Висновки. Огляд електромеханічних систем з МПЖ підтверджує актуальність даної тематики на сьогоднішній день, з огляду на активне впровадження джерел відновлювальної енергетики та жорстких вимог, що вимагають сучасні високодинамічні системами електропривода. Впровадження сучасних напівпровідникових перетворювачів частоти в поєднанні з новітніми алгоритмами керування гарантує споживання та генерування електричної енергії із задовільними показниками якості.

Література.

1. Онищенко Г. Б. Асинхронный вентиляльный каскад / Г. Б. Онищенко. – М.: Энергия, 1967. – 152 с.
2. Pena R. A Topology for Multiple Generation System with Doubly Fed Induction Machines and Indirect Matrix Converter / R. Pena, R. Cardenas, E. Reyes, J. Clare, P. Wheeler // IEEE Trans. on Industrial Electronics. – Vol.56. – No. 10. – October 2009. – P. 4181 – 4193.
3. Akagi H. Control and performance of a flywheel energy storage system based on a doubly-fed induction generator-motor for power conditioning / H. Akagi, H. Sato // IEEE Transactions on Power Electronics. – Vol. 1. – 1999. – P. 32 – 39.
4. Bonnet F. Direct Torque Control of Doubly Fed Induction Machine / F. Bonnet, P.E. Vidal, M. Pietrzac-David // Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences – Vol.54 – No. 3 – 2006. – P. 307 – 314.
5. Sunter S. Slip energy recovery of a rotor-side field oriented controlled wound rotor induction motor fed by matrix converter / S. Sunter // Journal of the Franklin Institute – 2008 – P. 419 – 435.
6. Werner Leonhard. Control of Electrical Drives / W. Leonhard. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 460 s. – ISBN 3-540-41820-2.
7. Pena R. A doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters supplying an isolated load from a variable speed wind turbine / R. Pena, J.C. Clare, G.M. Asher // IEE Proc.-Electr. Power Appl. – Vol. 143 – No. 5 – September 1996 – P. 380 – 387.

Дорошенко Андрій Леонідович – асп., Україна, м. Київ, Інститут електродинаміки НАН України, відділ перетворення та стабілізації електромагнітних процесів, пров. інж., тел.: (044) 454-24-62, e-mail: DFIM@ukr.net

УДК 621.311

Доценко С.І., к.т.н., доц.

**ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА**

У роботі [1] запропоновано елементи загальної теорії підприємства, в якій організація його діяльності розглядається як діяльність організованого Цілого. Цей підхід нами пропонується застосувати для моделювання діяльності системи енергетичного менеджменту (СЕМ).

Аналіз змісту цих елементів дозволив виділити чотири можливих рівня пізнання (а, отже, і моделювання) організації діяльності СЕМ: методологічний рівень; факторний рівень; рівень архітекtonіки діяльності; інструментальний рівень.

Основне завдання для першого рівня полягає у формуванні методології організації діяльності СЕМ. На цьому рівні визначається зміст завдань, рішенням яких присвячена її діяльність. До них належать завдання: формування проекту майбутнього результату Π ; аналізу отриманого результату у формі характеристик X ; забезпечення відповідності $\Pi = X$.

З математичної точки зору рішення перших двох завдань повинно забезпечити визначення складу та змісту показників Π та X . Третє завдання з математичної точки зору є завданням класичного ручного, автоматизованого або автоматичного управління.

Для вирішення перших двох завдань необхідно попередньо вирішити завдання визначення необхідних факторів діяльності. Таким чином, виникає другий рівень ієрархії моделювання діяльності СЕМ. На цьому рівні виникає можливість побудови математичної факторної моделі, яка встановлює однозначну відповідність між парами факторів. Кожному з процесних факторів присвоюється сукупність ресурсних факторів. Таким чином формуються класи матриць парних відносин. Кожній з сформованих таким чином матриці присвоюється відповідний фактор часу.

Для відповіді на питання, як організовані взаємини елементів, що формують СЕМ, слід розглянути модель архітекtonіки (архітектури) взаємозв'язку елементів, що входять до складу СЕМ. Цей рівень моделювання є третім. Для математичного опису даної моделі можуть бути використані, наприклад, лінгвістичні змінні.

Четвертим рівнем пізнання організації діяльності СЕМ і її моделювання є інструментальний рівень. На цьому рівні передбачено формування інформаційної моделі реалізації її діяльності, її частин та елементів, що формують ці частини у формі автоматизованого робочого місця з відповідним математичним, програмним і апаратним забезпеченням.

Література: 1. Доценко С.І. Елементи методології формування загальної теорії підприємства [Текст]/С. І. Доценко//Менеджмент, маркетинг та інтелектуальний капітал в глобальному економічному просторі: кол. моногр. / під ред. П.Г. Перерви, О. І. Савченко, В. Л. Товажнянського. – Х.: Віровець А. П. «Апостроф», 2012. – 700 с. с. 220-239.

УДК 621.311

**Журахівський А.В., д.т.н., проф.; Кенс Ю.А., к.т.н., доц.; Яцейко А.Я., к.т.н., доц.,
Масляк Р.Я.**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗБУРЕННЯ, ПРОТІКАННЯ ТА БОРОТЬБИ З
ФРП У МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ**

На сьогодні в Україні більшість мереж 6-35 кВ працюють з ізолюваною нейтраллю. Вагомим недоліком цих мереж є можливість виникнення ферорезонансних процесів (ФРП), що в свою чергу часто призводить до пошкодження трансформаторів напруги (ТН), обмежувачів перенапруг (ОПН), кіл релейного захисту та автоматики.

Оскільки більшість встановлених ТН у мережах є типів НТМИ та ЗНОМ, первинні обмотки яких з'єднані у зірку та заземлені, то в схемі може утворитись паралельний резонансний контур між індуктивністю трансформатора напруги та ємністю мережі. За співпадіння цих параметрів може збурюватись ФРП, який вже у свою чергу супроводжується перенапругами та надструмами у мережі.

На сьогоднішній день запропоновано багато способів та засобів для захисту ТН від пошкоджень даними процесами. Але як показує досвід експлуатації багато із них є не до кінця ефективними і не забезпечують гарантованого захисту трансформаторів напруги. Тому виникає необхідність перевірки ефективності роботи пристроїв захисту та дослідження процесу розвитку та протікання ФРП щоб ефективно його гасити або не допускати його виникнення.

Аналіз відомих схем для дослідження ФРП показав, що однією з доцільних є однофазна розрахункова схема, яка справедлива правда тільки для дослідження ТН типів НАМИ, оскільки у них заземлена лише одна первинна обмотка. Оскільки у мережах в основному експлуатуються ТН типів ЗНОМ та НТМИ, то нами була запропонована однофазна розрахункова схема для трансформаторів напруги, у яких первинні обмотки з'єднані у зірку та заземлені. Використання даної схеми дозволить провести розрахунки та дослідити процеси під час збурення та протікання ФРП (нульові наближення).

На даній однофазній розрахунковій схемі нами було проведено ряд досліджень. А саме було досліджено процес збурення ФРП та параметри, які на нього впливають, ефективність існуючих способів недопущення та зриву ФРП.

Було встановлено, що до моменту насичення ТН схему можна вважати лінійною та проводити усі розрахунки як для лінійної, а з моменту входу трансформатора у насичення потрібно переходити до схеми із нелінійними індуктивностями.

Також нами було досліджено вплив параметрів однофазної розрахункової схеми на можливість збурення та існування ФРП. Було досліджено вплив зміни кутів нахилу насиченої та ненасиченої частини характеристики намагнічення ТН, вплив зміни ємності мережі, моменту комутації за замикання на землю. У результаті досліджень було встановлено, що кожний з цих параметрів впливає на можливість виникнення ФРП. Оскільки дослідження та досвід експлуатації показують, що виникнення ФРП відбувається лише за певних значень ємності мережі, нами було визначено ці діапазони для ТН, яких найбільше встановлено в електричних мережах. У результаті досліджень показано, що для різних типів ТН ці діапазони будуть різними.

Окрім того, було досліджено можливі способи зриву ФРП, а саме ввімкнення додаткових гасильних резисторів та ввімкнення додаткової ємності мережі. Як показали дослідження величини гасильних резисторів для різних типів ТН, різних класів напруг та за різних ємнісних струмів на землю будуть різними. Увімкнення/вимкнення додаткової ємності показало, що зрив ФРП можливий за вимикання/увімкнення таких ємностей, щоб у результаті еквівалентна ємність вийшла за межі існування ФРП.

Проведені дослідження допоможуть розробляти нові пристрої та способи захисту від ФРП та визначати ефективність існуючих у тих чи інших мережах.

УДК 621.316.11

Заболотный А.П., к.т.н., доц.; Дьяченко В.В., старш.препод.;

Даус Ю.В., аспирант; Пилипенко А.С., магистр

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ГЕНЕРАЦИИ НА СТРУКТУРУ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

С постоянным ростом тарифов на электрическую энергию доля потерь электроэнергии в электрических сетях при ее передачи и распределении в них значительно возрастает, что имеет важное значение для сельских электрических сетей (СЭС) в виду их разветвленности и использованием низких классов напряжения. Уменьшение составляющей стоимости потерь электроэнергии при ее передачи и распределении в СЭС возможно только путем оптимизации ее структуры.

В настоящее время в агропромышленном комплексе наблюдается тенденции поиска новых источников электроэнергии, а именно установка ветроэлектростанций, гелиоустановок, малых гидроэлектростанций и т.д.. Из-за несогласованного подключения таких источников генерации к СЭС возникает проблема сложности управления и прогнозирования режимов ее работы, при этом ее структура становится не оптимальной с точки зрения потерь электроэнергии в ней при передаче и распределении.

Существующие сейчас методы формирования структуры сельской электрической сети не учитывают наличие перетоков мощности в таких сетях, обусловленных подключением источников генерации электроэнергии.

Предложен подход и разработан алгоритм построения структуры СЭС, учитывающий наличие в системе источников генерации электроэнергии и одновременно решающий задачи определения числа узлов нагрузки и координат их установки на основе расчета технико-экономических показателей сформированных структур СЭС.

Замулко А.І., к.т.н., доц.; Веремійчук Ю.А., аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ГРУП СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

В умовах впровадження та використання ринкових механізмів управління в електроенергетичній галузі особливої актуальності набуває питання ефективного використання можливостей генеруючих станцій. Враховуючи нерозривний зв'язок виробництва та споживання електроенергії важливим є проведення аналізу режимів споживання електроенергії на роздрібному ринку у розрізі основних груп, а також напрацювання пропозицій щодо формування впливу на ці групи в частині забезпечення управління їх електроспоживанням. Зазначений аналіз, що дозволить виявити можливості та обґрунтувати доцільність застосування конкретних управлінських заходів стосовно окремих груп споживачів.

Метою даної роботи є дослідження графіків електричних навантажень (ГЕН) груп споживачів електричної енергії з використанням методів кластерного аналізу, шляхом виділення однотипних груп, для яких можуть бути сформовані однакові підходи щодо використання методів управління електроспоживанням.

Для дослідження ГЕН груп споживачів електричної енергії використано дані вимірів електричного навантаження у режимні дні з 2007 по 2012 рр., сформовано показники, що дозволяють провести оцінку графіка електричного навантаження протягом доби[1]: дисперсія, коефіцієнти нерівномірності, заповнення та ін.. Також розглянута можливість використання морфометричних показників та інтегральних коефіцієнтів, що надають можливість більш детальної оцінки ГЕН [2-3]. Під час проведення аналізу використано підходи щодо обробки статистичної інформації та методи кластерного аналізу, що дозволяють отримати ієрархічну структуру класів і дають можливість встановити структуру об'єктів у середині кластера та їх взаємозв'язок між собою та можливість більш детальної оцінки ГЕН, в розрізі груп споживачів.

За результатами роботи проаналізовано розподіл груп споживачів, сформовано підходи щодо використання методів управління електроспоживанням та наведені пропозиції для підвищення ефективності виділення груп споживачів. Доведено, що використання запропонованого підходу щодо дослідження графіків електричних навантажень на рівні обласних електропередавальних організацій та їх районних підрозділів дозволить ефективно впроваджувати методи управління електроспоживанням.

Література

1. Гордеев В.И. Регулирование максимума загрузки промышленных электрических сетей /В.И. Гордеев. – М. Энергоатомиздат, 1986. – 184 с.
2. Лукань Л. Застосування кластерного аналізу для оцінки розвитку малого підприємництва в регіонах України / Л. Лукань , Г.Цегелик //Формування ринкової економіки в Україні. – 2009. – Вип. 19. – С.73-80.
3. Демов О.Д. Морфометрія графіка електричних навантажень / О.Д. Демов, Т.І. Коменда, Н.В. Команда // Енергетика та електрифікація. – 2009. – №8. – С.59-62.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.

Повышение качества электрической энергии на входе системы питания, построенной на базе выпрямителя, связано с оптимизацией гармонического состава выходного напряжения. Известна эффективность применения для этой цели специальных замкнутых систем автоматического регулирования. Эффективность применения таких систем на прямую связана с полосой пропускания выпрямителя, определяется теоремой Котельникова. Полоса пропускания шести и двенадцати пульсных тиристорных выпрямителей во многих случаях является недостаточной. Применение в выпрямителе полностью управляемых силовых ключей позволяет вместо фазового применить широтно-импульсное регулирование выходного напряжения. Применение современных силовых ключей позволяет реализовать, в выпрямителе широтно-импульсную модуляцию в несколько килогерц. Это позволяет значительно расширить полосу пропускания.

В данной работе приведены результаты исследования электромагнитных процессов выпрямителя с ШИМ модуляцией необходимые для определения его статических и динамических характеристик. При анализе была рассмотрена мостовая схема выпрямителя, являющаяся базовой при построении выпрямителей повышенной пульсности.

Выходное напряжение выпрямителя с ШИМ представляет собой последовательность импульсов длительность которых определяется величиной регулируемого параметра γ . Вершины импульсов ограничены линейным напряжением, действующем на n - том интервале выпрямителя. Получены аналитические зависимости для регулировочной характеристики с учетом реальной формы импульсов ШИМ и при аппроксимации их импульсами прямоугольной формы. Показано, что регулировочная характеристика зависит от соотношений длительности тактовых интервалов выпрямителя и ШИМ и является рациональной функцией регулируемого параметра γ . Погрешность от аппроксимации реальных импульсов выходного напряжения не превышает одного процента.

Показано, что в результате модуляция импульсной последовательности линейными напряжениями статический коэффициент передачи выпрямителя с ШИМ является переменной величиной.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при проектировании замкнутых систем автоматического регулирования с предельным быстродействием.

В работе предложен графо - аналитический метод гармонического анализа выходного напряжения с применением комплексной плоскости. Показано, что в выходном выпрямителе с ШИМ кроме гармоник кратных основной частоте выпрямителя и широтно – импульсной модуляции содержатся гармоники с разностными частотами, частоты которых кратны удвоенной частоте питающей сети. Появление разностных гармоник связано с взаимодействием гармоник выпрямителя и широтно – импульсной модуляции, что необходимо учитывать при построении систем питания с повышенными требованиями к качеству электрической энергии в выходной цепи.

УДК 621.316

Кирик В.В., д.т.н., проф.; Губатюк О.С., асистент
РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМУ НАПРУГИ МЕРЕЖІ З ДЖЕРЕЛАМИ
РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Підвищення надійності та безпеки електропостачання, збереження стійкості роботи електроенергетичної мережі, а також оптимізація вартості електроенергії може бути забезпечена шляхом розміщення у споживачів джерел генерації малої потужності, тобто розподіленої генерації (РГ).

Використання РГ сприяє підтримці високої якості енергії постачальних компаній та знижує втрати на підтримку центральних резервів потужності, реконструкцію і оновлення мереж та підстанцій.

Джерела РГ мають вплив на режимні параметри мережі: рівні напруг, перетоки, втрати потужності, струм короткого замикання та ін.

Для системи з джерелами РГ пропонується корекція коефіцієнтів трансформації в вузлах мережі для підтримання бажаного рівня напруги у споживачів шляхом синтезу нечіткого логічного контролера на основі бази знань режимних параметрів електричної мережі попередньо створеної з використанням програмних пакетів «Космос» та Matlab.

Таким чином, для мережі з джерелами РГ пропонується корекція коефіцієнтів трансформації в вузлах мережі для підтримання бажаного рівня напруги у споживачів, а також для зменшення втрат активної потужності.

На основі детального моделювання режиму роботи спрощеної мережі при почерговій зміні значення потужності джерел РГ (генерація відсутня – максимальне споживання, генерація повністю введена – максимальна генерація) встановлено, що джерела РГ впливають по-різному на режим роботи мережі залежно від їх потужності, розташування, а також наявності джерел з РГ може повністю змінити напрямок потоків потужності. Також підключені джерела РГ впливають на величину втрат потужності: найменші сумарні втрати спостерігаються при роботі джерел на навантаження вузла.

Враховуючи проведене моделювання встановлюється залежність між генерацією(споживанням) та коефіцієнтом трансформації трансформаторів для підтримання рівня напруги в заданих межах. На основі цієї залежності синтезуються правила роботи нечіткого логічного контролера.

Список літературних джерел:

1. Щерба А.А., Кирик В.В. Системи з нечіткою логікою регулювання електроенергетичних режимів.-К: Інститут електродинаміки Національної академії наук України, 2011.
2. Проблеми розвитку енергетики: погляд громадськості / Збірка доповідей № 6 / Ред. кол. Дупак О.С., Афонін В.В., Базєєв Є.Т., Венераки І.Б., Долинський А.А., Жовтянський В.А. та ін.». – К.: НТСЕУ, 2009.
3. Стофт С. Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергии: Пер. с англ. - М.: Мир, 2006. – 623 с.

Кирик Валерій Валентинович – д.т.н., професор, зав. каф. електричних мереж та систем Національного Технічного Університету України «Київський політехнічний інститут», тел. (044)406-82-34, e-mail: vkryk@ukr.net.

Губатюк Оксана Сергіївна – аспірантка, асистент кафедри електричних мереж та систем Національного Технічного Університету України «Київський політехнічний інститут», тел. 0502838475, e-mail: OksanaGubatuyk@i.ua.

УДК 621.314.223

Кирик В.В., д.т.н., проф.; Нагорний Р.В., аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ У НЕНАВАНТАЖЕНОМУ СИЛОВОМУ АВТОТРАНСФОРМАТОРІ ПРИ ГЕОМАГНІТНИХ ЗБУРЕННЯХ

Геомагнітні збурення викликаються космічною погодою, проявом якої вважаються сонячні спалахи під час яких у простір випромінюється велика порція енергії. Магнітні збурення викликають коливання магнітосфери, що спричиняє протікання геомагнітних індукційних струмів (ГІС) на Землі.

Електричні з'єднання нейтралей трансформаторів з обох сторін ЛЕП через землю обумовлюють протікання ГІС в ЛЕП.

В середовищі Matlab було досліджено роботу автотрансформатора АОДЦТН– 333000/750/330кВ, який приєднаний до мережі лінією 750кВ і перебуває в ненавантаженому стані. За нормованих робочих умов автотрансформатор працює в лінійній області кривої намагнічування. Наявність між нейтралями наведеної поверхневої напруги викликає зміщення робочої точки автотрансформатора в зону насичення. Нелінійність кривої насичення магнітопроводу викликає несинусоїдальний струм збудження з широким складом вищих гармонік.

Підвищення наведеної поверхневої напруги до 15 В/км викликає збільшення споживання реактивної потужності в 1,73 рази.

Оскільки насичення магнітопроводу призводить до збільшення споживання реактивної потужності і відповідно до її дефіциту, то в мережі спостерігається зниження: напруги, запасу стійкості та пропускної здатності ЛЕП. При цьому відбувається надмірний перегрів ізоляції, масла та поява газів, тому необхідно враховувати вплив ГІС при експлуатації електричних мереж в періоди сильних магнітних бур і застосовувати заходи попередження їх протікання на етапі проектування мереж.

Коменда Н.В., к.т.н.
КОМПЛЕКСНА МОРФОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ
СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Взаємозв'язок задач аналізу, планування та управління навантаженням систем електропостачання (СЕП) промислових підприємств вимагає створення комплексної моделі управління, що дозволить в режимі реального часу вирішувати складні питання покращення режимів роботи мереж та управління споживанням електроенергії їх споживачів. Функціонування та результативність даної моделі залежить в першу чергу від детальності оцінки параметрів процесу передачі, розподілу та споживання електроенергії у кожній точці мереж СЕП. Оскільки морфометричний підхід до аналізу добової нерівномірності графіка електричних навантажень (ГЕН) забезпечує значно більшу інформативність у порівнянні з класичним підходом то його використання дозволить більш детально здійснювати розрахунки та аналіз.

Для реалізації системи управління необхідно побудувати таку систему технічного обліку електроенергії на підприємстві, яка дозволяла б зчитувати добовий ГЕН та передавати інформацію на сервер для її подальшого аналізу, зокрема визначення множини споживачів-регуляторів серед приймачів електроенергії підприємства. Технічне виконання системи доцільно здійснити з допомогою попередньо запрограмованих контролерів навантаження (КН), що вмикаються в точки підключення обладнання, зчитують значення спожитої потужності і передають інформацію через радіоканали на сервер аналізу електроспоживання. Для побудови системи управління навантаженням пропонується використати розподілену дворівневу структуру, яка містить:

- підсистему нижнього рівня, що забезпечує збір і первинну обробку інформації, видачу управляючих дій, на виконавчі механізми окремих енергетичних об'єктів і передачу інформації сигналізації і вимірювання на верхній рівень системи;
- підсистему верхнього рівня, що забезпечує взаємодію з оператором, відображення параметрів вимірювання, вироблення і передачу управляючих команд, що управляють, на підсистеми нижнього рівня, накопичення даних, їх архівацію і формування звітів.

Підсистема нижнього рівня складається з сукупності КН. Підсистема верхнього рівня є сервером, на якому встановлено програмне забезпечення аналізу добової нерівномірності, пошуку СР, класифікації, що розроблене на основі морфометричних методів та моделей. Для зв'язку підсистем можуть бути використані технології безпроводного доступу у відповідності зі стандартом IEEE 802.11b. На основі інформації від множини КН серверне програмне забезпечення здійснює аналіз нерівномірності добових ГЕН кожної одиниці обладнання, проводить узагальнення та накопичення інформації, забезпечуючи функціонування комплексної моделі.

Економічну оцінку результатів у процесі керування навантаженням СЕП на основі морфометричного підходу слід здійснювати наступним чином:

$$\Delta\Pi_{\Sigma} = \left[(E_{до\ упр.} - E_{після\ упр.}) + (\Delta W_{н.до\ упр.} - \Delta W_{н.після\ упр.}) \cdot n \right] \cdot T_{диф}, \text{ [грн]}, \quad (1)$$

де $E_{до\ упр.}$, [кВт·год] – спожита електроенергія за час спостереження, до здійснення керувального впливу; $E_{після\ упр.}$, [кВт·год] – очікуване споживання електроенергії за час спостереження, після керувального впливу; $T_{диф}$, [грн/кВт·год] – тариф на спожиту електроенергію; n , [год] – кількість годин спостереження; ΔW_n , [кВт·год] – навантажувальні втрати СЕП за добу [2]:

$$\Delta W_n = I_{меф}^2 \cdot R_e \cdot T = \left(\sqrt{S_{ГЕН^2} / T} \right)^2 \cdot R_e \cdot T = \frac{S_{ГЕН^2}}{T} \cdot R_e \cdot T = S_{ГЕН^2} \cdot R_e, \text{ [Вт·год]}. \quad (2)$$

де R_e , [Ом] – еквівалентний опір мережі; $I_{меф} = \sqrt{S_{ГЕН^2} / T}$, [А] – ефективний струм обчислений за допомогою морфометричного підходу; $S_{ГЕН^2}$, [А²·год] – площа графіка, створеного на основі середньоквадратичних навантажень.

Коноплінський М.А., аспірант

ІДЕНТИФІКАЦІЯ АКТИВНИХ ОПОРІВ СТАТОРА І РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З МАЛИМ ЧАСОМ ЗБІЖНОСТІ

Вступ. Одним з основних факторів, що впливають на показники якості систем векторного керування асинхронним двигуном (АД) є точність інформації про його активні опори статора і ротора. Відомо, що при роботі машини внаслідок нагріву активний опір ротора змінюється в більш широкому діапазоні ($-50\%..+100\%$) ніж активний опір статора ($-10\%..+20\%$). Варіації активного опору ротора викликають порушення полеорієнтування [1], що призводить до погіршення показників якості регулювання механічних координат, зниження енергетичної ефективності процесу електромеханічного перетворення енергії, та в деяких випадках навіть до втрати стійкості системи. Враховуючи, що зміни в часі активних опорів відбуваються відносно повільно, то для механізмів, в яких технологічно передбачаються паузи в роботі двигуна, можливо ідентифікувати їх не постійно, а лише під час зупинок двигуна [2]. Така процедура знаходить застосування в [3] для корекції значення активного опору статора в алгоритмі керування. Ідентифікація активного опору ротора є більш складною і зазвичай проводиться лише під час процедури попередньої ідентифікації параметрів. Метою роботи є синтез та дослідження нового алгоритму одночасної ідентифікації активних опорів статора і ротора АД з достатньо високою швидкістю збіжності, для використання під час зупинок, передбачених робочими діаграмами механізму.

Матеріали дослідження. На основі другого методу Ляпунова для моделі АД в стаціонарній системі координат синтезовано алгоритм одночасної ідентифікації активних опорів статора і ротора. Розроблений алгоритм гарантує глобальну експоненційну стійкість при виконанні умов персистентності збудження. Представлено результати експериментальних досліджень при різних формах тестового сигналу.

Висновки. Синтезовано новий алгоритм ідентифікації активних опорів статора і ротора на основі інформації про компоненти струму та напруги статора. Показано, що при виконанні умов персистентності збудження ідентифіковані значення активних опорів статора та ротора експоненційно прямують до своїх дійсних значень, що підтверджено результатами моделювання та експериментальних досліджень. Алгоритм може бути використаним для ідентифікації активних опорів статора і ротора під час зупинок АД, передбачених технологічним циклом та в процедурах само налаштування систем векторного керування при їх ініціалізації.

Література

1. Krishnan R. and Doran F. C. Study of parameter sensitivity in high performance inverter-fed induction motor drive systems // IEEE Trans. Ind. Applicat. –1987. –Vol. 23, – P. 623 –635.
2. Пивняк Г.Г., Волков А.В. Современные частотно-регулируемые асинхронные электроприводы с широтно-импульсной модуляцией. [Монография]. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2006. – 470 с.
3. Универсальный привод переменного тока для асинхронных двигателей и сервомоторов: расширенное руководство пользователя Unidrive SP. Редакция 8. – 2007. – 416 с.

УДК 621.311

Кравчук С.В., магістр.

ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЦЬ ПІДЄДНАННЯ І ПОТУЖНОСТЕЙ ГЕНЕРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Тенденція використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) для електропостачання споживачів та інтеграція генераторів, які працюють на базі ВДЕ в електричній мережі (ЕМ), одна з актуальних проблем, які потребують фундаментального дослідження.

Впровадження джерел розподіленої генерації (РГ), що побудовані на основі використання ВДЕ має низку переваг, насамперед це зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище, та вирішення багатьох проблем пов'язаних з викидами та відходами при виробництві електроенергії.

Зниження рівня завантаженості системоутворюючих ЕМ та зменшення витрат на передачу електричної енергії, що вироблена ВДЕ, так як останні встановлюються безпосередньо в «кінці» лінії.

Метою роботи є створення методу пошуку місць підключення ВДЕ в ЕМ та визначення оптимальної потужності генерування при забезпеченні стабільної якості функціонування електричних мереж з мінімальним загальносистемним показником – втратами активної потужності. Комплексний підхід в дослідженні даного питання дозволить повніше розкрити потенціал ВДЕ.

Джерела нетрадиційної і відновлювальної енергії мають різноплановий вплив на роботу електричної мережі. Переваги в збільшенні частки розосередженого генерування можливі лише при обранні вірного методу пошуку оптимальних місць під'єднання та потужності генерування НВДЕ.

Схемна реалізація пристрою для вимірювання втрат електроенергії в контактній мережі

Величина втрат електроенергії в елементах системи електропостачання є визначальним фактором оцінки ефективності процесів електропостачання і електроспоживання в будь-якій електроенергетичній системі. Точне вимірювання втрат прямими методами в системі тягового електропостачання неможливе через стохастичний характер навантаження. Найбільш перспективний спосіб визначення втрат енергії в тягових мережах – використання електронних лічильників втрат, встановлених на фідерах контактної мережі та реєструючих інтегральне значення ампер - квадрат - годин.

Остання розробка компанії Ельстер Метроніка - мікропроцесорний лічильник електроенергії Альфа А1800 з функцією обліку втрат (в модифікації лічильника присутня літера V) та спеціалізований програмний пакет Metercat (AlphaPlus W2.1) . Лічильники Альфа А1800 призначені для вимірювання та обліку активної і реактивної енергії в колах змінного струму в одно-або багато тарифному режимах; для використання в складі автоматизованих систем контролю й обліку електроенергії (АСКОЕ) і передачі вимірних або обчислених параметрів на диспетчерській пункт.

Лічильники втрат електричної енергії не набули широкого застосування при обліку споживання електричної енергії на тягових підстанціях, крім того досить мало на яких підстанціях встановлено лічильники безпосередньо на приєднаннях фідерів контактної мережі. Лише один тип з сучасних лічильників в якості додаткової опції має функцію інтегрування квадрату струму, а у більшості своїй така можливість у інших лічильниках відсутня. Але в дистанціях електропостачання використовуються сучасні портативні аналізатори споживаної потужності, зокрема прилад EDL-175 компанії Satec. Однією з його функціональних можливостей є інтегрування діючого значення струму, тобто розрахунок ампер-годин, що вимірюються за допомогою кліщів Роговського та узгоджувального пристрою, який перетворює споживаний струм і відповідний сигнал за допомогою окремого інтегратора. Вихідний сигнал з інтегратора підключається до спеціальних роз'ємів основного приладу, який виконує подальше обчислення діючого значення струму та його інтегрування в часі.

Використовуючи описану функцію пристрою, можна визначити ампер-квадрат-години, тобто інтеграл від квадрата струму, якщо виконати перетворення сигналу між інтегратором кліщів Роговського та безпосередньо самим пристроєм.

В загальному випадку прилад виконує визначення діючого значення струму за його миттєвим значенням на періоді основної частоти T

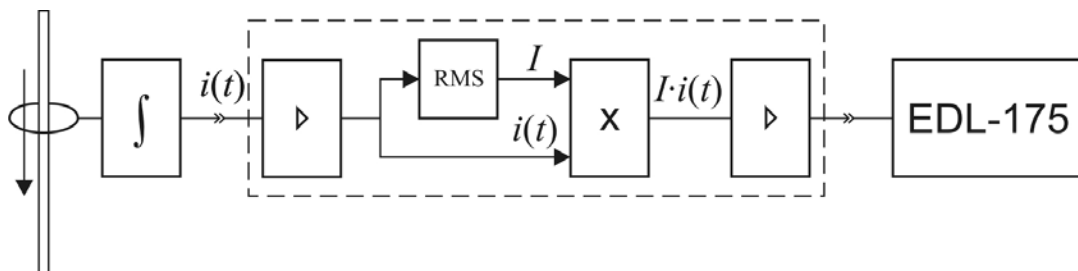


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою узгодження

Для схемотехнічної реалізацію пристрою (рис. 1) застосуємо дві аналогові мікросхеми AD637 та AD633, які виконують операції визначення діючого значення та множення сигналів. Для узгодження вхідного та вихідного сигналу застосуємо прецензійні операційні підсилювачі ОР-07.

В.Г. Кузнєцов, д.т.н., доц.; О.І. Саблін, к.т.н., доц.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Електричний транспорт є єдиним видом транспорту з можливостями відновлення витраченої енергії шляхом її рекуперації, тобто генерування електроенергії при гальмуваннях. На сучасній технічній базі ефективна рекуперація може скоротити енергоємність електричної тяги майже на 30 %, однак до сьогодні можливості рекуперації не використовуються повною мірою. Кількість електроенергії що рекуперується при гальмуванні залежить від багатьох невизначених факторів, в першу чергу від необхідного режиму ведення поїзда та графіка руху, а також від технічного рівня системи автоматичного керування рекуперацією. Крім цього повної реалізації потенціалу рекуперації електроенергії при гальмуванні електротранспорту перешкоджає ряд інших проблем.

Можливість ефективного використання енергії рекуперації від поїзда що перебуває в режимі гальмування визначається наявністю поїздів у режимі тяги на тій же фідерній зоні. Однак поїзна ситуація і існуючий графік руху поїздів не завжди дозволяють враховувати ці умови, тоді виникає так звана надлишкова енергія рекуперації, тобто така енергія, що може бути вироблена але не може бути спожита іншими поїздами в зоні рекуперації. На тягових підстанціях системи електропостачання тяги змінного струму 25 кВ, 50 Гц надлишкова енергія рекуперації без особливих перешкод може бути повернута в систему зовнішнього електропостачання, однак на тягових підстанціях постійного струму 3,3 кВ для цього необхідно інвертування такої енергії, але її якість найчастіше виявляється незадовільною. При відсутності поглинаючих резисторів на тягових підстанціях і підвищенні напруги на струмоприймачі рекуперуючого електротранспорту до 3,95 кВ електротяговий засіб автоматично переходить в режим реостатного гальмування при його наявності в схемі, в іншому випадку електродинамічне гальмування неможливо і доводиться застосовувати механічні гальма.

Перераховані фактори призводять до того, що велика частка потенційно можливої енергії рекуперації електротранспорту втрачається, оскільки не може бути реалізована і раціонально використана.

Підвищення ефективності використання надлишкової енергії рекуперації в системі електричної тяги може бути здійснено за кількома напрямками. Одним із шляхів вирішення даної проблеми може бути використання накопичувачів електроенергії, які крім цього дозволяють зменшити встановлену потужність тягових підстанцій. Наприклад, в системах електропостачання метрополітенів позитивно зарекомендували себе інерційні механічні накопичувачі, а можливість використання енергоємних елементів інших типів, наприклад ємнісних або надпровідних індуктивних ще досліджується. Іншим напрямом ефективного використання енергії рекуперації є розвиток методів і засобів оперативного (ситуаційного) керування режимами тягового електропостачання, для чого необхідні фундаментальні теоретичні та експериментальні дослідження.

В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикін, к.т.н. доц.; В.А. Видмиш, асистент

ВРАХУВАННЯ ЗМІННИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЇЇ РЕЖИМАМИ

Електрична система (ЕС) є складною динамічною системою, функціонування якої неможливе без застосування інтегрованих автоматизованих систем, що функціонують за допомогою локальних систем автоматичного керування (САК). Застосування таких систем потребує розробки та вдосконалення технічного, інформаційного та програмного забезпечення. При цьому, однією з задач оптимального керування є оперативний контроль ефективності керування САК з подальшим оцінюванням в кількісному вигляді.

В процесі експлуатації з різних причин змінюються значення параметрів елементів ЕС (ліній електропередачі, трансформаторів, тощо), що необхідно враховувати в процесі оптимального керування режимами ЕС.

Таким чином, враховуючи тенденції розвитку інформаційного та апаратного забезпечення систем керування ЕС, важливим напрямком підвищення ефективності оптимального керування нормальними режимами електричної системи є вдосконалення математичних моделей (ММ) та методів розрахунку енергетичних критеріїв оптимальності врахуванням змінних параметрів.

Для реалізації оптимального керування нормальними режимами ЕС за енергетичним критерієм, а саме для забезпечення мінімальних втрат активної потужності пропонується використання структурної схеми автоматизованої системи керування (АСК). Дана схема є двоконтурною, що має основний та адаптивний контури. Основний контур АСК містить об'єкт керування, регулювальні пристрої та локальні САК. В адаптивному – зовнішньому контурі цієї системи пропонується застосування нового елементу, який враховує зміну параметрів елементів ЕС.

В пропонованому підході будь-яка зміна параметрів представляється за допомогою вектору змінних комплексних коефіцієнтів трансформації, значення яких в подальшому впливає на формування законів керування, а саме на визначення е.р.с. небалансу. Також здійснюється оперативний контроль ефективності функціонування АСК та оцінювання точності та адекватності роботи САК ЕС.

Застосування уточненої ММ із врахуванням змінних параметрів може бути використано для розробки алгоритмів автоматизації керування нормальними режимами ЕС і законів функціонування регулювальних пристроїв, що в подальшому дозволить покращити точність оптимального керування ЕС та підвищить рівень якості САК ЕС.

В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикін, к.т.н., доц.; Ю.В. Малогулко, аспірант

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕТІКАНЬ АКТИВНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТЕЙ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ ЗАСОБАМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ

Розвиток відновлювальної енергетики в Україні призводить до появи нових, не типових задач проектування та експлуатації для місцевих електричних мереж (ЕМ) напругою 10-35 кВ.

Враховуючи державну підтримку розбудови відновлюваної енергетики, питанням проектування та експлуатації таких станцій приділено достатньо уваги. Однак, розглядаючи проблему інтеграції розосередженого генерування в електроенергетичну систему України, науковці часто нехтують питаннями оптимізації перспективного плану розвитку електричних мереж ліцензіатів з передачі електроенергії. Задача є достатньо складною та багатофакторною, оскільки передбачає комплексну оптимізацію параметрів та розташування відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ), місць їх приєднання до ЕМ та резервування, а також планування заходів з розвитку та реконструкції електромереж. З огляду на забезпечення ефективної роботи останніх, необхідно враховувати вплив ВДЕ на надійність електропостачання споживачів та транспортування виробленої електроенергії, на якість електроенергії в ЕМ та на втрати електроенергії. Крім того, має враховуватися короткострокова динаміка тарифів енергоринку та довгострокова динаміка «зеленого» тарифу.

В роботі, на підставі методу невизначених множників Лагранжа розроблено математичну та цифрову моделі оптимального розподілу активного та реактивного навантаження ЕМ між розосередженими джерелами електроенергії. На цій підставі отримано метод оптимізації місць приєднання ВДЕ до електричної мережі та їх потужностей, який дозволяє враховувати наведені вище впливові фактори.

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМ ГЕНЕРУВАННЯМ

Україна має великий потенціал у галузі відновлюваної енергетики. На сьогодні намітився і реалізується на практиці поступовий перехід від суто централізованої моделі електропостачання споживачів, основою якої є потужні теплові та атомні електричні станції, до комбінованої, коли частина електроенергії виробляється розосередженими джерелами. Вони працюють безпосередньо у розподільних електричних мережах, розвантажуючи тим самим магістральні мережі. Розподільні електричні мережі, при цьому, набувають рис локальної електричної системи.

При цьому змінюються умови функціонування та режими електромереж енергосистем. Оскільки інфраструктура та технічне оснащення існуючих електромереж (в тому числі системи захисту та автоматики) були створені з урахуванням особливостей централізованого електропостачання, то забезпечення стійкості їх роботи та якості електроенергії у нових умовах стає все більш складною проблемою.

У доповіді представлено вдосконалення методів дослідження статичної стійкості для електричних систем з розосередженим генеруванням з метою забезпечення надійності їх функціонування. Були представлені основні проблеми дослідження статичної стійкості в електромережах з розосередженими джерелами енергії.

Показано що для дослідження статичної стійкості електричних систем з розосередженими джерелами енергії недоцільно застосовувати алгебраїчні критерії, оскільки вони не дають можливості робити висновки по дослідженню стійкості за напругою. Тому слід використовувати пряме дослідження систем диференційно-алгебраїчних рівнянь. Дану операцію можна виконувати з використанням програмного комплексу «Дакар».

В практичних розрахунках було використано схему електромережі 110-330 кВ Кримської енергетичної системи. Було розроблено комп'ютерну модель для аналізу статичної стійкості електромережі. Було встановлено граничні умови порушення статичної стійкості, для кожного джерела окремо (підстанція Саки (438 вузол) – 460 МВт, підстанція Донузлав (406 вузол) – 250 МВт, підстанція Зоря (461 вузол) – 245 МВт). Гранична потужність розосереджених джерел енергії відносно до часу відновлення напруги при паралельному збільшенню потужності розосереджених джерел енергії становить $P_{гран}^{406} = 23$ МВт, $P_{гран}^{461} = 21$ МВт та $P_{гран}^{438} = 25$ МВт.

Показано, що генерування розосереджених джерел енергії може впливати не лише на місця приєднання, але й на суміжні вузли ЕМ.

УДК 621.311.161

В.В. Кулик, к.т.н., доц.; С.Я. Вишневський, асистент

**КЕРУВАННЯ ПЕРЕТІКАННЯМИ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В
ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ З ДАЛЬНІМИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧАМИ
НА ПІДСТАВІ КОМПЕНСАЦІЇ ЇХ ПОПЕРЕЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ**

Однією з актуальних задач в галузі підвищення ефективності функціонування електричних систем (ЕС) є зменшення технологічних витрат електроенергії, пов'язаних з її транспортуванням магістральними електромережами (ЕМ). Значною мірою рівень таких витрат визначається технічними втратами електроенергії, які в свою чергу залежать від неоднорідності електромереж. Виходячи з цього, актуальними виявляються питання оцінювання негативного впливу неоднорідності на режими ЕМ різних класів напруги та зменшення такого впливу.

Неоднорідність є конструктивним параметром електромереж ЕС, тому негативно впливає на їх режими на протязі всього часу функціонування. Впливати на рівень неоднорідності можна як конструктивними, так і режимними заходами. Якщо встановлення установок повздожньої компенсації, реакторів, або зміна конструкції ЛЕП потребують значних капіталовкладень, то підвищення адекватності математичних моделей нормальних режимів ЕС, які використовуються для формування технічних рішень з оперативного керування ними, є менш затратним напрямком. Разом з тим, уточнення керуючих впливів для наявних регулювальних пристроїв (РП) систем автоматичного керування (САК) нормальними режимами ЕС дозволить підвищити ефективність оперативного керування.

Для розв'язання задачі компенсації негативного впливу неоднорідності ЕМ пропонується підхід, що передбачає компенсацію фіктивних зрівнювальних е.р.с. у контурах, які визначені з урахуванням поздовжніх і поперечних параметрів ЕМ.

УДК 621.384.3

В.П. Курочка к.т.н., ст.. викл., Д.П. Курочка аспірант**ДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРА****Ключові слова:** турбогенератор, надійність, тепловізійне діагностування.

Турбогенератори є машинами закритого типу і на діагностичний тепловий портрет машини дуже сильно впливає система охолодження, яка може бути наступних типів: поздовжньо-горизонтальна (рис. 1 а) та поперечно-вертикальна (рис. 1 б).

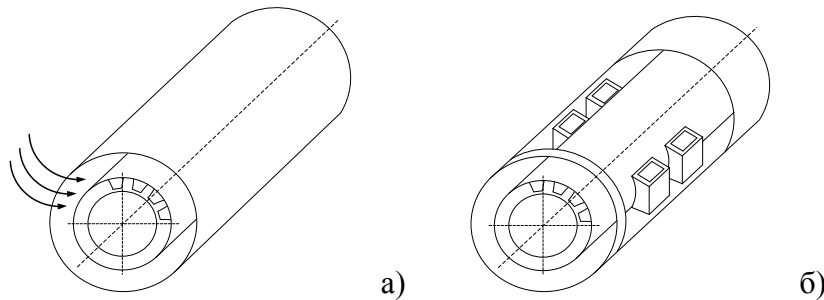


Рис. 1 – Поздовжньо-горизонтальна (а) та поперечно-вертикальна (б) схема розташування каналів охолодження

Складністю врахування впливу системи охолодження на тепловий портрет машини є те, що охолоджуюче середовище матиме власний тепловий графік. Додатково, в залежності від того, чи система поперечна чи поздовжня – необхідно врахувати відповідне спотворення теплового портрету.

Для вирішення поставленої задачі за основу пропонується взяти метод із використанням тепловізійних засобів [3]. Так як турбогенератори є машинами закритого типу, пропонується використання спеціальних тепловізійних пристроїв, об'єднаних в систему для отримання повного теплового портрету генератора. Це дасть змогу отримувати точні параметри теплових процесів в машині в реальному часі під час його роботи без виведення із експлуатації, а отже підвищити надійність роботи турбогенератора.

Список літературних джерел:

1. Справочник по ремонту турбогенераторов / Гурвич В.С., Гурьев И.Я., Каплуновский М.И. и др.; Под ред. П.И. Устинова. – М.: Энергия, 1978.
2. Сафронов С.В., Прохода О.К., Медеров В.А., Никитин А.В. Техническое диагностирование устройств промышленной энергетики после длительной эксплуатации//Промышленная энергетика. – 1992. №10. – С.33-36.
3. Грабко Валентин Володимирович. Методи і засоби дослідження об'єктів, що обертаються, за тепловими полями: дис. канд. тех. наук: 05.11.04 / Грабко Валентин Володимирович. – Вінниця, 2007. – 184 с. – Бібліогр. : с. 162 – 175.

УДК 621.316.001

В.М. Кутін(д.т.н., проф.); **О.Є. Рубаненко**:(к.т.н., доц.);**С.В. Мисенко**(асп).

МЕТОД КОНТРОЛЮ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ

В електроустановках і системах передачі струму високої напруги основними комутаційними апаратами автоматичної дії, за допомогою яких виконуються будь-які зміни в колах струму при всіх можливих в даній точці системи режимах роботи є вимикачі, перспективними з яких є – елегазові.

Враховуючи велику кількість різних типів та виробників елегазових високовольтних вимикачів, та постійне вдосконалення вже існуючих, досвід експлуатації такого обладнання, порівняно з оливними вимикачами – невеликий. Тому виникає ряд проблем під час їх монтажу та технічного обслуговування. Визначення технічного стану вимикачів пов'язане з конструктивними особливостями та умовами їх експлуатації.

Під час експлуатації високовольтні вимикачі працюють в складних умовах (інколи понад 20 років), які по різному зменшують їх ресурс.

З метою підвищення надійності експлуатації нових моделей вимикачів потрібно вдосконалювати існуючі методи та засоби їх діагностування. Перспективним є вдосконалення методу контролю швидкісних характеристик шляхом контролю струму тестового сигналу, що проходить між контактами вимикача під час його вмикання або вимикання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сопель М.Ф. До визначення залишкового ресурсу елегазових високовольтних вимикачів 750 кВ / М. Ф. Сопель, В. Л. Тутик, А. В. Панов, Ю.В. Пилипенко // Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. – 2007. – Частина 1, №1(16). – С. 136-139.

Кутін В.М. Вдосконалення методів діагностування високовольтних вимикачів / Рубаненко О.Є., Мисенко С.В. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –2012. №1. С.109-112.ISSN 1997-926

УДК 621.316.925

Кутін В.М., д.т.н., проф.; Шпачук О.О., аспірант

**МОДЕЛЮВАННЯ СТРУМУ В РЕАГУЮЧОМУ ОРГАНІ ПРИСТРОЮ
ЗАХИСТУ ВІД ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ ОБМОТКИ
СТАТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА, ЩО ПРАЦЮЄ В БЛОЦІ З
ТРАНСФОРМАТОРОМ**

Для реалізації запропонованого пристрою захисту від однофазних замикань на землю обмотки статора синхронного генератора, що працює в блоці з трансформатором, який реагує на значення струму замикання на землю, необхідно отримати залежності струмів та напруг в реагуючому органі пристрою захисту від значень контрольованих параметрів ізоляції обмотки статора і його робочої напруги.

В роботі розглянуто два шляхи отримання залежностей: аналітичний та експериментальний.

Аналітичний шлях отримання залежностей полягає у розрахунку перехідних процесів постійного та змінного струмів у вимірювальних колах захисту. Експериментальне отримання відповідних залежностей здійснюється шляхом проведення моделювання на ПЕОМ однофазних замикань на землю обмотки статора різних типів гідро- та турбогенераторів за різних значень контрольованих параметрів.

Для подальшого використання при розробці програмного забезпечення для мікроконтролерів запропонованого пристрою захисту, задачею яких є перетворення сигналів від сенсорів пристрою, пропонується використовувати залежності отримані експериментальним шляхом. Такий вибір обумовлений тим, що залежності отримані аналітичним шляхом є надзвичайно об'ємними в плані кількості та складності розрахунків, які повинен буде провести мікроконтролер для виконання необхідного перетворення.

Використання характеристик отриманих експериментальним шляхом дозволить скоротити час необхідний для виконання перетворення сигналів і тим самим підвищить швидкодію пристрою.

УДК 621.311

В. М. Лагутін, к.т.н., доцент; В. В. Тептя, к.т.н.**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ
ТРАНСФОРМАЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

При визначенні коефіцієнтів трансформації силових трансформаторів широко використовуються метод двох вольтметрів та містка, які потребують значних витрат часу при їх застосуванні в експлуатації.

В роботі пропонується пристрій для безпосереднього визначення коефіцієнту трансформації, який складається з аналогового рідкокристалічного індикатора (АРКІ), двох магазинів опорів та джерела змінної напруги.

Коефіцієнт трансформації визначається за виразом:

$$K_{\text{т}} = \frac{R_1 + R_2 + r}{R_1 + r - r_0 \cdot x},$$

де R_1 , R_2 – опори першого та другого магазинів опорів; r – опір високоомного електрода АРКІ; r_0 – питомий опір високоомного електрода АРКІ; x – координата світлового вікна на АРКІ.

В пристрої, що розглядається, перемикання діапазонів вимірювань здійснюється одночасно з перемиканням відпайок джерела змінної напруги, чим досягається постійність струму $I_0 = \text{const}$ та зберігається необхідна точність у всіх діапазонах вимірювань, оскільки розміри світлового вікна на шкалі АРКІ залишаються постійними.

Використання аналогового рідкокристалічного індикатора дозволяє замінити операцію точного встановлення стрілки приладу на нуль, яка виконується при використанні відомих пристроїв, більш простою операцією – вибором діапазону вимірювань. Це дозволяє скоротити витрати часу на вимірювання, а отже, підвищити продуктивність праці персоналу, який проводить випробування трансформаторів.

УДК 621.311

Лежнюк П. Д., д.т.н., проф.; Комар В. О., к.т.н., доцент; Собчук Д. С.
ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ НА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАЛАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ

Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на сьогодні є важливим напрямком розвитку енергетики України як з економічних, так і з політичних міркувань. З одного боку рівень забезпеченості власними первинними енергоносіями не дозволяє говорити про енергетичну незалежність країни, а з іншого – Україна має великий потенціал у галузі відновлюваної енергетики.

Зростання відсотка генерації ВДЕ зумовлює необхідність врахування його в балансі електроенергетичної системи. Ускладнює вирішення цієї задачі залежність таких джерел від природних умов (сонця, вітру, води). Тому для визначення можливості ВДЕ забезпечувати баланс потужності локальних електричних системах необхідно оцінити коефіцієнт стабільності. Під коефіцієнтом стабільності розуміємо імовірність забезпечення, за рахунок використання ВДЕ, потужністю споживачів відповідно до їх добового графіка.

Математична модель коефіцієнта стабільності має вид:

$$k_{\text{стаб}} = \sum_i p_{c_i} \cdot \left(\sum_j p_{ВДЕ_j} \cdot \left(\sum_y p_{\text{нав}_y} \right) \right),$$

де p_{c_i} , $p_{ВДЕ_j}$, $p_{\text{нав}_y}$ – відповідно імовірності появи ступені графіка протягом року, ступені графіка генерації РДЕ протягом доби і ступені графіка навантаження протягом доби.

Запропонований коефіцієнт приймає значення від 0 до 1, більше значення відповідає більш стабільному джерелу. Значення коефіцієнта стабільності залежить від графіка генерації, потужності джерела і відповідності їх електроспоживанню.

На основі запропонованого коефіцієнта можна побудувати відносно не складний алгоритм оцінювання величини резерву, який має бути забезпечений електроенергетичною системою для підтримання відповідного рівня балансової надійності.

Лежнюк П. Д., д.т.н. проф.; Котилко І. В., аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ НА НОРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Скорочення використання традиційних викопних палив диктується не тільки їх обмеженими запасами, але і вимогами щодо зменшення викидів в атмосферу парникових газів. Одним з найбільш перспективних напрямів розвитку світової енергетики в даний час є використання відновлюваних джерел енергії, що знімає ряд проблем, пов'язаних з використанням традиційних палив. Їх впровадження в локальних електричних системах (ЛЕС) здійснюється для зменшення впливу централізованого електропостачання. Також встановлені у віддалених точках енергосистеми відновлювальні джерела електроенергії (ВДЕ) підвищують рівень напруги у місці встановлення, що позитивно впливає на якість електроенергії.

На відновлювальних джерелах електроенергії широке застосування отримали асинхронні генератори (АГ), які на електричних станціях (ЕС) з невеликими встановленими потужностями мають ряд переваг у порівнянні з синхронними генераторами. Так до переваг відносяться – простота та надійність конструкції, низька вартість, стійкість до зовнішніх аварій. Але є й недоліки даних генераторів – це насамперед неможливість регулювання напруги та споживання реактивної потужності.

Аналізуючи вплив ВДЕ з асинхронними генераторами на режими роботи електричних мереж (ЕМ), слід зазначити, що встановлена на ВДЕ ємнісна компенсація реактивної потужності змінює частотні характеристики електричної системи та склад вищих гармонік. Вітрові електростанції мають нерівномірні режими генерації.

Розбудова розосереджених джерел електроенергії (РДЕ) в електричних мережах породжує нові задачі, що пов'язані з дослідженням впливу розосередженого генерування електроенергії на режими роботи електричних мереж, а також оптимальне керування електричних станцій з АГ.

Метою даної роботи є підвищення ефективності експлуатації відновлювальних джерел електроенергії з асинхронними генераторами за рахунок оптимізації впливу на нормальний режим роботи локальних електричних систем.

Наводяться математичні моделі умов оптимальності функціонування ВДЕ з асинхронними генераторами для випадку комбінованого генерування – каскад малих гідроелектростанцій (ГЕС) та вітрова електростанція. Показано ефективність схеми приєднання ВДЕ з АГ до електричних мереж та наведені результати аналізу.

Результати розрахунків втрат потужності від адресних перетоків показали, що у випадку застосування АГ на малих ГЕС значення втрат від адресних перетоків потужності є переважно меншим порівняно з використанням синхронних генераторів, якщо не враховувати ефект компенсації останніми реактивного споживання ЕМ. Для формування умов оптимальності функціонування ВДЕ з асинхронними генераторами розглянуто та проаналізовано оптимізаційні задачі, що властиві їх експлуатації в локальних електричних системах (ЛЕС). Розглянуто задачу оптимізації режимів роботи електричних станцій з АГ в локальних електричних системах. У нормальних режимах роботи електричних мереж важливими є питання організації планування і оперативного керування режимами роботи ВДЕ з метою отримання максимального прибутку, тому актуальною є задача оптимізації добових режимів для зменшення втрат потужності в складі локальних електричних систем.

- 1) Нікіторович О.В., Лежнюк П.Д., Кулик В.В. Особливості роботи малих ГЕС з асинхронними генераторами в електричних мережах енергосистеми // Технічна електродинаміка / Тематичний випуск: проблеми сучасної електротехніки, ч.4 – 2008. – С. 43-48.
- 2) Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їх технологічне забезпечення // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44–50.
- 3) Нетрадиционная энергетика – возобновляемые источники, использование биомассы, термохимическая подготовка, экологическая безопасность: учебное пособие / Л. И. Пугач, Ф. А. Серант, Д. Ф. Серант // Новосибирск: НГТУ, 2006. – 347 с.

УДК 621.315

Лежнюк П.Д., д.т.н., проф.; Черемисин Н.М., к.т.н., проф.;**Черкашина В.В., к.т.н., доц.****УНИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В УСЛОВИЯХ РЫНКА
ДВУСТОРОННИХ ДОГОВОРОВ И БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Эффективность электроэнергетической отрасли Украины связана с внедрением модели рынка двусторонних договоров и балансирующего рынка электроэнергии (РДДБ), что значительно расширяет возможности поставщиков, потребителей и производителей электроэнергии. Условия РДДБ требуют нового соответствующего осмысления при создании научной платформы в направлении развития электрических сетей (ЭС). Перспективным направлением является методология поиска оптимальных решений, которая обосновывает рациональную структуру и формирует параметрические ряды электросетевого оборудования, к которым в первую очередь относятся воздушные линии (ВЛ) электропередачи.

Основой рациональной структуры ВЛ является уровень стандартизации и унификации параметрического ряда сечений проводов, который отражает возможности использования типовых конструктивных решений при проектировании, технологических процессов, оборудования при изготовлении и ремонте ВЛ.

При поиске оптимальных решений, которые обосновывают рациональную структуру и формируют параметрические ряды ВЛ, была проведена работа и получены рекомендации по унификации шкалы сечений проводов в условиях неполноты исходной информации, представленной в виде ограничений, обеспечивающих различимость отдельных вариантов по их экономическому признаку.

В работе построена математическая модель ВЛ приемлемая для условий РДДБ и динамики развития ЭС. В качестве инструмента исследований был применён критериальный метод, зарекомендовавший себя в такого рода задачах.

Ввиду того, что ЭС представляют сложную динамическую систему, вопрос унификации таких сетей в определенной степени должен решать и вопросы реконструкции. При этом вопрос унификации ВЛ в значительной степени влияет на срок реконструкции с целью увеличения пропускной способности ВЛ и улучшения качества электрической энергии.

Выводы. Показано одно из направлений развития ВЛ в условиях РДДБ за счет оптимизации параметрических рядов сечения проводов. Сформирован критерий оптимальности параметрических рядов сечений проводов и предложены рекомендации по унификации ВЛ, что позволит свести к минимуму число реконструкций, увеличить пропускную способность ВЛ, снизить потери электроэнергии и повысить надежность ЭС.

УДК 621.314

Левицький С.М., к.т.н, доц.; Бартецький А.А., студент
СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ КІЛ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
ЧАСТОТНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Анотація: Запропоновано математичну модель системи діагностування гальмівних кіл перетворювачів частотних електроприводів.

Вступ: В сучасному електроприводі існує проблема вдосконалення систем діагностування гальмівних кіл, які необхідні для розсіювання кінетичної енергії виробничого механізму при гальмуванні.

Основна частина: В результаті розрахунків перехідного процесу для ПЧ без гальмівного кола, встановлено, що основним параметром, який повинен бути врахований діагностичною змінною є напруга на конденсаторі фільтра під час гальмування. Крім того у вказану змінну включається перенапруга на ключі гальмівного кола та струм резистора. Враховуючи тривалість роботи гальмівного кола діагностична зміна являтиме собою функціонал (1).

Крім того слід врахувати, якщо в разі відкритого гальмівного ключа перенапруга на конденсаторі фільтра не знижується $du_c(t)/dt \geq 0$, то це також є ознакою несправності гальмівного кола.

$$f_b(t) = \int_{\omega_2}^{\omega_1} (\Delta u_c(t) + k_u \cdot u_{vs}(t) - k_i \cdot i_b(t)) dt,$$

$$\begin{cases} \text{якщо } f_b(t) > 0,5, \frac{du_c(t)}{dt} \geq 0 \rightarrow \text{несправність,} \\ \text{якщо } f_b(t) \leq 0,5, \frac{du_c(t)}{dt} < 0 \rightarrow \text{нормальна робота.} \end{cases} \quad (1)$$

де $\Delta u_c(t)$ – миттєве значення перенапруги на конденсаторі фільтра ПЧ, $u_{vs}(t)$ – спад напруги на гальмівному ключі; $i_b(t)$ – струм через розрядний резистор при відкритому гальмівному ключі; k_i – коефіцієнт, що враховує спад напруги на номінальному опорі гальмівного кола R_0 ; k_u – коефіцієнт, що враховує тепловіддачу гальмівного кола.

Адекватність математичної моделі системи діагностування підтверджено перевіркою об'єктно-орієнтованому пакеті програм Matlab.

Також було запропоновано схему (рис.1) вимірювального тракту системи діагностування гальмівного кола ПЧ, моделі яка наведена в (1).

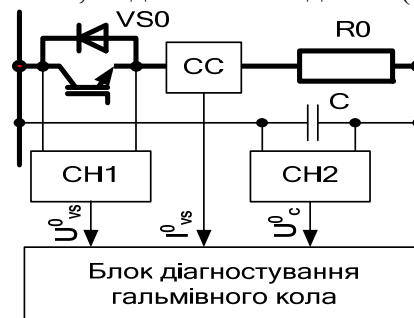


Рис.1 . – Схема вимірювального тракту системи діагностування гальмівного кола (CC – сенсор струму гальмівного кола; CH1, CH2 – сенсори напруги)

Висновки:

Запропоновано математичну модель системи діагностування гальмівних кіл перетворювачів частотних електроприводів, яка враховує похідну напруги на конденсаторі фільтра.

Розроблена схема вимірювального тракту системи діагностування гальмівного кола

Лещук О.Ю., аспірант

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Розглянуто можливість оптимізації та вдосконалення роботи автономних джерел електроенергії за рахунок використання електромеханічного регулятора системи стабілізації частоти обертання валу двигуна внутрішнього згорання генераторної установки. Проведено модернізацію генераторної установки типу АБ-12-Т/400 шляхом впровадження частотно-регульованого електропривода засувки подачі палива, робота якого керується програмованим логічним контролером згідно створеного алгоритму функціонування.

Рассмотрена возможность оптимизации и совершенствования работы автономных источников электроэнергии за счет использования электромеханического регулятора системы стабилизации частоты вращения вала двигателя внутреннего сгорания генераторной установки. Проведена модернизация генераторной установки типа АБ-12-Т/400 путем внедрения частотно-регулируемого электропривода задвижки подачи топлива, работа которого управляется программируемым логическим контроллером согласно созданного алгоритма функционирования.

In article deals the possibility of optimization and improve the work independent sources of electricity with the use of electromechanical control system stabilization speed combustion engine generator set. The practical modernization of the generator set type АБ-12-Т/400 through the use of frequency regulated electric fuel valve was made. Proper operation of system is ensured by the use of developed the algorithms for the programmable logic controller.

Ключові слова: система стабілізації частоти обертання, генераторна установка, частотно-регульований електропривод

Багато промислових підприємств створюють генеруючі системи для забезпечення власних потреб в тепловій та електричній енергії. Переважно такі агрегати мають потужність до 1 МВт та працюють на рідкому чи газоподібному паливі. Якість роботи таких установок в значній мірі залежить від експлуатаційних характеристик двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), що обертає вал синхронного генератора (СГ). Однією з основних функціональних систем ДВЗ є система стабілізації номінальної частоти обертання ротора електричної машини в динамічних та статичних режимах. Переважна більшість агрегатів ДВЗ-СД оснащена застарілими механічними системами стабілізації частоти обертання, які недостатньо якісно регулюють кількість поданого палива до ДВЗ в залежності від навантаження генератора, що призводить до погіршення якості електричної енергії.

Зважаючи на вище зазначене в статті представлено можливість модернізації системи стабілізації частоти обертання ДВЗ за рахунок заміни механічного регулятора положення паливної засувки на електромеханічний за системою «перетворювач частоти – асинхронний двигун» та реалізації системи керування на базі програмованого логічного контролеру ПЛК, що забезпечує роботу згідно розробленого алгоритму управління з урахуванням особливостей умов експлуатації.

На основі сучасних засобів автоматизації розроблено систему керування подачею палива до двигуна внутрішнього згорання генераторної установки. Робота даної системи успішно пройшла апробацію на генераторній установці типу АБ-12-Т/400 та в подальшому потребує додаткових досліджень при роботі з агрегатами великої потужності.

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Вопросы качества электроэнергии в электроустановках. – Мариуполь: ПГТУ, 1996. – 173 с.
2. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. – Санкт-Петербург, 2004. – 127 с.
3. Гладир А.І., Калінов А.П., Лещук О.Ю. Система керування подачею палива двигуна внутрішнього згорання генераторної установки // Електромеханічні та енергозберігаючі системи. – 2013. – №2, частина 2. – С. 196-199.

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В УМОВАХ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ КРИВБАСУ

Подальший розвиток гірничорудної промисловості та задача підвищення продуктивності праці вимагають концентрації та інтенсифікації відкритих гірських робіт, застосування потужнішого й продуктивнішого видобувного устаткування і, як наслідок, підвищення енергоемності залізорудних кар'єрів.

Наприклад, у Криворізькому басейні відкриті гірські роботи характеризуються наявністю великих високо механізованих підприємств із річною великою продуктивністю гірської маси. Технологія видобутку залізної рудий ґрунтується на використанні гірських машин з електроприводами значної потужності.

До числа найбільш енергоемних споживачів слід віднести екскаватори, частка електроспоживання яких на кар'єрах з не електрифікованим транспортом становить 60÷70% загальної витрати електроенергії.

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 підризним способом (метод колонкових зарядів у шпарах).

Потужність, яка споживається при буравленні підризних 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.

Однією з основних умов ефективного застосування кар'єрного устаткування є наявність гнучкої й надійної системи електропостачання.

Дослідження в області електрифікації відкритих гірських робіт (удосконалювання схем розподілу електричної енергії, підвищення їх надійності, аналіз електричних навантажень і т.д.) були проведені С.А.Алаторцевим, С.А.Волотковским, Л.В.Гладіліним, В.І.Щуцьким, Б.П.Белих, Б.Ф.Туршевим та ін..

Аналіз цих робіт показує, що якщо розглядалися питання оптимізації систем електропостачання по фактах підвищення надійності, економічності й удосконалювання конструктивних елементів, то явно недостатня увага приділялася аналізу систем електропостачання за критеріями якості електроенергії на затискачах кар'єрних споживачів.

На ефективність експлуатації систем електропостачання залізорудних кар'єрів, у тому числі й на якість електроенергії, у основному впливають електричні навантаження споживачів. Дослідженням закономірностей зміни електроспоживання на гірничих підприємствах приділяється велика увага, тому що параметри електричного навантаження, його динаміка визначають вибір усіх елементів системи електропостачання.

УДК 621.311

Маляренко В. А., д.т.н., проф.; Щербак И. Е., аспирант

УПРАВЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ-РЕГУЛЯТОРАМИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Объединенная энергосистема (ОЭС) является сложным организационно-техническим объектом. Главная задача ОЭС – эффективное, бесперебойное и высококачественное обеспечение страны электроэнергией.

Фундаментальными вопросами энергетики являются: маневренность, надежность и качество электроснабжения; оптимизация схем и параметров энергетических установок; оптимальное управление.

Известны два подхода к управлению нагрузкой энергосистемы: централизованное и децентрализованное. К первому относится формирование ОЭС на базе сооружения и использования в наиболее эффективном пиковом и полупиковом режимах гидроаккумулирующих электростанций, а также гидроэлектростанций.

Одним из способов децентрализованного управления является использование потребителей-регуляторов (ПР). В качестве таких ПР использованы электроустановки для нагрева воды с организованным потреблением электроэнергии. ПР оснащены баки-аккумуляторы для накопления тепловой энергии, которая запасается в ночной период, при минимальной нагрузке энергосистемы, а выдается потребителю на протяжении суток.

Преимущество применения ПР заключается в эффективном использовании электроэнергии в ночной период, когда электрические сети и трансформаторные подстанции загружены не более чем на 20-30%. В этом случае не требуется вносить изменения в существующую систему электроснабжения, а управление нагрузки ПР осуществляется с учетом поддержания мощности и частоты в энергосистеме. Тем самым повысить ее маневренность, так как скорость изменения нагрузки ПР составляет 0,01 с. Повсеместное внедрение предлагаемых ПР, потребляющих чисто активную мощность, позволяет расширить диапазон регулирования и, что особенно важно, не выдавать в сеть реактивную мощность. Кроме того потребление электроэнергии в ночной период по сниженному тарифу позволит обеспечить экономичность горячего водоснабжения.

Следует также отметить, что одной из проблем обеспечения надежной работы энергетической системы является предотвращение системных аварий, которые могут возникнуть вследствие внезапного резкого роста электрической нагрузки или аварийного отключения крупных энергоблоков АЭС и ТЭС. В данное время это решается путем отключения электрических потребителей, что приводит к существенным экономическим убыткам.

ОГЛЯД РОЗРОБОК СИСТЕМ ПІДГОТОВКИ КЕРУЮЧИХ РІШЕНЬ ПО ПРОФІЛАКТИЦІ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ У ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ

В останні десятиліття зроблений значний крок від безсистемних заходів щодо забезпечення безпеки праці до розробки довгострокових планів комплексного поліпшення охорони праці. Комплексне ж планування профілактичних заходів вимагає вивчення значного числа різномірних показників, що характеризують несприятливі виробничі фактори в їхній сукупній дії. Такий підхід вимагає у наукових розробках по охороні праці застосування найсучасніших методів і засобів досліджень, у тому числі засобів обчислювальної техніки. За останні 15 років був виконаний ряд розробок з використанням ЕОМ у галузі охорони праці, які по функціональним призначенню можна розділити на наступні групи: автоматизований контроль і аналіз факторів виробничого середовища; автоматизований облік, аналіз і попередження виробничого травматизму; автоматизований контроль над своєчасним впровадженням нормативно - технічної документації й дотриманні вимог пропонованих нею; вивчення й аналіз захворюваності на виробництві.

Зроблений огляд, наявної інформації про розроблені системи керування електробезпечністю, дозволяє констатувати наступне:

1. Роботи зі створення систем керування електробезпечністю можна розділити на два типи керування: в умовах нормальної експлуатації й аварійних ситуаціях, Завдання першого типу пов'язані з перспективним і поточним плануванням заходів, спрямованих на підвищення безпеки робіт в електроустановках. Їх слід уважати основними при розробці систем керування, оскільки заходи повинні мати профілактичний характер.
2. Електробезпечність має всі ознаки складної системи: велика кількість елементів; складні взаємозв'язки між ними; ієрархічність; невизначеність цілей. При цьому, формування й функціонування систем керування електробезпечністю здійснюється на основі теорії керування.
3. Основою реалізації теорії керування є система керування, що забезпечує на базі ЕОМ і математичних методів аналіз вихідної інформації, прийняття рішень і їх реалізацію з метою впливу на об'єкт керування.
4. У загальному виді система керування складається з об'єкта керування, джерел інформації, пристроїв для аналізу інформації й виконуючого пристрою, тобто органа керування й засобів реалізації рішень.
5. Процес керування прийнято розділяти на два зв'язані етапи - розробку програми й механізму її реалізації. Такий підхід використовується, як для керування технічними й технологічними системами, так і для керування соціальними й економічними системами.

Стосовно до гірничорудної промисловості можна констатувати, що електротравматизм у цій промисловості має свою специфіку, яку потрібно враховувати при розробці профілактичних заходів для забезпечення їх ефективності.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ОБРИВУ ПНЕВМАТИЧНОЇ МАГІСТРАЛІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА

Рух електропоїзда може супроводжуватись обривами пневматичної магістралі його гальмівної системи, обумовленими впливом вібрацій, додаткових прогинів пневмопроводу на заокругленнях шляху і т. ін. Такі обриви спричиняють витік із пневматичної магістралі стисненого повітря і падіння тиску в ній. А тому актуальною є задача створення системи діагностики стану пневматичної гальмівної магістралі під час руху електропоїзда. Але для створення такої системи діагностики необхідно спочатку побудувати математичну модель для визначення місця обриву пневматичної магістралі гальмівної системи електропоїзда. Розв'язанню саме цієї задачі і присвячена дана робота.

Вихідною передумовою для створення вище вказаної математичної моделі є рівняння в частинних похідних

$$\frac{\partial^2 p(x,t)}{\partial x^2} - \frac{1}{v_*^2} \frac{\partial^2 p(x,t)}{\partial t^2} - \frac{8\pi\mu_d}{S\rho v_*^2} \frac{\partial p(x,t)}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

що описує процес зміни тиску $p(x,t)$ вздовж пневмопроводу поперечного перерізу S з відкритим кінцем за координатою x та у часі t за умови відсутності проміжних витоків повітря через його стінки, в якому v_* – швидкість звуку у стисненому повітрі пневмопроводу, ρ – густина, а μ_d – динамічний коефіцієнт в'язкості стисненого повітря.

На основі методу розділення змінних від диференціального рівняння в частинних похідних 2-го порядку (1) ми перейшли до двох звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку, розв'язуючи які, отримали вираз для визначення координати x_o точки обриву магістралі, відлік якої здійснюється від панелі приладів електровоза, у вигляді

$$x_o = - \frac{v_*}{k_t(0) \sqrt{1 - \frac{8\pi\mu_d}{S\rho k_t(0)}}} \ln \frac{p_*(x_o, t_*)}{p_*(0, t_*)}. \quad (2)$$

Цей вираз є першою складовою математичної моделі для визначення місця обриву пневматичної магістралі гальмівної системи електропоїзда, параметр $k_t(0)$ якої знаходиться з виразу

$$k_t(0) = \frac{1}{t_* - t} \ln \frac{p_{**}(0, t)}{p_{**}(0, t_*)}, \quad (3)$$

який є другою складовою цієї математичної моделі.

А для визначення моменту часу t_* , в який у пневматичній магістралі виникає обрив, доцільно, прирівнявши праві частини виразу (3) для двох моментів часу t_1 , t_2 , синтезувати допоміжний вираз

$$\frac{1}{t_* - t_1} \ln \frac{p_{**}(0, t_1)}{p_{**}(0, t_*)} = \frac{1}{t_* - t_2} \ln \frac{p_{**}(0, t_2)}{p_{**}(0, t_*)}. \quad (4)$$

Отриманий вираз (4) є третьою складовою математичної моделі, що синтезується.

Реалізацію синтезованої математичної моделі для визначення координати x_o обриву пневматичної магістралі гальмівної системи електропоїзда покладено на бортову мікропроцесорну систему діагностики.

УДК 620.92

Мокін Б. І., акад. НАПНУ, д.т.н., проф.; Мокін О. Б., д.т.н., доц.; Базалицький В. П., аспірант

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ, СТВОРЮВАНИХ ЗАЛІЗНИЧНИМИ ПОТЯГАМИ

Відомо, що потужність вітрового потоку пропорційна кубу його швидкості, а швидкість залізничних потягів, збурюючих повітря, може сягати значної величини, тож вітрові потоки, створювані залізничними потягами, можна використовувати для генерації електричної енергії.

З метою кількісної оцінки потужності вітрових потоків, створюваних залізничними потягами, в НДЛ АСУЕТ ВНТУ було розроблено вимірювальний стенд, який дозволяє кількісно оцінити параметри таких вітрових потоків в польових умовах.

При розробці вимірювального стенду було прийнято рішення зупинитись на варіанті, що включає в себе розміщені на відстані 1 м один від одного сенсори швидкості вітрових мас за схемою, показаною на рисунку 1.

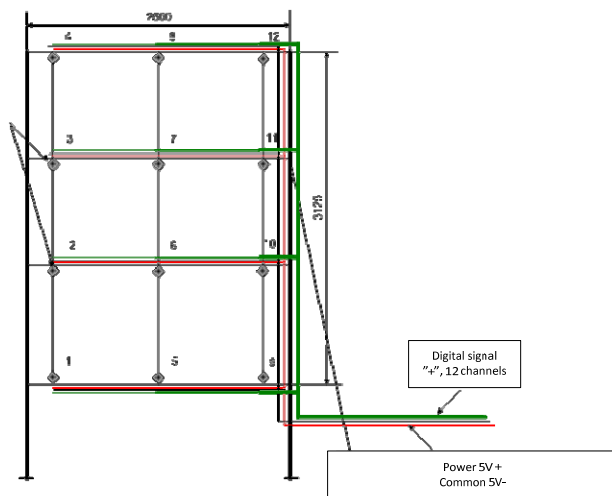


Рис. 1 – Схематичне зображення вимірювального стенду для дослідження вітрових потоків, створюваних потягом під час руху

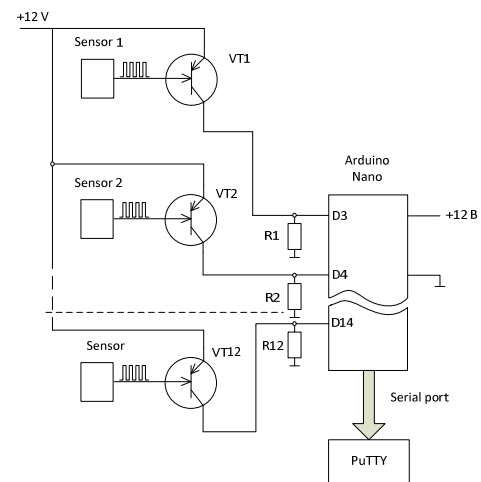


Рис. 2 – Принципова схема сенсорів, які використовуються для визначення швидкісних характеристик вітрових потоків

На рисунку 1 кожен сенсор 1-12 представляє собою вітрокоесо з горизонтальною віссю обертання діаметром 8 см з розміщеним всередині датчиком Хола.

При обертанні даний сенсор взаємодіє, як показано на рисунку 2, з розташованими всередині вітроколіс 1-12 постійними магнітами і відкриває електронний ключ, цифровий сигнал з якого подається на зчитувач. В якості зчитувача виступає апаратна платформа Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328, на цифрові входи D2-D13 якого поступають сигнали з сенсорів швидкості 1-12 і через послідовний порт COM3 уже оцифровані подаються на комп'ютер, де спеціальна програма PuTTY зчитує і записує їх з інтервалом в 1 с.

Повірка кожного сенсора здійснювалась в лабораторній аеродинамічній трубі.

Лабораторні і польові дослідження створеного вимірювального стенду показали, що виміряні ним параметри вітрового потоку, які є необхідними для оцінки енергетичного потенціалу, мають достатню для практичних цілей точність. На основі цього стенду вдалось реалізувати вимірювальну систему, яка в реальному часі дозволяє кількісно оцінити параметри вітрового потоку на площі 12 м².

Використане програмне забезпечення дозволяє в реальному часі оцінити та наочно продемонструвати у вигляді графіків та тривимірних полів швидкостей, вітровий потенціал без будь-яких додаткових розрахунків.

УДК 681.5.015+62-83:629.33

Мокін О. Б., д.т.н., доц., Фолюшняк О. Д., аспірант

ОПТИМІЗАЦІЯ РУХУ НЕЗАВАНТАЖЕНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

У наш час на дорогах світу з'являється усе більше електромобілів (ЕМ), для яких важливою є задача оптимізації руху за критерієм мінімуму витрат енергії акумуляторної батареї. Оскільки тягові електродвигуни ЕМ в режимі руху без завантаження і з завантаженням працюють на різних гілках кривої намагнічування, то і моделі оптимального руху ЕМ для цих режимів будуть різними.

В даній роботі розроблено математичну модель оптимального руху незавантаженого ЕМ з тяговим електродвигуном (ТЕД) постійного струму послідовного збудження, що рухається по горизонтальному прямолінійному відрізку дороги за критерієм мінімуму витрат енергії акумуляторної батареї (АБС), схема підключення якої до тягового електродвигуна представлена на рисунку 1.

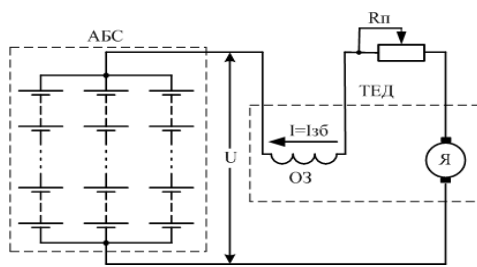


Рис. 1. Електрична схема основного силового контуру тягового електроприводу ЕМ

Як критерій оптимізації руху ЕМ використано функціонал

$$E = \int_0^T U(t) \cdot I(t) dt, \quad (1)$$

де E – енергія, яку витрачає силова АБС за період T часу t , необхідний для покриття ЕМ відстані

$$S = \int_0^T V(t) dt, \quad (2)$$

де V – лінійна швидкість руху ЕМ, що зв'язана рівнянням динаміки ЕМ:

$$m \frac{dV(t)}{dt} = F_m - F_{on}, \quad \left. \begin{array}{l} V(0) = V_0, \\ V(T) = V_T \end{array} \right\} \quad (3)$$

де m – маса ЕМ; F_m – сила тяги; F_{on} – сила опору руху.

Переходячи до відносних одиниць і використовуючи лише параболічну частину моделі кривої намагнічування

$$\phi(i) = \begin{cases} -a_2 i^2 + b_2 i, & i \in [0, i_{cn}), \\ a_1 + b_1 i, & i \in [i_{cn}, \infty), \end{cases} \quad (4)$$

що відповідає випадку незавантаженості ЕМ, рівняння (3), (1), (2) відповідно можна представити у вигляді

$$\frac{dv}{d\tau} = -a_2 \cdot i^3 + b_2 \cdot i^2 - f_0 - f_1 \cdot v - f_2 \cdot v^2, \quad \left. \begin{array}{l} v(0) = v_0, \\ v(\tau_k) = v_k \end{array} \right\} \quad (5)$$

$$e = \int_0^{\tau_k} (1 - \alpha \cdot i(\tau)) i(\tau) d\tau; \quad (6)$$

$$s = \int_0^{\tau_k} v(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Застосовуючи метод невизначений множників Лагранжа, синтезовано такий закон зміни струму i в силовому електричному контурі ЕМ, який забезпечує виконання програми (7) його руху від однієї зупинки до наступної з урахуванням граничних умов (5) з мінімальними витратами енергії e згідно критерію (6) в умовах довільного закону зміни лінійної швидкості $v(\tau)$ та обмеження, що задається рівнянням динаміки руху ЕМ (5).

УДК 621.317

Мороз В., д. т. н., проф.; Снітков І., с.н.с.; Харчишин Б., к. т. н., с. н. с.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ПАРАМЕТРИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СИНХРОННИХ ВИКОНАВЧИХ ДВИГУНІВ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Однією зі сучасних тенденцій в електромеханіці є застосування безконтактних двигунів постійного струму на основі синхронних двигунів з постійними магнітами, які дають змогу отримати найвище співвідношення потужності до масо-габаритних показників. Це досягається як використанням сучасних магнітних матеріалів, так і використанням мікроконтролерного керування, що дає змогу забезпечити оптимальний кут між магнітними потоками статора і ротора. Параметричне проектування синхронних двигунів такого типу дає змогу отримати найкращу ефективність використання як конструктивних матеріалів, так і найкращу енергетичну ефективність [1].

Оптимальні параметри розроблюваного синхронного двигуна, які отримані параметричним проектуванням, можуть не досягатися внаслідок роботи системи керування, що реалізує шеститочкову комутацію силових ключів схеми керування і, відповідно, статорних обмоток [2, 3]. Такий спосіб комутації забезпечує дискретний характер кута повороту поля статора в межах $\pm 30^\circ$ від оптимального, що може призвести до зменшення розрахункової енергетичної ефективності проектного двигуна.

Проведений аналіз показав, що використання традиційного способу шеститочкової комутації безконтактних двигунів постійного струму на основі синхронних двигунів з постійними магнітами практично не погіршує розрахункові енергетичні параметри виконавчих двигунів.

1. Снітков І. Ф. Особливості параметричного проектування синхронних виконавчих двигунів магнітоелектричного збудження (Частина 1. Теоретичні засади параметричного проектування синхронних виконавчих двигунів) / І. Ф. Снітков, В. І. Черніков, В. Д. Завгородній // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Електроенергетичні та електромеханічні системи". – №403. – 2000. – С. 157–161.
2. Мороз В. Трифазний двигун з постійними магнітами як об'єкт керування / В. І. Мороз, І. Ф. Снітков // Електротехнічні та комп'ютерні системи [Матеріали XVIII-ї Міжнародної науково-технічної конференції "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика – 2011"]. – 2011. – №03(79). – К. : Техніка, 2011 [науково-технічний журнал]. – С. 280–281.
3. Мороз В. Мікроконтролерне керування безконтактним двигуном постійного струму як метод реалізації оптимального використання конструктивних матеріалів / В. І. Мороз, І. Ф. Снітков, Б. М. Харчишин // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №1. – С. 89–92.

Мороз В., д.т.н., проф.; Коновал В., к.т.н., доц.
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ
СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ ВІДОБРАЖЕННЯ
НУЛІВ/ПОЛЮСІВ

Моделювання перехідних процесів у складних електроенергетичних системах, які описують тисячами диференціальних рівнянь, є достатньо проблемною задачею навіть для сучасного рівня обчислювальної техніки і методів розв'язування звичайних диференціальних рівнянь [1]. Проблема полягає в тому, що у випадку застосування числових методів на поведінку досліджуваної системи накладається ще й поведінка використаного числового методу. Як показано в роботах [2–4], внаслідок дискретизації числовими інтеграторами неперервної моделі динамічної системи в отриманій цифровій моделі з'являються додаткові нулі та полюси результуючої дискретної передатної функції та відповідні зміни в амплітудних і фазних частотних характеристиках. У результаті складність цифрової моделі електроенергетичної системи зростає у кілька разів порівняно з аналоговим прототипом.

Іншою проблемою, що вимагає вирішення, є реалізація обчислень перехідних процесів в електроенергетичних системах у реальному часі або й у десятки, сотні разів швидше для оперативного керування системами [1].

Досягти адекватності цифрових моделей електроенергетичних систем відповідно до їх опису системами звичайних диференціальних рівнянь та їх вищої швидкодії можна шляхом прямого відображення нулів/полюсів передатних функцій неперервних систем у відповідні нулі/полюси дискретних систем використанням відомих залежностей [2, 4]. Для реалізації такого способу пропонується декомпозиція системи на дійсні та комплексно-спряжені нулі та полюси еквівалентних передатних функцій.

Використання такого способу дає змогу отримати аналітично точний швидкодіючий дискретний аналог неперервної електроенергетичної системи.

4. High Performance Computing in Power and Energy Systems / Siddhartha Kumar Khaitan and Anshul Gupta (Eds.) // Power Systems Series. – Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2013. – 384 p. [ISBN 978-3-642-32682-0]

5. Смит Дж. М. Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей [Монографія] / Дж. М. Смит ; [пер. с англ. Н. П. Ильиной ; под. ред. О. А. Чембровского] – М.: Машиностроение, 1980. – 271 с.

6. Мороз В. Погляд інженера-електрика на числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь / В. Мороз // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Електроенергетичні та електромеханічні системи". – №485. – 2003. – С. 208–213.

7. Коновал В. Застосування z-перетворення для моделювання електроенергетичних систем / В. Коновал, В. Мороз // Сборник трудов Международной конференции "Моделирование-2012" (Simulation-2012), 16-18 травня 2012 р. – Київ. – С. 293–296.

УДК 621.316

Нетребський В.В., к.т.н.; Остра Н.В., к.т.н., Співак І.А., студентка
КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДЖЕРЕЛ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Сучасний стан організації процесу оптимізації нормальних режимів характеризується тим, що в ринкових умовах окремі підсистеми ЕЕС (генерування, транспортування, розподілу і електропостачання) мають власні техніко-економічні інтереси, що формалізується відповідно різними критеріями оптимальності. На відміну від ринкових умов об'єднати задачі оптимізації окремих підсистем під загальний критерій оптимальності не вдається. Тим більше, що окремі підсистеми в процесі експлуатації можуть змінювати статус як об'єкта господарювання і, відповідно, змінюються умови оптимальності режиму ЕЕС. В таких умовах використання існуючих алгоритмів оптимізації і програм, що їх реалізують, проблематично.

Використовуючи закономірності, які отримані попередньо на підставі ПНД, є можливість визначення і реалізації оптимальних режимів ЕЕС в темпі процесу і пристосовувати засоби оптимізації до умов, що постійно змінюються. Можливі два варіанти реалізації такого підходу: під час оперативного керування режимом ЕЕС і для автоматизації оптимального керування. В першому випадку для прийняття рішень розробляються алгоритми і програми для ЕОМ, а в другому – система автоматичного керування, в якій використовуються умови оптимальності, отримані на підставі ПНД. Це алгоритми оптимізації режимів ЕЕС за активною та реактивною потужністю, напругою та коефіцієнтами трансформації, а також адаптивна система керування нормальним режимом ЕЕС, де в якості еталонної моделі використовується модель економічного режиму ЕЕС, та апаратно-програмний обчислювальний комплекс оптимізації роботи електростанцій в енергосистемі в середовищі TRACE MODE.

Островерхов М.Я., д.т.н., доц.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ С синхронными двигателями

Вступ. Електромеханічні системи з синхронними двигунами з постійними магнітами застосовуються у високотехнологічних установках різноманітного призначення. Параметри систем можуть змінюватися внаслідок збурень, що призводить до погіршення заданої якості керування.

Метою роботи є забезпечення заданої якості керування в умовах параметричних збурень шляхом розробки законів керування при оптимізації локальних функціоналів миттєвих значень енергій [1].

Матеріали дослідження. Пошук законів керування здійснюється в результаті мінімізації локальних функціоналів в околі траєкторії бажаного руху замкнутої системи. Локальні функціонали є функціями Ляпунова, в якості яких виступають миттєві значення енергій або їхніх похідних. Це відкриває такі важливі перспективи, як динамічна декомпозицію взаємозв'язаної нелінійної системи на незалежні лінійні підсистеми, розробка законів керування взаємозв'язаної нелінійної системи по лінійним математичним моделям локальних контурів керування, слабка чутливість до параметричних й координатних збурень об'єкту керування.

Висновки. Представлені закони керування забезпечують стабільну якість керування в умовах параметричних та координатних збурень. Простота практичної реалізації законів керування обумовлена відсутністю в них параметрів об'єкту керування, що характерно для класичних законів керування, а також збереженням стійкості системи при необмеженому підвищенні коефіцієнтів підсилення регуляторів.

Список літератури:

1. Крутько П.Д. Робастно устойчивые структуры управляемых систем высокой динамической точности. Алгоритмы и динамика управления движением объектов // Изв. РАН. ТиСУ. – 2005. – № 2. – С. 120-140.

УДК 681.51, 621.365, 311.3

**Паранчук Я.С., д.т.н., проф.; Головач І.Р., к.т.н., доц.; Мацигін А.Б., асп.
ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНОК ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРИЧНИЙ
РЕЖИМ ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ**

Режимам навантаження дугових сталеплавильних печей (ДСП) властивий динамічний випадковий та пофазно несиметричний і взаємозв'язаний характер [1]. На показники енергоефективності та динаміки регулювання координат електричного режиму (ЕР) впливає низка чинників. Найвідчутніший вплив серед них здійснюють амплітуда та частота збурень, ширина зони нечутливості, а також градієнт потенціалу на стовпі дуги. Один з підходів для отримання оцінок їх дії є використання статистичних методів. Застосування цих методів полягає у проведенні глибокого статистичного аналізу досліджуваних показників та побудові на основі отриманих результатів математичних моделей процесів зміни координат електричного режиму.

Для вирішення цього завдання актуальним є дослідження та наукове обґрунтування існуючих залежностей між координатами електричного режиму дугової сталеплавильної печі з метою виявлення причинно-наслідкових зв'язків між ними. Вивчення різноманіття таких взаємозв'язків є досить складним завданням і це становить одну з основних задач статистичного аналізу процесів зміни координат ЕР у процесі електросталеплавлення в ДСП. При цьому побудова прийнятних моделей дає змогу у подальшому розробляти на їх основі досить точні прогнози досліджуваного процесу та більш раціональніше проводити дослідження поставлених проблем.

Основним методом для оцінки міжкоординатних взаємозв'язків є кореляційно-регресійний аналіз [2]. Пропонується застосовувати даний підхід для побудови факторних моделей, де результативним показником виступатиме довжина дуги, а факторами впливу є амплітуда та частота збурень, а також ширина зони нечутливості регулятора потужності дуг і градієнт напруги на дузі.

Отримані за такого підходу результати досліджень показали, що найбільший вплив на значення дисперсій довжин дуг спричинює амплітуда випадкових збурень з коефіцієнтом еластичності 1,13. Із збільшенням амплітуди збурень на 1% дисперсія координат довжини дуги ДСП в середньому зменшується на 1,13%. Коефіцієнти еластичності ширини зони нечутливості, частоти випадкових збурень та градієнту потенціалу на стовпі дуги є не таким значними і становлять -0,24; 0,22; -0,065 відповідно.

Література

1. Минеев А. Р. Моделирование электротехнологических процессов и установок / А. Р. Минеев, А. И. Коробов, М. Я. Погребисский – М. : Спутник+, 2004. – 124 с.
2. Райбман Н. С. Что такое идентификация? / Н. С. Райбман – М: Наука, 1970. – 117 с.

УДК 621.311

Плахтий А.А., аспирант

АНАЛИЗ ТРЕХФАЗНЫХ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С КОРРЕКЦИЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ДЛЯ ПОДСТАНЦИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В связи с введением стандартов ограничивающих гармонические составляющие токов потребляемых техническими устройствами (IEC-555, IEEE-519, ГОСТ 51317.3.12-2006, IEC/TR 61000-3-14) выполнен анализ и сравнение следующих схем трехфазных активных выпрямителей с коррекцией коэффициента мощности:

- полномостовой активный повышающий выпрямитель
- полномостовой активный понижающий выпрямитель
- Виена-выпрямитель
- повышающий одноключевой активный выпрямитель

В программном пакете Matlab R2011 выполнено моделирование и Фурье-анализ гармонических составляющих формы входных токов представленных схем. Был представлен ряд критериев для выбора оптимальной схемы выпрямительного агрегата железнодорожной тяговой подстанции постоянного тока мощностью 12 МВА: возможность рекуперации энергии, регулирование выходного напряжения, наличие гармонического состава формы входного тока. На основании выполненного анализа предложена реализация схемы полномостового активного повышающего выпрямителя в выпрямительном агрегате тяговой подстанции.

Литература:

1. H. Mao, D. Boroyevich, A. Ravindra, and F. Lee, "Analysis and Design of a High Frequency Three- Phase Boost Rectifier," IEEE Applied Power Electronics Conference, 1996 Record, pp. 538- 544.
2. J. Kolar, H. Ertl, and F. Zach, "Space Vector Based Analysis of the Input Current Distortion of a Three Phase Discontinuous Conduction Mode Boost Rectifier System," IEEE Power Electronics Specialists Conference, 1993 Record, pp. 696-703.
3. N. B. H. Youssef, F. Fnaiech, and K. Al-Haddad, "Small signal modeling and control design of a three-phase AC/DC Vienna converter," in Proc. 29th Annu IEEE IECON, Roanoke, VA, 2003, pp. 656–661.

Плахтий Александр Андреевич – аспирант кафедры АСЭТ УкрГАЖТ
e-mail: 83et@mail.ru ; тел: +38 0939176020

Пересада С. М., д.т.н., проф.; Диннік Т.В., аспірант

АДАПТИВНИЙ СПОСТЕРІГАЧ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ

Вступ. Для значної кількості систем перетворення енергії потрібна синхронізація алгоритму векторного керування з вектором напруги живлення. Типовими представниками такого підходу є системи керування адаптивними силовими фільтрами [1], керованими вхідними випрямлячами перетворювачів частоти [2], асинхронними машинами подвійного живлення [3]. Та інша інформація про значення вектора напруги живлення використовується для здійснення перетворень координат, і тому результати вимірювань потребують додаткової цифрової обробки з метою фільтрації вищих гармонік, імпульсних завад та інших неідеальностей. Типове рішення, яке є промисловим стандартом, базується на використанні систем фазової синхронізації (PLL – Phase locked loops) [4], які є складними нелінійними фільтрами. Метою дослідження є розробка нового концептуального підходу до вимірювання вектору напруги живлення, що базується на використанні адаптивних спостерігачів.

Матеріали дослідження. Для трифазної системи напруг представлений в ортогональній системі координат прив'язаний до статора (a-b) синтезовано адаптивний спостерігач, що оцінює миттєві значення складових вектора напруги і їх частоту, доведена його асимптотична стійкість і показана можливість його використання для виконання координатних перетворень в алгоритмах векторного керування. Шляхом моделювання системи продемонстровано показники якості і швидкодії роботи спостерігача і показані його фільтруючі властивості.

Висновки. Представлено результати синтезу спостерігача миттєвих значень компонент вектора напруги мережі живлення та його частоти обертання на основі вимірюваних складових напруги. Синтезований спостерігач забезпечує асимптотичність спостереження із експоненційним спаданням помилок до нуля, забезпечує фільтрацію вимірюваних складових вектора напруги, завдяки чому оцінені значення частоти і амплітуди вектора напруги мережі живлення можуть бути використані в координатних перетвореннях векторних алгоритмів керування.

Література. [1] B. Singh, K. Al-Haddad and A. Chandra. "A review of active filters for power quality improvement". IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol.46, no 5, Oct. 1999, pp. 960-971. [2] Пересада С. М., Король С. В., «Новая концепция управления входным преобразователем: формирование полной энергии преобразования» //Технічна електродинаміка. Тематичний випуск „Силова електроніка та енергоефективність”. –2002. – Ч. 1. –С. 66 – 70. [3] S. Peresada, A. Tilli, A. Tonielli, "Robust Active-Reactive Control of a Doubly-Fed Induction Machine",

УДК 681.5:62-83

Пересада С. М., д.т.н., проф.; Ковбаса С. Н., к.т.н., доц.;

Воронко А. Б., аспирант

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛГОРИТМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА ДЛЯ ТЯГОВЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Введение. Активное развитие инфраструктуры больших городов Украины, которое наблюдается в последние годы, формирует потребность в значительном количестве новых единиц городского электротранспорта, таких как трамваи, троллейбусы, электробусы, гибридные автобусы. Следуя современным тенденциям, большинство тяговых электроприводов рассматриваемых транспортных средств выполняются на переменном токе с использованием асинхронных двигателей (АД). Из-за отсутствия отечественных серийных тяговых асинхронных электроприводов, потребности внутреннего рынка покрываются за счет импорта, что негативно сказывается на стоимости подвижных единиц. Это обуславливает актуальность выполнения работ, направленных на создание серийного тягового асинхронного электропривода, с динамическими и энергетическими характеристиками, не уступающими существующим зарубежным аналогам. Целью данной статьи является представление результатов экспериментального исследования динамических и статических характеристик систем частотного и векторного управления моментом асинхронных двигателей с точки зрения их использования для тяговых применений.

Материалы исследования. Для выполнения тестирования построена экспериментальная установка с использованием унифицированного контроллера на основе цифрового сигнального процессора TMS320F28335 (Texas Instruments) и двух АД мощностью 2.2 кВт, валы которых соединены механически. Для сравнительного тестирования отобраны алгоритмы частотного управления моментом [1], алгоритм векторного управления моментом [2], а также алгоритм векторного управления моментом без измерения угловой скорости, построенный на основании общетеоретического решения [3].

Выводы. Использование частотных методов управления моментом тяговых АД сопряжено с возможностью возникновения режимов, которые являются нежелательными с точки зрения безопасности движения. В то же время, алгоритмы векторного управления, в том числе бездатчикового, гарантируют асимптотическую отработку заданных траекторий момента и потока, а также повышенные показатели энергетической эффективности транспортного средства.

1. Пересада С. М., Ковбаса С. Н., Онанко А. Ю. Обобщенный алгоритм частотного управления асинхронными двигателями. Часть 1: синтез на основе второго метода Ляпунова // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Вип. 2/2011 (14). –С. 13 – 16.

2. Пересада С. М., Ковбаса С. Н., Бовкунович В.С. Грубое векторное управление моментом и потоком асинхронного двигателя // Технічна електродинаміка, 2010. –№1, –С. 60–66.

3. Пересада С.М., Ковбаса С.Н., Дымко С.С. Робастифицированное бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем на основе адаптивного наблюдателя пониженного порядка // Техническая электродинамика –2012 –

УДК 621.5:62-83

Пересада С.М., д.т.н., проф.; Трандафилов В.Н., асп.

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАБЛЮДАТЕЛЯ, ИНВАРИАНТНОГО К ВАРИАЦИЯМ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РОТОРА

Вступление. Наиболее критическим параметром, вариации которого влияют на эффективность систем полеориентированного управления асинхронным двигателем (АД), является активное сопротивление роторной цепи, которое в АД с короткозамкнутым ротором недоступно для непосредственного измерения. Диапазон его изменения в процессе работы машины вследствие нагрева составляет – 50...+100%. Вариации активного сопротивления ротора вызывают нарушение условий полеориентирования, что приводит к потере асимптотичности регулирования модуля вектора потокосцепления и момента, а также снижению энергетической эффективности процесса электромеханического преобразования энергии [1].

Известно, что робастность алгоритмов прямого векторного управления определяется свойствами наблюдателя вектора потокосцепления ротора. Компенсация влияния вариаций активного сопротивления ротора может выполняться на основании одного из двух концептуальных подходов: адаптации и робастификации. Робастифицирующие подходы обычно обеспечивают более простые решения, но не решают задачу точного управления вектором потокосцепления ротора при вариациях активного сопротивления роторной цепи в диапазоне малых скоростей [1, 2].

Материалы исследования. В данной работе предложен метод синтеза и обоснована структура локально экспоненциально устойчивого наблюдателя вектора потокосцепления ротора, со свойством инвариантности к вариациям активного сопротивления роторной цепи. В соответствии с предложенным методом наблюдатель синтезирован в два этапа: на первом – с помощью скользящего режима формируется эквивалентное управление, которое компенсирует параметрическое возмущение в уравнении оценки углового положения вектора потокосцепления ротора; на втором – формируются дополнительные корректирующие обратные связи, обеспечивающие устойчивость системы.

Выводы. Впервые предложен метод синтеза локально экспоненциально устойчивого наблюдателя вектора потокосцепления ротора, со свойством инвариантности к вариациям активного сопротивления роторной цепи. Предложенный наблюдатель позволяет синтезировать инвариантные к вариациям активного сопротивления ротора алгоритмы прямого векторного управления с высокими динамическими показателями, сохраняя при этом высокую энергоэффективность процесса электромеханического преобразования энергии во всем диапазоне регулирования угловой скорости, включая нулевую.

Литература

1. Пересада С.М., Бовкунович В.С. Робастность алгоритмов косвенного векторного управления асинхронными двигателями к вариациям активного сопротивления ротора // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – №11 – С. 296–300.
2. Пересада С.М., Трандафилов В.Н. Метод синтеза и робастность наблюдателей потокосцепления асинхронного двигателя, работающих в скользящих режимах // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» науково-виробничого журналу №3 (19). – Кременчук: КрНУ, 2012. – С. 40–44.

УДК 621.311

Петрушенко О.Ю.; О.О. Рубаненко, к.т.н.

**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС З
ВРАХУВАННЯМ НОРМАТИВНОГО ЗНАЧЕННЯ $\text{tg}\varphi$
КРИТЕРІАЛЬНИМ МЕТОДОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРО-
НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Задача зменшення втрат електроенергії при її транспортуванні є актуальною. Одним із способів зменшення втрат електроенергії, який добре зарекомендував себе в розподільних мережах, є їх нормування. Для досягнення нормативного значення технічних втрат електроенергії потрібно відслідковувати поточне значення втрат не лише активної потужності, а й реактивної. Тобто потрібно здійснювати оптимальне керування нормальними режимами ЕЕС таким чином, щоб співвідношення між реактивними і активними потоками потужності, які протікають по лінії не виходило за нормативне значення [1]. Таким чином, потрібно контролювати $\text{tg}\varphi$, щоб поточне його значення не перевищило планового. Тому при оптимальному керуванні нормальними режимами ЕЕС доцільно в якості критерію оптимальності використовувати $\text{tg}\varphi$ і намагатись його значення звести до планового.

Отже актуальною є задача вдосконалення існуючих та розробки нових методів оптимізації режимів ЕЕС, коли критерієм оптимальності є $\text{tg}\varphi$ під час транспортування електроенергії з врахуванням зони нечутливості, економічної ефективності керуючих впливів та технічного стану трансформаторів з РПН. Добре пристосованим для розв'язку такої оптимізаційної задачі і для аналізу отриманих результатів є критеріальний метод. Оскільки критеріальний метод використовується при розв'язуванні широкого кола складних задач оптимального керування НР ЕЕС, то в окремих випадках він потребує подальшого удосконалення, зокрема шляхом поєднання критеріального програмування з методами нейронечіткого моделювання.

Список літератури

1. О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности Електр. ресурс: http://www.znaytovar.ru/gost/2/Prikaz_49_Poryadok_rascheta_zn.html

УДК 621.316.1

Попов В.А., к.т.н., доц.; Ярмолюк О.С., аспірант

КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ КОМПЛЕКСНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Одним із компонентів сучасних систем енергопостачання є комплексні джерела енергії (мікросистеми), що працюють на виділену групу споживачів. До їх складу зазвичай входять різноманітні технології генерації електричної та теплової енергій. Метою роботи є визначення оптимального режиму роботи такої структури у реальному часі на підставі попередньо змодельованих навантажень та вихідних характеристик генеруючих джерел. Очевидно, що у принципі кожен суб'єкт енергоринку має свої інтереси, що передбачає використання різноманітних критеріїв оптимальності при прийнятті відповідних рішень. Задовольнити одночасно всіх учасників енергоринку, забезпечивши досягнення оптимальних значень усіх критеріїв, принципово неможливо. Дана обставина призводить до необхідності розробки та використання методів багатокритеріального прийняття рішень на етапі керування роботою комплексу. Ще однією особливістю задачі є необхідність врахування фактора невизначеності різної природи. Неможливо володіти абсолютно достовірними та всебічними даними про дійсний стан системи, її поведінку у майбутньому, точно передбачити всі зміни, які можуть відбутися у зовнішньому середовищі особливо при довгостроковій перспективі. Таким чином, джерела невизначеностей знаходяться поза рамками господарюючих суб'єктів.

У зв'язку з цим було розроблено та реалізовано евристичний алгоритм багатокритеріального вибору оптимальної структури та параметрів комплексних джерел енергії, який дозволяє визначити оптимальний склад та параметри комплексних джерел генерації відповідно до конкретних умов їх використання, враховуючи одночасно економічні, екологічні, соціальні та інші фактори.

УДК 621.311

Попов В.В., к.т.н., доц.; Комарічина Д.І., магістрантка**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ
ТРАНСФОРМАТОРА ЗА УМОВАМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛЬНИХ
ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Розроблено метод визначення економічного режиму роботи трансформатора за умовами забезпечення мінімальних втрат електроенергії, що забезпечує зниження експлуатаційних витрат зумовлених втратами електроенергії.

Коефіцієнт завантаження за вище означеними умовами визначається за формулою

$$K_{ЗВ}^{*} = \frac{S_P^{opt}}{S_{НОМТ}} = \sqrt{\frac{\Delta P_X \cdot 8760}{\Delta P_K \cdot \tau_M}}$$

де S_P^{opt} – оптимальне розрахункове максимальне навантаження, приєднане до трансформатора, кВА;

$S_{НОМТ}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

ΔP_X , ΔP_K – каталожні дані трансформатора (втрати холостого ходу і короткого замикання відповідно);

τ_M – число годин максимальних втрат, год/рік.

Даний метод був використаний для вибору оптимального варіанту розподілу пристроїв компенсації реактивної потужності.

Визначення оптимального коефіцієнта завантаження дозволяє вибирати оптимальну номінальну потужність трансформаторів комплектних трансформаторних підстанцій з урахуванням раціональної потужності низьковольтних конденсаторних установок.

Список використаної літератури:

1. Копылов И.П. Электрические машины: для вузов / И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 1986. – 360 с.

Приймак Б.І., к.т.н., доц.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕКТОРНО-КЕРОВАНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВИСОКИХ ШВИДКОСТЯХ РОТОРА

Вступ. Векторно-керовані асинхронні генератори (АГ), у яких швидкість обертання ротора ω змінюється істотно (наприклад, у вітряних турбогенераторах), можуть працювати як при $\omega \leq \omega_n$, так і при $\omega > \omega_n$ (ω_n – номінальна швидкість ротора). У зоні високих швидкостей обмеження амплітуди напруги статора генератора U_s досягається зменшенням потокозчеплення ротора Ψ_r . На практиці Ψ_r зазвичай змінюється за стандартним законом: $\Psi_r \propto 1/|\omega|$ при $|\omega| > \omega_n$. Проте даний закон не є досконалим.

Ця робота присвячена поліпшенню характеристик АГ у зоні високих швидкостей ротора за рахунок екстремального керування електромагнітним моментом генератора M_E .

Мета дослідження – отримання закону формування $\Psi_r(\omega)$, що максимізує M_E на високих ω при обмеженні U_s та I_s (I_s – струм статора).

Максимізація моменту АГ. Короткозамкнений АГ описуємо розширеною математичною моделлю, де враховуються втрати у залізі та насичення магнітопроводу. Ця модель доповнюється обмеженнями $0 < U_s \leq U_{\max}$, $0 < I_s \leq I_{\max}$. Для оптимізації було застосовано генетичний алгоритм, що визначав $\Psi_r(\omega)$ за критерієм $M_E \Rightarrow \max$ (при $\omega > 0$). У дослідженнях використано дані трифазної машини потужністю 1,5 кВт.

Висновки. Отриманий оптимальний закон формування потокозчеплення істотно збільшує момент АГ в зоні високих ω . Згідно з дослідженнями, момент зростає на (20÷34)%, якщо $I_{\max} = 1,5I_n$ та на (8÷37)% – якщо $I_{\max} = 2I_n$ (I_n – номінальний струм). При збільшенні M_E відповідною мірою зростає вихідна потужність АГ, що поліпшує його характеристики щодо компенсування короткочасних накидів навантаження.

Приймак Б.І., к.т.н., доц.

ГЕНЕТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ

Вступ. Електромеханічні системи автоматичного регулювання (САР) швидкості зазвичай будуються за принципом підпорядкованого керування з пропорційно-інтегральними (ПІ) регуляторами струму та швидкості, що налаштовані відповідно на модульний оптимум та симетричний оптимум. Проте дані стандартні налаштування регуляторів не завжди забезпечують потрібну якість керування, особливо при стабілізації швидкості за умов різких та значних змін навантаження двигуна.

Ця стаття присвячена застосуванню генетичного алгоритму (ГА) для поліпшення динамічних властивостей САР швидкості.

Мета дослідження – оптимізація за допомогою ГА динамічних показників електромеханічної САР швидкості при компенсуванні стрибкоподібних змін моменту навантаження двигуна.

Генетична оптимізація САР швидкості. При застосуванні ГА були задані наступні опції: розмір популяції – 10 особин; максимальна кількість генерацій – 10; точність оптимізації – 10^{-7} . У процесі оптимізації електромеханічної системи ГА здійснив налаштування ПІ-регуляторів швидкості та струму якоря двигуна постійного струму за критерієм мінімізації цільової функції $\mathcal{Z} \Rightarrow \min$, створивши при цьому шість нових генерацій особин. Цільовою функцією є квадратичний функціонал, що враховує точність керування та енергетичні затрати на нього.

Висновки. За допомогою ГА здійснено налаштування регуляторів в САР швидкості підпорядкованої структури. Як наслідок, істотно поліпшено динамічні показники системи при нахиді та скиді навантаження двигуна: динамічна помилка швидкості зменшилася в 2 рази, а час компенсування збурення – в 1,5 рази. При цьому умови стійкості оптимізованої САР відповідають рекомендованим значенням.

УДК 621.314.222.6

Притискач І.В., аспірант

**ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ
ОЦІНКИ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ СИЛОВИХ
ТРАНСФОРМАТОРІВ**

З інтенсивним впровадження сучасної мікропроцесорної вимірювальної та керувальної техніки, розробленням спеціалізованого математичного забезпечення виникають реальні умови для широкого використання стохастичних моделей, які якнайповніше відображають фізичні процеси в елементах електропостачальних систем з використанням ймовірнісної вихідної інформації і дозволяють точніше виконувати вибір елементів електропостачальних систем.

В даній роботі розглядається алгоритм стохастичної оцінки навантажувальної здатності, що використовує імітаційне моделювання параметрів режимів роботи обладнання. У випадку силових трансформаторів до цих параметрів відносяться навантажувальний струм, температури масла та найбільш нагрітої точки обмотки, а також відносний знос його ізоляції. Принцип роботи алгоритму полягає у статистичній обробці змодельованих сукупностей реалізацій цих величин і подальшого порівняння значень отриманих детермінованих функцій квантилів з допустимими величинами.

Сукупності реалізацій температури масла, найбільш нагрітої точки обмотки та відносного зносу ізоляції можна отримувати за допомогою різних термічних моделей: термічна модель за ГОСТ 14209-85 з врахуванням сталої часу обмотки; спрощена термічна модель трансформатора без врахування сталої часу обмотки згідно МГОСТ 14209-97; динамічна термічна модель трансформатора.

На основі розглянутого алгоритму в середовищі Visual Studio 2010 було розроблено програму мовою програмування Visual Basic .Net, яка дозволяє виконувати вибір трансформаторів для електропостачальних систем за технічними критеріями з використанням стохастичного моделювання.

Розводюк М.П. , к.т.н., доц.; Діденко І.О. , студентка
ОСОБЛИВОСТІ СТРУМОЗНІМАННЯ ПАНТОГРАФОМ

Від якості процесу струмознімання залежить термін служби контактного проводу й бугеля пантографа, а також надійність електричної тяги вагону. Незалежно від того, в якому режимі знаходиться вагон (струмознімання в режимі очікування, розгону, гальмування, нормального завантаження чи перевантаження), які кліматичні умови на нього діють (температура, вологість, ожеледиця), струмознімання завжди повинне бути задовільне.

Основними причинами погіршення даного процесу є: нерівномірності провисання контактного проводу на різних ділянках маршруту, зміна натиску струмоприймача на провід, кліматичні умови, електричні, механічні, коливальні процеси.

Процес струмознімання повинен задовольняти розв'язку одночасно двом взаємо протилежним задачам: з точки зору надійного та стійкого струмознімання контактний натиск повинен бути якомога більшим, а за умов мінімального зносу контактуючих матеріалів – по можливості якомога меншим, але не меншим значення, при якому забезпечується стійке протікання струму. Забезпечення розв'язання першої задачі характеризується достатньо високими показниками електричної тяги, а другої – зменшеними економічними витратами.

Реалізація надійного струмознімання між контактним проводом і пантографом супроводжується необхідністю контролюванням натягу контактний проводу та натиском струмоприймача на контактний провід, а реалізація зменшення економічних витрат – обмеженням часу простою вагону на зупинках із споживанням струму та часу руху в режимі тяги без перевантажень.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що процес струмознімання пантографом трамвая є достатньо складний з точки зору забезпечення максимального натиску його робочою поверхнею на контактну мережу і водночас мінімізації електричних витрат. Крім того важливим є врахування факторів, які впливають на даний процес. Зокрема, це стосується як контактної мережі, так і самого бугеля, які вже за великий проміжок часу суттєво зносилися, природних умов (вологості, температури тощо).

Тому потрібно здійснити пошук оптимального значення контактний натиску пантографом на контактну мережу та синтезувати систему визначення контактний натиску та розробити пристрій для її реалізації.

Для реалізації першої задачі використано методи нечіткої логіки. Такий вибір обумовлено тим, що математичну модель для визначення оптимального контактний натиску побудувати з використанням звичайних диференціальних рівнянь достатньо складно, тому що зміну числових значень ряду вхідних змінних не завжди можна чітко встановити.

Задачу розглянуто для трамвая КТ4СУ з пантографом КЕ 13. В якості вхідних параметрів моделі взято швидкість руху вагону, висоту контактний проводу, температуру навколишнього середовища, вологість повітря, швидкість вітру та завантаженість вагону, а вихідної – рівні зміни натиску на контактний провід.

Для реалізації розробленої математичної моделі використано редактор системи нечіткого висновку FIS в графічному режимі математичного пакету MATLAB з використанням алгоритму Мамдані.

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, e-mail: rozvodiukmp@mail.ru, rozvodiulmp@vntu.edu.ua, тел.: (0432) 598165, 598225.

Діденко Ірина Олександрівна – студентка Вінницького національного технічного університету, e-mail: irina_didenko92@mail.ru

УДК 621.316

Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Килимчук А.В., аспірант, Зла-Шелест А.В.,
студентка

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЛОКАЛЬНИМИ САК З ВРАХУВАННЯМ СИСТЕМНОГО ЕФЕКТУ

Сучасні системи автоматичного керування (САК) трансформаторами зв'язку, які об'єднують електричні мережі різних напруг в електричну систему, та лінійні регулятори типу крос-трансформаторів (КТ) використовуються для зменшення втрат електроенергії при її транспортуванні. Задача оптимізації режимів ЕЕС ставиться як задача оптимального розташування КТ, автоматичного керування та формування закону оптимального керування режимами електричних мереж. Закони оптимального керування трансформаторами з РПН та крос-трансформаторами в електричних мереж з врахуванням системного ефекту:

$$\begin{aligned} \mathbf{k}_{a\Sigma}(t) &= 1 - \left[\mathbf{E}_{зр.а\Sigma}^{(6)} \right]_{\text{д}} \cdot \mathbf{U}_{\text{бд}}^{-1} \cdot \boldsymbol{\pi}_{\text{а}}^{\text{Е}} \cdot \mathbf{J}_{*\text{р}\Sigma}(t); \\ \mathbf{k}_{\text{р}\Sigma}(t) &= - \left[\mathbf{E}_{зр.р\Sigma}^{(6)} \right]_{\text{д}} \cdot \mathbf{U}_{\text{бд}}^{-1} \cdot \boldsymbol{\pi}_{\text{р}}^{\text{Е}} \cdot \mathbf{J}_{*\text{а}\Sigma}(t), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\mathbf{k}_{a\Sigma}(t)$, $\mathbf{k}_{\text{р}\Sigma}(t)$ - вектори дійсних та уявних складових коефіцієнтів транс-формації у відносних одиницях з врахування фактору часу та КТ; $\mathbf{E}_{зр.а\Sigma}^{(6)}$, $\mathbf{E}_{зр.р\Sigma}^{(6)}$ - оптимальні значення активних та реактивних складових зрівнювальних е.р.с. в базисному режимі; $\mathbf{U}_{\text{бд}}$ - діагональна матриця, кожний елемент якої дорівнює напрузі базисного вузла; $\boldsymbol{\pi}_{\text{а}}^{\text{Е}}$, $\boldsymbol{\pi}_{\text{р}}^{\text{Е}}$ - матриці критеріїв подібності; $\mathbf{J}_{*\text{р}\Sigma}(t)$, $\mathbf{J}_{*\text{а}\Sigma}(t)$ - вектори активних і реактивних складових відносних значень струмів у вузлах.

Ці закони покладені в основу функціонування САК.

УДК 621.316.001

Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС З УРАХУВАННЯМ СТАНУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розвиток енергетики передбачає вдосконалення управління енергетичною галуззю за рахунок використання науково-обґрунтованих методів та сучасних технічних засобів управління. Складність автоматизації такого управління зумовлена технологічними особливостями енергетичного виробництва, станом високовольтного обладнання (ВО), всезростаючою вартістю органічних видів палива і т.п. Ознакою сьогодення є заміна застарілих та зношених електроенергетичних систем (ЕЕС) – інтелектуальними, які покликані забезпечити оптимальне, енергозберігаюче керування нормальними режимами та зворотний інформаційний зв'язок електричних мереж з центрами керування. Ефективність заходів зменшення втрат активної потужності зменшується внаслідок відмов ВО, залишковий ресурс якого наближається до нуля. Відомо, що пошкодження такого обладнання зростає тоді, коли воно знаходиться в експлуатації понад 25 років. Отже керування режимами потрібно здійснювати з урахуванням технічного стану ВО та зростаючої, за рахунок його зношення і відмов, вартості ремонтів. Враховуючи те, що зростання активних опорів віток розрахункової схеми електричних мереж призводить до зростання загальносистемних втрат активної потужності, то введення додаткових активних квазі-опорів у ці вітки дозволяє врахувати зростання втрат викликаних: погіршенням стану ВО і, як наслідок, зростанням вартості його ремонту, апаратними обмеженнями на досягнення мінімальних втрат активної потужності і т.і. Впровадження отриманого вектора оптимальних (за показником мінімально можливих втрат активної потужності в електричних мережах ЕЕС) керувальних впливів на РПН трансформаторів за результатами обчислень нормальних режимів з урахуванням запропонованих квазі-опорів дозволяє обґрунтовано якісно експлуатувати як нове, так і застаріле ВО.

УДК 621.316.925

Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Жук І.А.

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мережі оперативного постійного струму (МОПС) електричних станцій і підстанцій є одними з найвідповідальніших видів обладнання. Тому, в разі аварійного погіршення стану ізоляції МОПС, потрібно швидко знаходити місце пошкодження і усувати. Автоматичні та автоматизовані пристрої контролю стану МОПС не повинні погіршувати умови експлуатації джерел та споживачів в МОПС. Тому пропонуємо пристрій постійного контролю стану МОПС, що працює в умовах змінної ємності полюсів МОПС та контрольованої ділянки відносно «землі» (поз. 10 та 8 на рис.1) і активних опорів (поз. 11 та 9), фіксує активного опору ізоляції полюсів та дозволяє визначити пошкоджену ділянку. Пристрій складається з керованого джерела змінної напруги 1 трьох частот, розділових фільтрів 4, 5, датчика струму 2, блоку визначення замикання на контрольованій ділянці 3 та блоку контролю загальномережевого опору ізоляції полюсів 6.

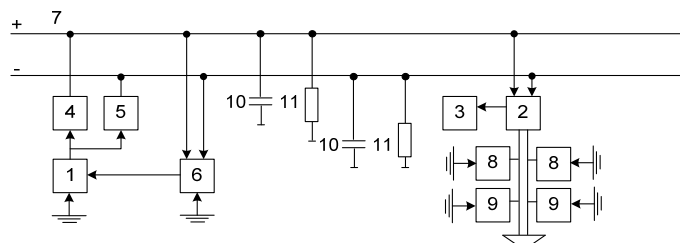


Рис.1 – Схема підключення та фрагмент функційної схеми пристрою для визначення ділянки із зниженим опором ізоляції мереж оперативного постійного струму

Перехід на нову елементну базу не призводить до зміни принципів роботи приладів контролю, релейного захисту і електричної автоматики, а тільки розширює їх функціональні можливості, спрощує експлуатацію і знижує її вартість. Тому на даному етапі актуальним є перехід до мікропроцесорних пристроїв контролю мереж МОПС, що дозволить підвищити безпеку і надійність даних елементів електричних.

УДК 621.311

Рубаненко О.О., к.т.н.; Гунько І.О., магістрантка**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС З
ВРАХУВАННЯМ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРІВ З РПН**

У багатьох промислово розвинених країнах світу, у тому числі і в Україні, в наш час велика частка устаткування перевищила розрахунковий термін експлуатації, це стосується і трансформаторів з РПН [1]. Таким чином, метою даної роботи є вдосконалення методу оптимального керування нормальними режимами ЕЕС шляхом врахуванням регульовальної здатності трансформаторів з РПН і їх технічного стану. Тому пропонується як критерій вибору трансформатора, яким краще здійснювати перемикання, і вибору кількості перемикань використовувати коефіцієнт якості функціонування, який враховує не лише можливість трансформатора перетворювати електроенергію, а й можливість ефективно впливати на режим енергосистеми, і визначається за виразом:

$$k_{\text{як.функ.}} = (a_1 + a_2) \cdot k_{\text{рес}_n} \cdot k_{\text{рес}_I} \cdot a_3 \cdot k_{\text{втрат}} \quad (1)$$

коефіцієнт втрат за виразом:
$$k_{\text{втрат}} = \frac{\Delta P_{\text{неопт}} - \Delta P_{\text{опт}}}{\Delta P_{\text{опт}}}, \quad (2)$$

вагові коефіцієнти за виразами: $a_1 = \frac{B_1}{B_{\text{сум}}}, \quad a_2 = \frac{B_2}{B_{\text{сум}}}, \quad a_3 = \frac{B_3}{B_{\text{сум}}},$ вартість

понаднормованих технічних втрат потужності за виразом:

$$B_3 = (\Delta P_{\text{пот}} - \Delta P_{\text{норм}}) \tau C, \quad (3)$$

сумарну вартість за виразом:
$$B_{\text{сум}} = B_1 + B_2 + B_3, \quad (4)$$

коефіцієнт ресурсу по параметру «кількість перемикань» за формулою:

$$k_{\text{рес}_n} = \frac{n_{\text{зал.}} - n}{n_{\text{пасп.}}}, \quad (5)$$

коефіцієнт залишкового ресурсу по параметру «накопичений комутований

струм» визначають за формулою:
$$k_{\text{рес}_I} = \frac{I_{\text{зал.}} - n \cdot I_{\text{ком.}}}{I_{\text{пасп.}}} \quad (6)$$

залишковий струм комутації за формулою: $I_{\text{зал.}} = I_{\text{пасп.}} - I_{\text{нак.}}$

Список літературних джерел:

1. Стогній Б. С. Сталий розвиток енергетики та інтелектуальні енергетичні системи / Б. С. Стогній // Праці Ін-ту ел-ки НАН України. – 2010. – С. 6–9.

УДК 621.313.10

УДК 621.311

Савенко А. Е., аспирант**ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С
ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Обеспечение качества производимой электроэнергии является одной из самых важных задач электрических станций. В настоящее время находят широкое применение автономные электрические станции, основные из них ветряные и электростанции транспортных средств, самыми крупными из которых, пожалуй, являются электростанции морских судов. В связи с тем, что в их состав входят по несколько генерирующих агрегатов основных режимом их работы является параллельная работа, что оказывает влияние на качество электрической энергии. Изменение частоты вырабатываемой генератором электроэнергии и разница частот генераторов при их параллельной работе приводит к трудностям в распределении активной нагрузки, и возникают обменные колебания мощности. Обменные колебания мощности при параллельной работе судовых дизель-генераторных агрегатов оказывают большое отрицательное влияние вплоть до обесточивания судна, что само по себе является аварийной ситуацией. Большое влияние на качество судовой электроэнергии оказывают и силовые полупроводниковые преобразователи, которые очень сильно искажают синусоидальную форму напряжений и токов. Для устранения последствий обменных колебаний мощности проведены необходимые теоретические исследования этой проблемы с использованием математического моделирования. Доказана возможность их подавления системой автоматического управления, которая при обнаружении обменных колебаний изменяет коэффициенты передачи регуляторов частоты вращения дизелей и уставок задания по частоте вращения дизель-генераторных агрегатов.

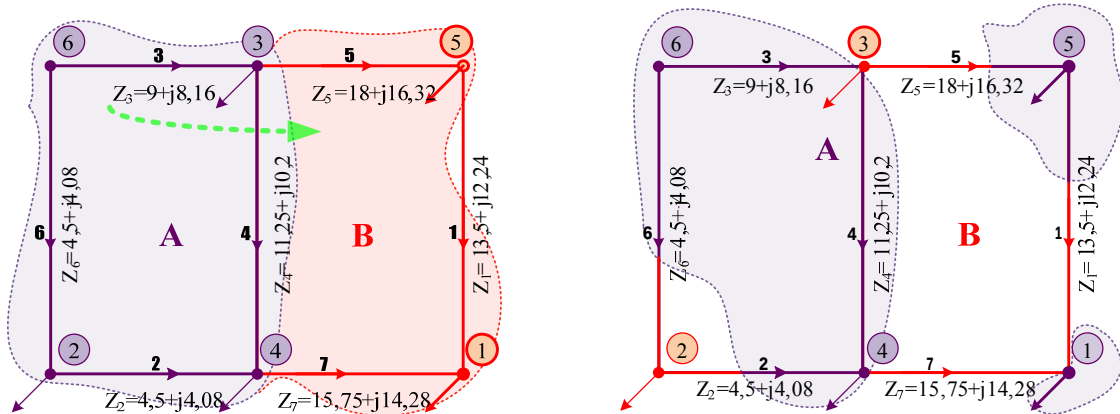
Савенко Александр Евгеньевич – Украина, г. Керчь, Керченский Государственный Морской Технологический университет, старший преподаватель кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства, 050-910-77-02, savenko-70@mail.ru

УДК 621.311.1

Семенюк Н.В., аспірантка; Лежнюк П.Д., д.т.н., проф..
**СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКІВ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ І ЕНЕРГІЇ ВІД
 ТРАНЗИТНИХ ПЕРЕТОКІВ**

Існує необхідність практичного використання методів визначення транзитних втрат активної потужності в передаючій системі.

В реальних умовах диверсифікації електропостачання та зростаючої кількості ліцензіатів ОРЕ маємо справу з територіально та електрично розпорошеними майновими володіннями, коли не лише підстанції однієї ЕК знаходяться у мережах іншої, а навіть лінії електропередач можуть мати кількох господарів.



а) територіально та електрично цілісні ЕМ

б) фрагментовані ЕМ

Рис. 1. Схема електричної мережі

В реальних умовах це дуже стрімко збільшує кількість взаємних перетоків, які необхідно враховувати при розв'язуванні класичної задачі визначення балансу втрат в мережах ліцензіатів. Тому є сенс при розрахунку втрат від перетоків *перейти від аналізу власне транзитів до розгляду впливу навантажень*.

Запропонований фізично обґрунтований метод розподілу втрат може слугувати базою для прозорих правил оплати за транзит, як технічно доступний для практичної реалізації і зрозумілий для споживачів. ΔP_{min} варто розглядати в контексті ТВЕ як величину, що характеризує найбільш економічний розподіл електроенергії по мережі.

УДК 621.311

Серебренніков С.В., к.т.н., доц., Петрова К.Г., асп.
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ
НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Однією з важливих складових системи цілеспрямованого управління режимами електроспоживання є здійснення перманентного контролю ефективності використання палива та енергії, починаючи від окремих установок та технологічних процесів і аж до галузевого, регіонального та державного рівнів.

Промислові споживачі, що становлять близько 47% від загального електроспоживання, є найбільш енергоємним та перспективним сегментом енергоринку з точки зору регулювання режимів електроспоживання. Для них найбільш притаманними є техніко-технологічні та нормативні методи регулювання режимів. При цьому, нормативний метод управління електроспоживанням є одним з найдієвіших і універсальних, оскільки науково обґрунтовані норми питомого енерговикористання надають орієнтир для визначення рівня енергоефективності виробництва і є основним підґрунтям для розробки комплексу заходів, спрямованих на енергозбереження.

Водночас, темпи розвитку новітніх технологій, коливання ринкової кон'юнктури та інші дестабілізуючі фактори обумовлюють динамічність зміни норм, що вимагає пошуку нових сучасних методів для проведення розрахунків в режимі «реального часу».

Розроблення методу нормування електроспоживання з використанням нечіткої логіки та нейронних мереж дозволяє врахувати дію значної частини факторів впливу, підвищити точність розрахунків та забезпечити швидку адаптацію за рахунок самонавчання.

Побудова багатofакторної нейро-нечіткої моделі з врахуванням найбільш впливових чинників дозволила підвищити точність отримання питомих норм, забезпечивши максимальні значення відхилень розрахункових даних від експериментальних в межах до $\pm 5\%$.

На прикладі підприємства харчової галузі промисловості визначено умови мінімізації питомих витрат енергії в широкому діапазоні зміни дестабілізуючих факторів впливу та розраховано оптимальні режими роботи підприємства з точки зору енергоощадження.

Петрова Катерина Григорівна – Кіровоградський національний технічний університет, кафедра електротехнічних систем та енергетичного менеджменту, аспірант; e-mail: petrova_kg@rambler.ru; тел.: +38(066)6127341.

Серебренніков Сергій Валентинович – к.т.н., доцент, Кіровоградський національний технічний університет, кафедра електротехнічних систем та енергетичного менеджменту, доцент.

УДК 621.313.333.2

Сивокобиленко В.Ф., д.т.н., проф.; Василець С.В., к.т.н.**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З
УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОГО НАСИЧЕННЯ**

Підвищення потужності асинхронних двигунів (АД) вугледобувних машин шахт (сумарна потужність комбайна КДК-700 – 860 кВт), переведення дільничних мереж на напругу 3(3,3) кВ, впровадження частотних перетворювачів вимагають уточнення методики вибору уставок існуючих захисних апаратів та проектування цифрових засобів захисту. Для цього необхідно підвищити точність розрахунку перехідних процесів при функціонуванні двигунів, що визначає актуальність удосконалення математичної моделі АД. Відомі математичні моделі враховують статичне насичення АД, або динамічне насичення тільки головного магнітного потоку, що може призвести до похибок при аналізі стану двигуна в перехідних режимах або при живленні від перетворювача частоти.

Задачею роботи є удосконалення математичної моделі АД шляхом врахування динамічного насичення магнітних кіл за шляхами головного магнітного потоку та потоків розсіювання статора і ротора.

В роботі систему диференційних рівнянь, що у просторових векторах описує АД з двохконтурним ротором, подано в матричному вигляді, причому статичні індуктивності намагнічування, розсіювання статора та двох контурів ротора розглядаються як функції модулів векторів струмів намагнічування, статора та контурів ротора відповідно. При розкладанні просторових векторів потокозчеплення контурів двигуна в нерухомій системі координат та диференціюванні за часом виділені динамічні індуктивності контурів намагнічування, розсіювання статора та двох контурів ротора. Це дозволило сформувати матрицю динамічних індуктивностей, яка встановлює залежність потокозчеплень двигуна від струмів. Аналітичне обертання вказаної матриці та перехід до фазних координат дали змогу знайти вирази для матричних коефіцієнтів диференційного рівняння стану АД, що складено у формі Коши відносно вектора струмів та частоти обертання ротора. Знайдено аналітичні вирази для елементів матриці Якобі від правої частини вказаного рівняння стану, що необхідно для розв'язання останнього у складі системи рівнянь елементів електромережі жорстко-стійкими методами.

Таким чином, аналітичне обрахування зворотньої матриці динамічних індуктивностей АД та частинних похідних від її елементів дало змогу врахувати динамічне насичення магнітних кіл за шляхами головного магнітного потоку та потоків розсіювання статора і ротора двигуна.

Сивокобиленко Віталій Федорович – д. т. н., професор, Донецький національний технічний університет, завідувач кафедри «Електричні станції», тел. (062) 301-03-72, e-mail: svf@elf.dgtu.donetsk.ua

Василець Святослав Володимирович – к. т. н., Донецький національний технічний університет, доцент кафедри «Гірнича електротехніка та автоматика ім. Р.М. Лейбова», тел. (095) 385-78-24, e-mail: svyat.vasilets@gmail.com

УДК 621.315.052.7

Синчук О.Н., д.т.н., проф., Гузов Э.С., к.т.н., доц., Яловая А.Н., соиск.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Особенностью горного производства является постоянное понижение уровня ведения работ в связи с чем себестоимость добычи руды с каждым годом возрастает. Так в Криворожском железорудном комбинате за последние 5 лет себестоимость 1 т руды увеличилась вдвое. Существенную роль в этом играют энергозатраты, которые также значительно возросли.

Основным видом энергии, потребляемой железорудными шахтами является электрическая, на долю которой приходится около 90% общих энергозатрат, затраты на природный газ составляют около 7% и на тепловую энергию – 3%.

Наиболее электроэнергоёмкими потребителями являются стационарные установки – водоотлив, вентиляция, подъём, компрессорные – потребляющие вместе свыше 80% всей потребляемой электроэнергии. Особенно велики затраты на выработку сжатого воздуха, которые составляют 30% потребляемой на комбинате электроэнергии.

Приведенный авторами анализ-прогноз потенциала возможноступной оптимизации электропотребления вышеприведенными потребителями подземных железорудных предприятий показал следующее:

- применение регулируемого привода в вентиляторных установках;
- регулирование потребления по времени суток;
- компенсация реактивной мощности;
- вывод недогруженных трансформаторов в «холодный» резерв.

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

Сінчук О.М., д.т.н., проф.; Берідзе Т.М., к.т.н., доц.; Ялова А.М., соиск.; Бауліна М.А., асп.

ФОРМУВАННЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ СИСТЕМИ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ГІРНИЧОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Вітчизняні гірничорудні підприємства мають різючі відмінності в процесі енергоспоживання взагалі, та електроспоживання в частковості. Тому проблема електроспоживання таких типів підприємств трансформується в проблему управління цим процесом. Управління процесом електроспоживання має бути складовою комплексної системи управління підприємством в цілому з урахуванням всіх їх індивідуальних особливостей. Тільки в цьому випадку є можливість досягнути в потрібному обсязі поставленої мети. Водночас при формуванні реальної оцінки необхідно враховувати чинники впливу та їх вагомість в аналізованій проблемі [1].

Ефективна робота системи нормування питомих витрат електричної енергії вимагає обліку техніко-економічних факторів, нормативно-правового забезпечення, матеріального стимулювання тощо.

Все різноманіття факторів, що впливають на ефективність системи нормування питомих витрат електричної енергії можна розділити на ряд характерних груп по основним факторам: правові, організаційні, інформаційно-освітні, методологічні та економічні засади [2].

Експертиза проводилася по спеціально розробленій опитувальній анкеті, у яку на підставі теоретичного аналізу включені 20 інформативних факторів.

Отримання в результаті анкетного опитування інформації залежить великою мірою від якості складених анкет, організації та проведенні опитування. Тому при складанні анкет слід керуватись такими правилами:

- включати в опитування всі або хоча б основні фактори, що впливають на досліджувану результативну ознаку;
- вживати назви факторів тільки загальноприйняті для досліджуваного процесу;
- за можливістю вказувати для факторів інтервали;
- анкети складати невеликими за розміром та лаконічними;
- питання в анкеті формувати чітко не припускати двоякого тлумачення;
- опитувати таких фахівців (експертів), які чітко уявляють собі досліджуваний процес;
- до опитування залучати фахівців різних споріднених спеціальностей;
- забезпечення незалежності думки опитуваного фахівця;
- кількість опитуваних фахівців повинна значно перевищувати кількість факторів, включених у дослідження.

При заповненні анкет застосовують метод апріорного ранжування, який потребує розміщення факторів у порядку зменшення ступеня її впливу на результативний показник.

Аналіз експертних оцінок було проведено із застосуванням методу парних порівнянь, в результаті якого отримали ранжування впливу досліджуваних, характеристик для поставленої задачі. Порівняння здійснювалось трьома ступенями вагомості характеристик: більш впливова, менш впливова та рівно значимі, з відповідною символікою та кількісним видом: “>” – 1,5; “<” – 1,5, “=” – 1.

За результатами експертних оцінок найбільш вагомими факторами впливу на ефективність системи нормування питомих витрат електроенергетичних ресурсів для гірничодобувних комбінатів стали: економічний фактор, правові засади та методологічне забезпечення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системный анализ и структуры управления. Под ред. В.Г. Шорина. –М. Знание.- 1997.-278с.
2. Шидловський А.К. Енергетичні ресурси та потоки. – Київ:Українські енциклопедичні знання, 2003. – 472 с.

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

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

АВТОНОМНА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ

У зв'язку із стійкою тенденцією щорічного збільшення споживання електричної енергії (ЕЕ), зростанням цін на її виробництво, а також впливом екологічних обмежень, що постійно зростають, все більш актуальним стає завдання збільшення об'ємів отримання ЕЕ шляхом використання поновлюваних джерел, особливо енергії вітру, яка у вітрових електричних установках перетвориться в електричну.

Для досягнення вищевикладеної мети була проаналізована можливість і специфіка роботи вітроенергетичного комплексу (ВЕК) в умовах діючих підземних виробок залізрудних шахт, розроблена конструкція комплексу з вертикальною віссю обертання прямого перетворення енергії вітру в ЕЕ, синтезована його структура. Розроблена структура ВЕК і система управління ним дозволяють збільшити надійність і якість електропостачання споживачів, збільшити термін служби батарей, забезпечувати своєчасні заміни елементів, що вийшли з ладу, і знизити витрати на їх експлуатацію, а також підтримувати безперебійність електропостачання споживачів ЕЕ [1].

Висновки. В результаті використання вентиляційних повітряних потоків підземних виробок залізрудних шахт, з перетворенням вітрової енергії в електричну за допомогою розробленого способу управління ВЕК, є реальна можливість генерувати і використовувати ЕЕ для власних потреб підземних підприємств, заощадивши при цьому засоби на її закупівлю.

Список літературних джерел

1. Сінчук І.О., Бойко С.М., Щербак М.А. Обґрунтування можливості використання ортогональної вітрової установки в умовах підземних гірничих виробок шахт //Технічна Електродинаміка. Тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність». Частина 4 – Харків, Інститут Електродинаміки НАН України, 2012. – С. 179-181

УДК 621.382

Синчук О.Н., д.т.н., проф.; Устенко О.В., д.т.н., проф.; Сменова Л.В., студентка
БОРТОВАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЛАГАЕМЫХ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО
ПРИВОДА ДВООСНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Внедрение в практику работы горнорудных предприятий новых электровозов, оборудованных современными системами управления типа IGBT преобразователь – тяговые асинхронные электрические двигатели, а также ухудшение условий эксплуатации внутришахтного транспорта (ВШТ) в связи с понижением уровня ведения горных работ до глубин 1000-1500м., обуславливают необходимость наличия и развития диагностических систем в структурах тяговых электротехнических комплексов (ТЭТК) ибо очевидно, что экономически выгоднее, а в шахтных условиях и безопаснее, предупредить отказ тягового оборудования, чем ремонтировать отказавшее оборудование и ликвидировать сбой движения электровозов, вызванный этим отказом на участках движения.

В силу значительных и определяющих факторных особенностей конструкций шахтных электровозов и их ТЭТК, способы и строения структур систем диагностики параметров электрооборудования, применяемых на магистральных и промышленных типах электровозов являются неприемлемыми для анализируемого варианта. Развитие телекоммуникаций и микровычислительной техники открывает реальную и весьма своевременную перспективу для создания надёжных и дешёвых бортовых систем сбора и анализа диагностической информации даже в таких сложных условиях эксплуатации электровозов, как шахты (рис.1).

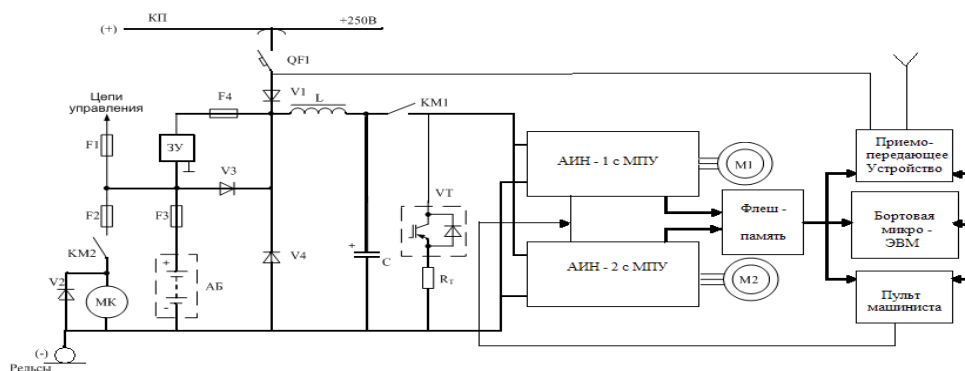


Рис. 1 Тяговая электромеханическая система двоосного шахтного электровоза с агрегатной структурой

Основными функциями системы комплексной диагностики тягового электротехнического оборудования электровоза должны быть: контроль параметров контактной сети, формирование задания тяговым электроприводам, обеспечение согласованной работы тягового электропривода, рельсовых и механических тормозов в режиме торможения, защитные функции, диагностика состояния электровоза, сбор и отображение информации о движении; управление вспомогательным оборудованием.

Выводы:

Предлагаемый комплекс технической диагностики двоосных электровозов для проверки правильности функционирования, накопления и обработки диагностической информации, состоит из бортовой микропроцессорной системы или промышленного компьютера и микропроцессорной системы управления тяговым электротехническим комплексом типа IGBT преобразователь – тяговые асинхронные электрические двигатели.

Основными слагаемыми разрабатываемого аппаратно-программного комплекса технической диагностики двоосных шахтных электровозов должны быть:

- комплекс данных измеряемых координат, состоящий из динамических и статических атрибутов, вспомогательных данных;
- подсистема автоматизации процессов регистрации параметров, характеризующих работу системы управления ТЭТК, выявления и локализации неисправностей.

УДК 621.311

Сільвестров А.М., д.т.н., проф.; Скринник О.М., ас.; Уманська К.В.
ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ КУСКОВО-АНАЛІТИЧНИХ
ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

Вступ. Останнім часом все більшу увагу приділяють чисельним методам комп'ютерного моделювання об'єктів ідентифікації ([1 – 3] та інші). З одного боку це обґрунтовано складністю процесів у об'єкті, що досліджується, з іншого боку – майже необмеженими можливостями сучасних електронно-обчислювальних машин (ЕОМ). Однак заміна теоретичних досліджень чисельними на ЕОМ призводить до втрати загальності рішення тієї чи іншої задачі. Множина рішень задачі чисельним моделюванням завжди обмежена. Тому існує ймовірність не змодельованої ситуації на об'єкті, яка може бути небажаною. Розглянуто одну із таких задач: як отримати єдину аналітичну залежність для моделі, яку подано кусково-аналітичними частковими моделями з логікою переключення від однієї до іншої залежно від координат об'єктів.

Постановка задачі. Враховуючи властивості реальних об'єктів, необхідною умовою отримання адекватної математичної моделі (ММ) є необхідність періодичного уточнення структури і параметрів ММ на основі спостереження за об'єктом. Для класу складних нелінійних залежностей в об'єкті, як правило, використовуються логіко-аналітичні моделі, що являють собою множину більш простих локальних ММ з логікою переключення від однієї до іншої в залежності від поточного значення координат об'єкта. Локальні ММ отримують з більш простого експерименту, ніж експерименту для побудови повної досить складної ММ. Задача дослідження полягає в розробці такого підходу, який би об'єднував локальні ММ в єдину повну аналітичну ММ без суттєвого її ускладнення.

Висновок. Дослідження, результати яких наведено у публікації, підтверджують можливість розробки запропонованим методом достатньо простої аналітичної моделі. Розроблені даним методом моделі можуть бути застосовані для аналітичних розрахунків оптимальних режимів роботи нестационарних стохастичних об'єктів, діагностики їх стану, інтерполяції та екстраполяції змінних об'єкта та для інших цілей шляхом ідентифікації локальних ММ та об'єднання їх у повну аналітичну без суттєвого ускладнення ММ та натурального експерименту.

Література

1. Зеленський К.Х., Ігнатенко В.М., Коц О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики. – К.: Академперіодика, 2002. – 480 с.
2. Методи теории автоматического управления / под. ред. Н.Д. Егунова. – М.: МГТУ им. Баумана, 2000. – 748 с.
3. Бідюк П.І., Меньяйленко О.С., Половцев О.В. Методи прогнозування. – Луганськ: Альма-матер, 2008. – 607 с.
4. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. – М.: Нефть и газ, 2003. – 336 с.

УДК 621.3.027.3(07)

Собчук В.С., к.т.н., проф.; Собчук Н.В., к.т.н., доц.;
Слободянюк О.В., к.п.н., ст. викл.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГРОЗОЗАХИСТУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Ефективність грозозахисту повітряних ліній електропередачі аналізується для таких характерних випадків ураження блискавкою:

- прямий удар в верхівку опори з аналізом умов зворотнього перекриття ізольованої підвіски фазного проводу (α_1);
- прямий удар в трос в середині прогону з аналізом умов імпульсного пробую повітряного проміжку трос–провід фази (α_2);
- прямий удар блискавки поза трос в фазний провід в середині прогону (α_3).

Фізичні основи і алгоритм визначення технічного показника ефективності грозозахисту повітряних ліній електропередачі розглядались в багатьох роботах [1,2,3] і результати підтверджені досвідом експлуатації. Недостатньо переконливі в цих роботах аналітичні залежності для визначення складової α_2 – питомої кількості очікуваних аварійних вимикань лінії за грозовий сезон від ударів блискавки в трос в середині прогону і критичного значення швидкості наростання струму блискавки на фронті аперіодичного імпульсу. В пропонуємії роботі дано більш чітке обґрунтування критичної величини цього параметру.

Запропонована методика визначення критичної швидкості наростання струму блискавки на фронті аперіодичного імпульсу, перевищення якої призводить до пробую повітряного проміжку між тросом і проводом в середині прогону.

Запропоновано аналітичну залежність, в якій враховані механічні розрахунки мінімальної відстані трос–провід фази в середині прогону при несинхронному розгойдуванні проводів.

Показано в математичній моделі, що критична швидкість наростання струму блискавки не залежить від відстані між сусідніми опорами лінії електропередачі, а залежить від коефіцієнту зв'язку трос–провід в динамічному режимі.

1. Александров Г.Н. Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды: [Учебное пособие для вузов]. – Л. : Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989. – 360 с. : ил. ISBN 5-283-04429-7.

2. Бошнякович А.Д. Расчет проводов подстанций и больших переходов ЛЭП / А.Д. Бошнякович. – Л. : «Энергия», 1975. – 248 с.

3. Техника высоких напряжений. Учебник для студентов электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / под общей ред. Д. В. Разевига. – М. : Энергия, 1976. – 488 с.

УДК 621.311

Сулейманов В. М., к.т.н., проф.; Баженов В. А., к.т.н., доц.; Кацадзе Т. Л., к.т.н., доц.

ПІДВИЩЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ НАДІЙНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ УСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

В статті представлена методика архівування та подальшого читання параметрів архівованих режимів електроенергетичних систем, що дозволяє суттєво підвищити розрахункову надійність моделювання переобтяжених режимів. Для пошуку найбільш близького до досліджуваного режиму в банку архівів розроблено математичну модель та алгоритм на базі математичного апарату штучних нейронних мереж Хопфілда.

Моделювання усталених режимів електроенергетичних систем складають більшу частину розрахунків як під час експлуатації та управління, так і під час проектування розвитку електроенергетичних систем. Сучасні програмні комплекси моделювання усталених (квазіусталених) режимів електроенергетичних систем, зазвичай, базуються на математичному апараті методу Ньютона, який є дуже чутливим до вибору початкових наближень невідомих. Тут, у разі розв'язання задач аналізу переобтяжених режимів, зображуючі точки яких знаходяться поблизу межі існування, задача вибору початкових наближень набуває особливої актуальності.

Суттєвого прискорення одиничних розрахунків усталених режимів електроенергетичних систем можна досягти за умови використання технології архівування та подальшого читання даних архівів зрізів режимів енергосистем, найбільш близьких до поточних досліджуваних.

Задачу пошуку режимного зрізу, максимально наближеного до поточної розрахункової схеми можна розглядати як задачу класифікації із використанням моделей асоціативної пам'яті.

Розв'язання зазначеної задачі реалізовано авторами із використанням математичного апарату штучних нейронних мереж Хопфілда. Така модель дозволяє організувати ефективний пошук в банку архівованих зрізів режимів, найближчі до поточних досліджуваних.

Застосування розробленої моделі асоціативної пам'яті проілюстровано на прикладі пошуку в банку архівованих зрізів режимів тестової схеми IEEE-30, що підтвердило ефективність запропонованого методу організації асоціативної пам'яті.

Сулейманов Віктор Миколайович – канд. техн. наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра електричних мереж та систем, професор кафедри, тел.: (044)-4068474

Баженов Володимир Андрійович – канд. техн. наук, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра електричних мереж та систем, доцент кафедри, e-mail: v_bazenov@ukr.net, тел.: (044)-4068418

Кацадзе Теймураз Луарсабович – канд. техн. наук, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра електричних мереж та систем, доцент кафедри, e-mail: teymuraz@ukr.net, тел.: (097)-4407634

УДК 621.316.13

Терешкевич Л.Б., к.т.н., доцент.; Бандура І.О., к.т.н.; Владико О.С.,
магістрант

ВНУТРІШНЄ СИМЕТРУВАННЯ У ВУЗЛАХ ПРИЄДНАННЯ ЛІНІЙ З ОДНОФАЗНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМ

Однією з актуальних задач в електроенергетиці є забезпечення якості електроенергії. Одним із показників якості електроенергії є несиметрія напруг, яка призводить до ряду небажаних явищ. Особливої уваги при вирішенні зазначеної задачі заслуговують способи, що не потребують для своєї реалізації суттєвих капітальних вкладень, серед яких – внутрішнє симетрування в усіх його реалізаціях. Застосування цього методу, який полягає в вирівнюванні завантаження фаз трифазної мережі за рахунок рівномірного розподілу однофазних навантажень між фазами, дозволяє іноді досягти бажаного результату без залучення симетруючих пристроїв, а відповідно, і додаткових капіталовкладень.

Складність розподілу однофазного навантаження між фазами у чотирипровідній мережі зумовлена низкою властивостей електроприймачів та особливостями їх роботи. До цих особливостей можна віднести: неоднорівність параметрів однофазних електроприймачів (коефіцієнти потужності, споживана потужність електроприймачів), різні за режимом роботи споживачі електроенергії (різні пускові струми електроприймачів та їх тривалість), різна тривалість роботи електроприймачів, динаміка електричного режиму (зміна параметрів режиму в часі), розосередження однофазних електроприймачів в розподільній мережі.

Однією з підзадач внутрішнього симетрування однофазних електроприймачів в розподільній мережі 0,4 кВ енергопостачальної організації є симетрування ліній з несиметричними навантаженнями при їх під'єднанні до збірних шин трансформаторної підстанції. Можна запропонувати середньозважений критерій для вирішення задачі внутрішнього симетрування ліній з однофазним навантаженням в чотирипровідній мережі – це сумарні додаткові втрати активної потужності, зумовлені несиметричним режимом. Сумарні додаткові втрати активної потужності дорівнюють $\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_2 + \Delta P_0$, де ΔP_2 ; ΔP_0 додаткові втрати потужності, зумовлені відповідно струмами зворотної та нульової послідовностей.

Динаміка електричного режиму може бути врахована, якщо за критерій оптимальності прийняти математичне очікування сумарних додаткових втрат активної потужності – $M(\Delta P_{\Sigma})$. Розроблено математичну модель, яка в комплексі з іншими моделями дозволить шляхом оптимального внутрішнього симетрування:

- групи однофазних електроприймачів при їх під'єднанні до одного вузла електричної мережі;
- групи однофазних електроприймачів при їх приєднанні до магістральної лінії 0,4 кВ;
- ліній, що під'єднані до трансформаторних підстанцій,

знизити несиметрію напруг в розподільних мережах, а також зменшити додаткові втрати активної потужності в мережі. Керуючі рішення з внутрішнього симетрування ліній, які приєднуються до збірних шин трансформаторної підстанції, можуть прийматися на основі вимірювань, здійснених за допомогою атестованого приладу “Метобокс 300 Smart А”. Ефективність практичного використання виконаних наукових робіт підтверджується розрахунками за результатами експериментальних досліджень, проведеними на реальному об'єкті, що експлуатується в одному з РЕМів ПАТ «Вінницяобленерго».

Тимохін О.В., ст. викл.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПО РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 0,4-10кВ

Розглянуто питання наявності паразитних бічних частот в сигналах, що використовуються в системах передачі інформації по розподільній електричній мережі (РЕМ) 0,4-10кВ. Запропоновано методику усунення паразитних бічних частот.

Ключові слова: передача інформації, модуляція, широкополосні сигнали, інтегровані системи керування.

Проведено аналіз сучасних систем передачі інформації по РЕМ 0,4-10кВ, який показав наявність бічних паразитних частот, які в сучасних системах передачі інформації по РЕМ 0,4-10кВ усуваються за рахунок фільтрів. Це в свою чергу призводить до спотворення інформаційних сигналів ще у передавачі, а відповідно до зменшення якості передачі інформаційних сигналів по РЕМ 0,4-10кВ.

Запропонована додаткова амплітудна модуляція сигналів функціями, що локалізовані як в частотній так і часовій площинах. Зокрема в якості функцій, що локалізовані як в частотній так і часовій площинах використано похідні функції Гауса. Запропоновано методику визначення часових та частотних меж інформаційних сигналів.

Запропонований метод дозволяє отримати інформаційні сигнали, енергія яких сконцентрована в певному діапазоні і більш рівномірно розподілена вздовж заданого діапазону частот. Даний метод також відповідно майже усуває бічні паразитні частоти, притаманні класичним інформаційним сигналам, що використовуються для передачі по РЕМ 0,4-10кВ.

Список літературних джерел

1. Пенін П.И. Системы передачи цифровой информации / Советское Радио – М.: 1976. – 365с.
2. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, искр. : Издательский дом "Вильямс", 2004. – 1104с.
3. А.С. Яндульский, О.В. Тимохин Обработка широкополосных сигналов в информационно-управляющих системах на основе каналов передачи данных по РЭС 0,4...10кВ Технічна електродинаміка №2. Тематичний випуск. Ч.3 – 2006. Силова електроніка та енергоефективність – 2006

Тимохін Олександр Вікторович – Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, старший викладач кафедри, тел/ф.: (044) 454-95-17,

e-mail: timohin@fea.kpi.ua

УДК 621.316

Фёдоров О.В., д.т.н., проф.; Малышев Ю.С., к.т.н.

**АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЛИЗОСТИ ДЛЯ
СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ**

Приводятся проблемы разработки и реализации систем автоматического управления судовыми электростанциями традиционными методами и способ их решения путем применения метода конструктивно-функциональной близости на основе применения булевой алгебры.

Ключевые слова: автоматическая система управления, логическая модель, судовая электростанция, структурирование объекта.

Судовая электростанция (СЭС) должна обеспечивать надежное и бесперебойное электроснабжение судна в любых условиях, в том числе при любых аварийных ситуациях, что связано с необходимостью обеспечения живучести судна. Для обеспечения надежного и бесперебойного электроснабжения необходимо повышать такие свойства надежности СЭС как безотказность и ремонтпригодность. Однако как показывает практика отказ системы автоматического управления (САУ) СЭС, не всегда может быть устранён судовым персоналом, тем более в случае отсутствия электротехнического персонала (электромехаников). Иногда это связано с отсутствием принципиальных схем и программного кода контроллеров в документации импортных САУ, а также применением различной элементной базы, в том числе с использованием импортных программируемых контроллеров различных типов (выпускаемых разными фирмами). В таких условиях ужесточаются требования к обеспечению повышенной надежности и аппаратурной унификации САУ СЭС. Однако САУ СЭС эксплуатируемых судов не являются унифицированными. Которые в основном привязаны к конкретным типам первичных двигателей, генераторам и их мощностям.

Обычно при делении на элементы структурных моделей используют принцип конструктивной близости, не учитывающий сигналы, передаваемые через конструктивный элемент, или принцип функциональной близости, заключающийся в том, что при определении внутреннего содержания объекта в нем собирают элементы, работающие на формирование общего выходного сигнала на одном выходе. При этом рассматриваются сигналы одной природы. Однако в комбинированных системах, какой является электрическая станция, наличие разнородных сигналов и конструктивное исполнение деталей и узлов в большинстве случаев не позволяет использовать отдельно принципы конструктивной и функциональной близости. Таким образом, для увеличения безотказности и ремонтпригодности СЭС целесообразно применять метод конструктивно-функциональной близости для структурирования систем при проектировании новых САУ СЭС. Метод конструктивно-функциональной близости предполагает конструктивное единство и разделение входных сигналов по функциональному назначению или физической природе сигналов.

На основании структурного анализа данным методом становится возможным синтезировать структурную модель судовой электростанции, описать сигналы различной природы и учесть очень слабые сигналы, проходящие через конструктивные элементы СЭС, что в конечном итоге предотвращает возникновение ряда ошибок и сокращает время восстановления при возникновении неисправности.

Вывод подтверждается статистическим анализом судовых журналов пассажирских теплоходов проектов 92 016 и Q 056 и сухогрузного теплохода проекта 576. Полная мощность генераторов установленных на теплоходах охватывает диапазон от 40 до 500 кВА, для одного электроагрегата. Исследования проведены в основных штатных режимах и с имитацией аварийных ситуаций. Согласно этому анализу, время восстановления СЭС снижается от 5 % до 25 % за счет сокращения времени поиска неисправности в результате применения САУ построенной по методу конструктивно-функциональной близости.

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

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОБУРІННЯ

Проблемою дослідження надійності роботи електробурового обладнання (ЕБО) є відсутність фіксованих вихідних даних про відмови його елементів. Це пояснюється не тільки скороченням відділів надійності ремонтно-експлуатаційних підприємств а й неефективним збором інформації про вдосконалення ЕБО під час експлуатації [1, 2].

В результаті дослідження експлуатаційної надійності встановлено, що найбільш пошкоджуваними є такі занурювальні елементи ЕБО як кабельна секція, пристрій контролю ізоляції, телеметрична система, обмотка статора занурювального двигуна. Це зумовлено надзвичайно складними умовами їх роботи у агресивному середовищі (промивній рідині), тобто високими температурі і тиску (до 150 °С і до 100 МПа відповідно), значній вібрації (амплітудою до 5 мм), наявності вільного абразиву, що суттєво збільшує пошкоджуваність, циклічний режим роботи ЕБО. На ЕБО діє комплекс об'єктивних і суб'єктивних факторів, які визначаються рівнем експлуатації. Тому основна задача у підвищенні і підтриманні експлуатаційної надійності ЕБО полягає в тому, щоб негативний вплив цих факторів на надійність звести до мінімуму [3].

Суттєвих результатів у підвищенні надійності ЕБО можливо досягнути у розробці заходів для по-елементного удосконалення ЕБО і його технічного діагностування. Заходи підвищення надійності ЕБО доцільно розробляти протягом таких періодів як конструювання, виробництво, монтаж і експлуатація. Враховуючи те, що для отримання нової повної і достовірної вихідної інформації про надійність ЕБО необхідний час, співрозмірний з тривалістю буріння кількох глибоких свердловин, потрібно одночасно вдосконалювати технічну діагностику елементів ЕБО [2].

Особливу увагу потрібно приділити нормуванню параметрів технічного стану для кожного типорозміру ЕЛБ.

Все занурювальне і частина наземного електрообладнання потрапляють під вплив комутаційних перенапруг. Останні сягають п'ятикратного значення від номінальної напруги ЕБО в момент його комутації під навантаженням. Це призводить до зниження стійкості ізоляції кабелю і як наслідок частих пробіїв кабельних секцій струмопроводу. Для зменшення величини комутаційних перенапруг найбільш доцільним є застосування спеціального занурювального обмежувача на основі нелінійних елементів – варисторів і лавинних діодів. Останній розміщується безпосередньо над ЕБО [1, 2].

З метою покращення показників надійності ЕБО необхідно: збільшувати рівень технічного обслуговування та підвищувати кваліфікацію ремонтного і обслуговуючого персоналу; проводити своєчасне і доброякісне виконання усіх профілактичних заходів на основі науково обґрунтованих методів; застосовувати нові способи транспортування, які виключають пошкодження обладнання; впроваджувати нові форми і системи оперативного обслуговування; вивчати і застосовувати сучасні методи захисту електрообладнання від факторів навколишнього середовища [2].

Список використаної літератури

1. Федорів М. Й., Галушак І. Д., Гладь І. В. / Модернізація системи електропостачання електробура на основі її математичної моделі / Тези III Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми економії енергії", м. Львів, 2001.
2. Федорів М.Й., Поточний А.І., Курта Є.І. Математичні моделі надійності функціонування основного електричного обладнання технологічних комплексів для електробуріння / Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Керування режимами роботи об'єктів електричних та електромеханічних систем 2011» (КРЕС-2011) секція "Електротехніка і енергетика". Випуск 11 (186), м. Донецьк, 2011 – с. 401-405.
3. Федорів М. Й., Гладь І. В. Аналіз надійності роботи електрообладнання системи електропостачання електробурів / Збірник праць 4 Міжнародної наукової конференції "Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств", м. Маріуполь, 2000.

УДК 519.8

Фесюк О.В., аспірант

WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ДОБОВОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОБЛОКІВ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ МАНЕВРЕНОСТІ

В роботі подана математична модель для знаходження оптимального добового погодинного завантаження енергоблоків з врахуванням їх маневреності та web-орієнтована система за допомогою якої здійснювався розв'язок поставленої задачі.

В работе представлена математическая модель для нахождения оптимальной суточной почасовой загрузки энергоблоков с учетом их маневренности и web-ориентированная система с помощью которой осуществлялось решение поставленной задачи.

Ключові слова: математичні моделі, оптимальне завантаження енергоблоків, маневреність, цілочислове лінійне програмування, web-орієнтована система, Gurobi.

За підтримку системи забезпечення функціонування Оптового ринку електричної енергії України (ОРЕ) відповідає Державне підприємство (ДП) “Енергоринок” [1], яке виконує щодобове погодинне планування режиму роботи ОЕС України за активною енергією та потужністю на основі оптимізації режимів роботи електростанцій, зовнішніх перетоків електроенергії, та поданого генкомпаніями ТЕС прогнозного обсягу споживання електроенергії на наступну добу. З інформації web-сайту ДП “Енергоринок” випливає, що інформаційно-контрольним функціям приділяється недостатньо уваги та не передбачено розв'язання оптимізаційних задач для вирішення задачі оптимального завантаження енергосистеми, зокрема з врахуванням маневреності. Аналіз роботи ОЕС України за відповідні періоди вказує на те, що актуальним є побудова математичної моделі для знаходження оптимального завантаження енергосистеми на плановий період з врахуванням маневреності та розробка web-орієнтованої системи для знаходження оптимального добового погодинного завантаження енергосистеми. Дана система розробляється на базі CMS Joomla з використанням мови програмування PHP і MySQL а за основу системи, як один із варіантів, взята математична модель, що описана далі.

Для знаходження оптимального завантаження енергоблоків в енергосистемі може бути використана математична модель [2, с. 6] у формі задачі лінійного програмування (ЛП), де цільова функція задає сумарні витрати умовного палива на вироблення електроенергії. ЛП-задача включає обмеження на “екологічність” енергосистеми, на план електричного навантаження енергосистеми та обмеження на електричне навантаження енергоблоків. В роботі [3] ЛП-задача розширена до задачі цілочислового лінійного програмування (ЦЛП), яка дозволяє задати обмеження на кількість годин роботи енергоблоку. Вона використовує булеві (0,1)–змінні, де булева змінна відповідає за включення/виключення енергоблоку. У даній роботі до ЦЛП-задачі додано лінійні обмеження, за допомогою яких моделюються негладкі обмеження на маневреність енергоблоків [2, с. 7].

Дана задача розглядалася для всієї ОЕС України із кількістю працюючих енергоблоків рівною 95 та добовим графіком планового завантаження за 14.03.2013. Для обмежень маневреності використовувалася зміна навантаження енергоблоків не більше, ніж на четверту частину різниці між максимальним і мінімальним їх навантаженням. Розв'язок задачі був отриманий використанням програми Gurobi для розв'язання задач ЦЛП, що входить до складу NEOS сервера [4]. Для цього web-орієнтована система автоматично генерує AMPL код та передає його до NEOS солвера. Результат представляється у вигляді окремої web-сторінки що містить текстову, табличну та графічну інформацію про вхідні та вихідні дані.

Список літератури

1. Web-сайт ДП “Енергоринок” [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://er.gov.ua>.
2. Стецюк П.І. Математичні моделі та програмне забезпечення в задачах енергетики / П.І. Стецюк, М.Г. Журбенко, О.П. Лиховид. – К.: ПП “Ательє “Поліграфічний комплекс”, 2012. – 64 с.
3. Лиховид О.П. Оптимальне завантаження енергосистеми з відключенням енергоблоків / О.П. Лиховид, О.В. Фесюк, А.В. Івлічев // Теорія оптимальних рішень. – Київ: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. – 2013. – С. 102–107.
4. Web-site of NEOS Server [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.neos-server.org/neos/>.

Халимов В.В.Ё к.т.н., доц.; Бурый С.В., магистр

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

Постановка задачи Среди проблем определения количества электроэнергии, потребляемой предприятием, одной из актуальных является совершенствование методов расчета необходимого количества электроэнергии и разработка новых методов прогнозирования электропотребления (ЭП), так как применяемые в настоящее время методы расчета ЭН дают значительную погрешность в сторону увеличения по сравнению с необходимым количеством электроэнергии. Это позволит более рационально использовать электрическую энергию в соответствии с требованиями закона об «Энергосбережении» и других нормативных документов.

Целью работы является разработка методов прогнозирования ЭП шахт и их структурных подразделений с заданной точностью в пределах и за пределами изменения влияющих факторов.

Описание исследования и основные результаты

В данной статье изложены:

- основные положения методики сбора и обработки экспериментальных данных;
- вычисления коэффициентов, характеризующих графики электропотребления предприятием и отдельных участков;
- построение регрессионных моделей для прогнозирования электропотребления в пределах изменения влияющих факторов, а также применения временных рядов для прогнозирования ЭП за границами интервалов изменения факторов;
- приведены примеры построения линейных многофакторных моделей с оценкой их параметров, и моделей на базе теории временных рядов.

Сделаны **выводы** об областях применения моделей для прогнозирования ЭП предприятий в целом.

УДК 681.587.72 П 71

Халімовський О.М., к. т. н., доц.; Чегел В.І. ь, к. ф.-м. н., с. н. с.;

Литвин В.К., асп.; Лопатинський А.М., н. с.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОШУКУ МАКСИМУМУ ІНТЕНСИВНОСТІ ФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО СИГНАЛУ ПРИ ТЕСТУВАННІ СТРУКТУР БІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для виконання досліджень при тестуванні біологічних матеріалів та наноструктур в автоматичному режимі пропонується застосування системи, що забезпечує виконання задачі вимірювання інтенсивності відбитого світла та пошуку кута падіння світла для максимальної інтенсивності флюоресцентного сигналу. Для виявлення та дослідження біологічних матеріалів, а також у медичній діагностиці широко використовуються оптичні методи на основі явища флюоресценції. При розробці та використанні оптичних пристроїв діагностики необхідно для забезпечення можливості реєстрації слабких оптичних сигналів підвищувати чутливість флюоресцентних методів. Використання методу поверхнево-підсиленої флюоресценції, який базується на використанні явища локалізованого поверхневого плазмонного резонансу, для забезпечення ефективного збудження флюоресценції потребує спеціальних умов освітлення зразка. Такі умови, зокрема, визначаються кутом падіння світла. Для автоматичного пошуку максимуму інтенсивності флюоресцентного сигналу зміною кута падіння світла розробляється система пошуку екстремуму з приводом на основі п'єзоелектричного двигуна. Вимірювання в режимі флюоресценції виконується шляхом опромінення лазером розчину барвника з довжиною хвилі збудження, що відповідає довжині хвилі лазерного випромінювача. Зміна кута падіння променя в процесі вимірювання забезпечується за допомогою зміни положення виконавчої частини п'єзоелектричного двигуна.

Застосування системи пошуку максимуму інтенсивності флюоресцентного сигналу за результатами моделювання дозволяє забезпечити необхідну точність вимірювання в автоматичному режимі.

УДК 621.311:681.3

Черненко П.О., д.т.н., проф.; Мартинюк О.В., к.т.н.**ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОРИГУВАННЯ МІСЯЧНОГО СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ В ЗАДАЧІ СЕРЕДНЬОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ**

Ключові слова: енергооб'єднання, споживання електроенергії, середньострокове прогнозування, уточнення прогнозу, середньодобова температура

Середньострокові прогнози споживання електроенергії на інтервал упередження від одного місяця до двох років необхідні для вирішення ряду технологічних задач планування режимів ОЕС України. Зокрема, для планування виробництва електроенергії, забезпечення електростанцій паливно-енергетичними ресурсами, створення графіків ремонту їх основного обладнання, планування режимів роботи ГЕС із водосховищами довготривалого регулювання, планування технологічних витрат електроенергії і т.ін. Підвищення точності середньострокового прогнозування суттєво залежить від точності урахування зовнішніх факторів, таких як температура повітря, об'єм споживання електроенергії енергоємними підприємствами. Оскільки отримати достовірні прогнози температури повітря на інтервал упередження більше тижня на сьогоднішній день неможливо, то в задачах середньострокового прогнозування, як правило, використовуються її середньо багаторічні показники. Останнім часом спостерігаються погодні умови із суттєвими відхиленнями метеорологічних показників від характерних для кліматичної зони України середньо багаторічних значень ((тепла осінь, пізня весна, спекотне літо). Це призводить до збільшення похибки середньострокового прогнозування споживання електроенергії, математичні моделі яких не враховують такі відхилення. Додатково на похибку середньострокового прогнозування місячного електроспоживання впливають також і нестабільні показники електричного навантаження енергоємних підприємств України, які залежать від кон'юнктури ринку їх продукції.

Одним із засобів підвищення точності прогнозування місячного електроспоживання є постійне уточнення його розрахунку з початком даного місяця. Такий підхід потенційно дозволяє враховувати не лише фактичні дані добового електроспоживання за дні, що вже минули, а також і відомі прогнози зовнішніх факторів, що впливають на ЕС. Вирішити вказану задачу можливо лише з використанням комбінації методів і алгоритмів короткострокового та середньострокового прогнозування споживання електроенергії.

До розробленого в Інституті електродинаміки програмного комплексу ретроспективного аналізу та середньострокового прогнозування включена програма уточнення попередньо виконаного прогнозу сумарного споживання електроенергії поточного місяця. Необхідність такого коригування обумовлена тим, що по сумарному споживанню електроенергії формуються план покриття, тобто визначається об'єм виробітку електроенергії за місяць по кожній електростанції НЕК «Укренерго». Уточнені значення місячного електроспоживання та план виробітку електроенергії по кожній електростанції передаються в ДП «Енергоринок» та НКРЕ.

Процедура уточнення споживання електроенергії поточного місяця враховує значення фактичного добового електроспоживання енергооб'єднання, фактичні та прогнозні значення середньодобової температури повітря, електроспоживання енергоємними підприємствами, внутрішньо місячний тренд температури повітря та тижневу циклічність добового споживання електроенергії ОЕС. Методика уточнення ґрунтується на розробленій адитивній математичній моделі місячного споживання електроенергії енергосистеми і побудована із використанням методів авто регресії та ковзного середнього, регресійних моделей впливу метеорологічних факторів. Проведені на реальних даних енергооб'єднання України багатоваріантні розрахунки підтверджують ефективність запропонованої методики уточнення прогнозу місячного споживання електроенергії енергооб'єднання.

Черненко П.О., д.т.н., проф.; Мартинюк О.В., к.т.н.; Мірошник В.О., аспірант
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОРОТКОСТРОКОВОГО
ПРОГНОЗУВАННЯ СУМАРНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
ЕНЕРГОСИСТЕМИ ШНМ ТИПУ БАГАТОШАРОВИЙ ПЕРСЕПТРОН

Ключові слова: короткострокове прогнозування, сумарне електричне навантаження, штучна нейронна мережа, регіональна енергосистема.

В практиці електроенергетичних систем (ЕЕС) найбільш часто розв'язується задача короткострокового прогнозування сумарного електричного навантаження (СЕН), за результатами якого вирішуються багато технологічних та економічних задач планування режимів ЕЕС. Актуальність цієї задачі посилюється у зв'язку з переходом об'єднаної електроенергетичної системи України від ринку єдиного покупця до ринку двосторонніх договорів та балансуєного ринку електричної енергії. Останнім часом для вирішення наведеної задачі використовується математичний апарат штучних нейронних мереж (ШНМ), зокрема мереж типу багатошаровий персептрон. Ці мережі характеризуються високою апроксимаційною здатністю. Однак, на сьогодні існує небагато праць, у яких наведено аналіз переваг та недоліків класичних і новітніх методів прогнозування СЕН, і ще менше – де проведено порівняння результатів прогнозування, що отримані різними методами із використанням єдиної вибірки вихідних даних

Метою даної роботи є порівняльний аналіз ефективності вирішення задачі короткострокового прогнозування СЕН ЕЕС із використанням ШНМ типу багатошаровий персептрон та за допомогою адитивної математичної моделі СЕН, що побудована на основі формалізованих методів статистичного та регресійного аналізу.

В результаті проведеного аналізу вихідної інформації сформовано розширені навчальні вибірки даних для штучної нейронної мережі, що дозволяють моделювати вплив на СЕН технологічних, метеорологічних та астрономічних факторів. Зокрема, в якості вихідної інформації використано погодинні показники температури повітря, враховані: ефект інерційності реакції СЕН на зміну температури повітря, вплив на СЕН типу погоди, тижнева, та річна періодичність добових графіків сумарного електричного навантаження. Визначено оптимальну архітектуру штучної нейронної мережі. Оцінка ефективності використаної ШНМ проводилася шляхом порівняння результатів, що отримані із використанням однакового набору вихідних даних на основі ШНМ та розробленої в Інституті електродинаміки НАН України адитивної математичної моделі (АММ) сумарного електричного навантаження ЕЕС (табл.1).

Таблиця 1.

Розподіл похибки прогнозування, $|dP|$, %, СЕН регіональної електроенергетичної системи України за її значенням. Інтервал упередження та загальний об'єм вибірки становить 168 годин.

ШНМ, %	АММ, %	$ dP $, %
37,5	32,7	$ dP \leq 1$
23,2	28,6	$1 < dP \leq 2$
19,0	16,7	$2 < dP \leq 3$
9,5	13,7	$3 < dP \leq 4$
3,6	6,0	$4 < dP \leq 5$
7,1	2,4	$5 < dP $

Проведені дослідження показали, що при прогнозуванні СЕН регіональної ЕЕС України адитивна математична модель близька за середньою точністю прогнозування до моделі на основі ШНМ (МАРЕ АММ = 1.9%; МАРЕ ШНМ = 2.0%), однак забезпечує стабільніші результати. Суттєвим недоліком ШНМ типу багатошаровий персептрон є наявність значної кількості похибок, які перевищують 5%, що не відповідає вимогам експлуатації ЕЕС. Найбільші похибки моделі на основі ШНМ припадають на вихідні дні, що свідчить про недостатнє врахування нейронною мережею тижневої нерівномірності СЕН ЕЕС. Однак, у зв'язку із наявністю великої кількості готових програмних рішень, беззаперечною перевагою методу прогнозування СЕН ЕЕС на основі штучних нейронних мереж є простота їх побудови та практичного використання.

Чибеліс В.І., к.т.н., доц., Білецький О.О., аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ ЄМНОСТІ І ПОСЛІДОВНОГО ОПОРУ СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ

Вступ. Стабільний ріст попиту на електромобілі стимулює розробку сучасних потужних перезаряджувальних джерел живлення [1], які придатні швидко накопичувати і з оптимальним коефіцієнтом корисної дії віддавати енергію потужними імпульсами. Найбільш пристосованими серед таких джерел є суперконденсатори (ультраконденсатори). Ультраконденсатори можуть накопичувати або віддавати енергію за своїми питомими характеристиками порядку декількох ват-годин на кілограм, але при цьому при потужності порядку декількох кіловат на кілограм з високим значенням ККД [2], що суттєво розширює можливість застосування суперконденсаторів в електротехнологічних процесах. В реальних системах напруга і частота змінюються в широких межах. Метою дослідження є реалізація більш загальної моделі ультраконденсатора для оцінки залежності ємності і послідовного опору від прикладеної напруги і частоти, що реалізована на базі сучасного пакету прикладних програм.

Матеріали дослідження. Представлено ємність суперконденсатора як сума постійної і залежної від напруги складової. Для дослідження залежності характеристик суперконденсатора від напруги і частоти побудовано модель для динамічного аналізу, що складається з десяти шарів [3]. Кожен шар визначається для десяти різних типів поверхні, що сприяють ємності. Шляхом моделювання системи продемонстровано закономірності зміни параметрів при імпедансній спектроскопії в діапазоні частоти до тисячі Гц.

Висновки. Побудовано уточнену модель ультраконденсатора з використанням сучасних можливостей пакету прикладних програм, на основі інформації про параметри різних шарів структури. Отримані результати підтверджують експериментальні дані [4] щодо зменшення ємності і послідовного опору зі збільшенням частоти. Показано, що при високій частоті значення ємності не змінюється з прикладеною напругою. Дана модель може бути доповнена і розширена з урахуванням температурної залежності параметрів суперконденсатора.

Література

1. А.К. Шидловский, В.Б. Павлов, А.В. Попов Применение суперконденсаторов в автономном аккумуляторном транспорте//Технічна електродинаміка, № 4, 2008, С. 43-47.
2. Изотов В.Ю. Залежність інтегральної ємності конденсаторів подвійного електричного шару від потенціалу//Наукові вісті НТУУ “КПІ”. — 2011. — № 3. — С. 119–122., укр., Іл. 1. Табл.
1. Бібліогр.: 6 назв.
3. F. Belhachemi, S. Rael, B. Davat, A physical based model of power electric double-layer supercapacitors// IEEE-IAS'00, Roma 2000.
4. E.Harzfeld, R.Gallay, M. Hahn Capacitance and Series Resistance determination in high power ultracapacitors//Maxwell Proceeding, Belfort, 2004.

Шевченко С.Ю., к.т.н., проф.; Довгалюк О.М., к.т.н., доц.; Піротті О.Є., к.т.н., доц.;

Єрмоленко Б.Ф.

ЗАСТОСУВАННЯ ОБМЕЖУВАЧІВ ПЕРЕНАПРУГ ДЛЯ ЗАХИСТУ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

Сучасні розподільчі електричні мережі включають значну кількість кабельних ліній (КЛ), які являють собою складні інженерні споруди, розташовані на значній території. На сьогоднішній день силові кабелі характеризуються досить складною конструкцією та великою вартістю. Протягом терміну експлуатації вони неодноразово наражаються на дію різних за природою перенапруг, які за характером можна розділити на атмосферні, що виникають при дії на мережу атмосферної електрики, та внутрішні, до яких відносяться комутаційні, стаціонарні й квазістаціонарні перенапруги. Це викликає необхідність їх захисту від подібних впливів. Захист КЛ від перенапруг є однією з важливих задач, оскільки їх пошкодження призводить до значних матеріальних збитків, достатньо складного й дорогого ремонту.

Основним видом захисних апаратів, що застосовуються в кабельних мережах 6-35 кВ, є обмежувачі перенапруги (ОПН), це пов'язано з тим, що на сьогодні практично припинено виготовлення вентильних розрядників, а нормативні документи рекомендують застосовувати для захисту КЛ виключно ОПН. Сучасні нормативні документи містять окремі рекомендації щодо захисту КЛ від перенапруг, проте чітко сформульовані правила вибору та експлуатації ОПН в кабельних мережах на цей час відсутні та не знаходять достатнього відображення в нормативних документах. У зв'язку з цим розглянемо основні вимоги щодо застосування ОПН для захисту КЛ.

Для застосування ОПН з метою надійного захисту КЛ необхідно вирішити такі завдання:

- ОПН має обмежувати комутаційні та грозові перенапруги до значень, за яких буде забезпечено надійну роботу ізоляції КЛ протягом всього терміну служби ОПН;
- ОПН має надійно працювати без руйнування та зниження параметрів під час неперервного впливу тривалих робочих напруг, тимчасових підвищень напруг в робочих режимах, а також квазістаціонарних (усталених) перенапруг в умовах робочих і аварійних комутацій;
- ОПН повинен бути вибухобезпечний при протіканні струмів короткого замикання (КЗ) внаслідок внутрішніх пошкоджень;
- ОПН повинен відповідати механічним та кліматичним умовам експлуатації.

Для вирішення цих завдань необхідно виконати: вибір найбільшої робочої напруги ОПН ($U_{нро}$); уточнення вибору $U_{нро}$, якщо в мережі можливі тривалі підвищення напруги понад нормоване значення найбільшої робочої напруги мережі; вибір номінального розрядного струму (I_n); вибір питомої енергоємності ($W_{тут}$) і струму пропускної здатності ОПН (I_{2000}); вибір залишкових напруг ОПН для захисту від комутаційних та грозових перенапруг; вибір ОПН за умовами забезпечення вибухобезпечності; вибір ОПН залежно від умов експлуатації; вибір місця встановлення ОПН.

Електричні мережі України 6-35 кВ працюють з ізольованою нейтраллю та мають в своєму складі як КЛ, так і повітряні лінії (ПЛ) електропередачі. Основними небезпечними впливами в таких мережах є грозові перенапруги, які обумовлюють величину необхідної ізоляції мережі. Величини амплітуд комутаційних та квазістаціонарних перенапруг істотно не впливають на цей параметр мережі. Істотною відмінністю між електричними параметрами ПЛ і кабелів є їх хвильовий опір, значення якого для ПЛ складають приблизно від 300 до 450 Ом, а для кабелів – в діапазоні від 20 до 60 Ом. Перш за все, це розходження служить причиною зменшення величини пікових значень грозових перенапруг, як тільки його хвиля досягає КЛ. Значною відмінністю КЛ є те, що пікове значення перенапруги в кабелі зростає поступово за рахунок багатократних відображень падаючої хвилі від кінців кабелю, що слід враховувати при захисті КЛ.

Всі рекомендації щодо захисту КЛ від перенапруг розглядають тільки випадок, коли КЛ приєднана до ПЛ або до шин підстанції, до яких приєднана ПЛ, і зовсім не аналізуються випадки захисту суто кабельної мережі. Проведені кафедрою передачі електричної енергії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» дослідження показали, що установка ОПН в кабельних мережах може істотно знизити ймовірність групового виходу з ладу КЛ. Відбувається це в силу того, що хоча ОПН і не призначені для поглинання квазістаціонарних перенапруг вони можуть їх обмежити при правильному виборі їх параметрів і місць встановлення.

В роботі розглянуто декілька способів застосування ОПН для захисту КЛ від зовнішніх впливів та його успішної роботи при квазістаціонарних перенапругах.

УДК 621.311

Шулє Ю. А., к.т.н.; Девятко М. В., к.т.н.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID ТА ШЛЯХ ДО ЕФЕКТИВНОГО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

На сьогоднішній день географічні інформаційні системи (ГІС) – це засіб управління, комунікації, аналізу, інтеграції даних та підтримки рішень. Геоінформаційні системи в електроенергетиці давно набули поширення і отримали статус інфраструктурної технології. Це пов'язано з тим, що майже вся інформація, яка використовується на електроенергетичних підприємствах, має просторову прив'язку у зв'язку з географічно розподіленою природою електричних мереж та інфраструктури. В загальному ГІС електроенергетики – інформаційний ресурс, що об'єднує різноманітні картографічні матеріали, космічні знімки, векторні шари, бази даних, має широкі функціональні можливості (збір, зберігання, об'єднання, обробка, складні обчислення, візуалізація та аналіз географічно кодованої інформації) і доступна по локальній мережі або через мережу Інтернет. ГІС, як службова підсистема, має спеціальні картографічні матеріали (лінії електропередач, кабельні лінії, підстанції і їх бази даних, кадастрові ділянки, інші об'єкти електроенергетики), що дозволяє приймати ефективні управлінські рішення і здійснювати контроль їх виконання засобами GPS та відеомоніторингу.

ГІС в електроенергетиці може використовуватись як інструмент реалізації концепції Smart Grid, що передбачає об'єднання енергетичної мережі, споживачів і постачальників електроенергії в єдину автоматизовану систему, яка в реальному часі дозволяє відстежувати і контролювати режими роботи кожного з компонентів мережі. Причому в даній системі повинен бути налагоджений ефективний двосторонній зв'язок між споживачами і енергосистемою. Саме тому з'являється можливість поєднання геоінформаційної системи з концепцією Smart Grid та отримання енергозберігаючого ефекту.

Щур І.З., д.т.н., проф.; Білецький Ю.О., аспірант

ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЕНЕРГОФОРМУЮЧЕ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВІТРОЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ

Для оптимального керування електричним навантаженням автономної вітроелектроустановки (ВЕУ) з вертикальною віссю обертання (ВВО), з метою отримання максимальної потужності від вітру, розроблено систему енергоформуючого керування, яка на турбулентних вітрах повинна працювати з оптимальною швидкістю. Проте для енергоефективного варіанту такої ВЕУ з вітроротором, що працює на підйомній силі вітру, постає проблема його запуску, а також зміни стратегії керування на поривчастих вітрах. З цією метою запропоновано, розроблено та досліджено шляхом комп'ютерного симулювання три варіанти системи поліфункціонального енергоформуючого керування (СПЕФК) роботою ВЕУ з ВВО: з точним давачем швидкості вітру – для здійснення найбільш точного керування та електричного запуску ВЕУ; з індикаторним давачем швидкості вітру – тільки для електричного запуску ВЕУ; без давача вітру – для ВЕУ з ВВО, у яких забезпечується самозапуск. Запропоновані СПЕФК напрямлені на вирішення наведених нижче проблем.

Найбільшою проблемою вказаних ВЕУ з ВВО є запуск. При здійсненні електричного запуску з використанням генератора як двигуна або електричному форсуванні самозапуску система вирішує питання: який потрібно формувати пусковий момент; чи це випадковий порив вітру, яким потрібно знехтувати, чи зростаюча середня швидкість вітру.

Іншою проблемою є робота на поривчастих вітрах. Тоді виникає постійне перемикання в роботі ВЕУ між режимом генерування, що може призвести до повної зупинки ротора, і режимом розгону, що є енергозатратним. У таких випадках СПЕФК визначає, коли потрібно призупинити відбір енергії, і чекає, поки швидкість вітру знову не зросте.

На турбулентних вітрах виникає проблема оптимальної швидкодії роботи ВЕУ, яка теж вирішується СПЕФК.

Ще однією проблемою є надмірний розгін вітроротора за умови, коли швидкість вітру є надто малою, щоб система розпочала відбір енергії, однак достатньою для подолання сили тертя. У таких випадках СПЕФК періодично навантажує генератор, корисно використовуючи запасену вітроротором кінетичну енергію.

Таким чином, розроблена СПЕФК ВЕУ забезпечує селективний відбір енергії, виходячи з аналізу частоти обертання генератора, поточної швидкості вітру та зміни швидкості вітру протягом останнього часу, а також роботу в режимі оптимальної, з точки зору максимуму відбору енергії, швидкодії.

УДК 621.311

Ягуп В.Г., д.т.н., проф.; Ягуп К.В., к.т.н., доц.**ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ АСИНХРОННОГО
ДВИГУНА В УМОВАХ НЕСИМЕТРІЇ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Асинхронні двигуни є надзвичайно поширеними споживачами електричної енергії. Вони широко застосовуються для електропривода механізмів в промисловості і сільському господарстві. Робота асинхронних двигунів супроводжується споживанням реактивної потужності, що знижує коефіцієнт потужності в електричних мережах та призводить до зростання втрат електричної енергії. Нерівномірність навантаження фаз системи електропостачання викликає несиметрію живлячої напруги. За цих умов виникають складові зворотної послідовності, що впливають на електромеханічні процеси і втрати в самому двигуні.[1]. Тому питання оптимізації режимів електропостачання асинхронних двигунів є достатньо актуальними, особливо для електричних систем сільського господарства.

В доповіді поставлено метою дослідження режимів живлення асинхронного двигуна від системи з несиметрією напруг. Дослідження проводиться на SPS-моделі системи електропостачання. Застосовується метод пошукової оптимізації [2], який показав свою дієвість при дослідженні системи електропостачання зі статичним несиметричним навантаженням і компенсацією в ній реактивної потужності за допомогою батареї конденсаторів. У випадку наявності несиметрії системи живлення за допомогою означеного метода була досягнута повна компенсація реактивної потужності в системі живлення асинхронного двигуна, що супроводжується також симетризацією живлячих струмів системи електропостачання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода. –К.: Кондор, 2005. – 408 с.
2. Ягуп В.Г., Ягуп Е.В. Расчет режима компенсации реактивной мощности в несимметричной системе электроснабжения методом поисковой оптимизации. – Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика». Вип.. 11(186). – Донецьк, 2011.-С.449-454.

УДК 621.311.07

Яндульський О.С., д.т.н., проф.; Марченко А.А., к.т.н., доц.; Нестерко А.Б., асистент
ЛОКАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ В
ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ

Анотація – Розглянуто питання інтеграції розосереджених джерел енергії до контуру керування системи автоматичного регулювання частоти та потужності (САРЧП). Розроблено модель регіонального регулятора частоти та потужності. Досліджено ефективність використання розосереджених джерел енергії (РДЕ) у процесі оперативного керування режимом електроенергетичної системи.

Аннотация – Рассмотрены вопросы интеграции рассредоточенных источников энергии в контур управления системы автоматического регулирования частоты и мощности (САРЧМ). Разработана модель регионального регулятора частоты и мощности. Исследована эффективность использования распределенных источников энергии (РИЭ) в процессе оперативного управления режимом электроэнергетической системы.

Abstract – The problem of integration distributed energy to the automatic generation control (AGC) control scheme was analyzed. The model of regional regulator frequency and power was developed. The efficiency of the use of distributed energy resources (DER) in the operational management mode electric power system was investigated.

Ключові слова: регулювання частоти та активної потужності, розосереджені джерела енергії, математична модель, регіональний контролер, резерви потужності.

Показана актуальність інтеграції розосереджених джерел енергії в контур системи керування частотою та активною потужністю. Запропонована модель регіонального контролера частоти та активної потужності.

З використанням розробленої моделі регіонального контролера проведені дослідження взаємодії САРЧП системного та локального рівнів у перехідних режимах. Запропоновано ієрархічну структуру керування. У використаних підходах враховано технологічні та економічні обмеження роботи РДЕ.

Аналіз проведених досліджень показав, що використання РДЕ у перехідних режимах дає змогу збільшити оперативні резерви потужності енергосистеми. Отримані результати свідчать про суттєві відмінності у критеріях ефективної роботи САРЧП системного та локального рівнів.

Список літературних джерел

1. Кириленко А.В., Яндульський А.С., Небрат Е.В. Моделирование системы автоматического регулирования частоты и активной мощности в энергосистеме Украины. // Технічна електродинаміка. – 2000. – № 1. – С. 99-102.
2. A. Madureira, C. Moreira, and J. A. P. Lopes, "Secondary load-frequency control for microgrids in islanded operation," in Proc. Int. Conf. Renewable Energy Power Quality, Spain, 2005.
3. Ken Dragoon, Adam Schumaker. "Solar PV Variability and Grid Integration", Renewable Northwest Project, 2010.
4. H. Bevrani, A. Ghosh, and G. Ledwich, "Renewable energy sources and frequency regulation: Survey and new perspectives," IET Renew. Power Gener., vol. 4, no. 5, pp. 438–457, Sep. 2010.
5. Chuvychin, Vladimir, Antans Sauhats, and Vadims Strelkovs. "Problems of frequency control in the power system with massive penetration of distributed generation." 8th International Conference "Control of power systems". Vol. 8. 2008.

Яндульський Олександр Станіславович – д.т.н., професор, Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, декан факультету електроенерготехніки та автоматики, тел.: (044) 236-41-11.

Марченко Анатолій Андрійович – к.т.н., доц., Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, доцент кафедри, тел.: (044) 454-93-08.

Нестерко Артем Борисович – Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, асистент кафедри, тел/ф.: (044) 406-82-36, e-mail: nesterko@fea.kpi.ua.

Яндульский О.С., д.т.н., проф.; Марченко А.А., к.т.н., доц.; Хлистов В.М.

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ТРАНСФОРМАТОРА

Анотація – Розглянуті питання моделювання мікропроцесорного диференційного захисту силового трансформатора в середовищі програмного забезпечення Matlab. Проведені дослідження працездатності моделі в характерних режимах роботи трансформатора: нормальний, к.з. (внутрішнє, зовнішнє), вмикання під напругу, вмикання на к.з. Модель корисна на різних стадіях побудови цифрового диференційного захисту трансформатора: розробка, експлуатація, навчання.

Анотация – Рассмотрены вопросы моделирования микропроцессорной дифференциальной защиты силового трансформатора в среде программного обеспечения Matlab. Проведены исследования работоспособности модели в характерных режимах работы трансформатора : нормальный, к.з. (внутреннее, внешнее), включение под напряжение, включение на к.з. Модель полезна на разных стадиях построения цифровой дифференциальной защиты трансформатора : разработка, эксплуатация, обучение.

Abstract: The questions of design of microprocessor differential protection of power transformer in the environment of Matlab software are considered. Undertaken studies of model capacity in the characteristic modes of operations of transformer : normal, short circuit (internal, external), including under tension, including on a short circuit. A model is useful on the different stages of construction of digital differential defence of transformer : development, exploitation, studies.

Ключові слова: мікропроцесорний диференційний захист трансформатора, моделювання захисту, гальмівна характеристика, гальмівний та диференційний струми, струми короткого замикання.

Запропонована модель цифрового диференційного захисту силового трансформатора реалізована стандартними блоками середовища Matlab на основі гальмівної характеристики та алгоритму роботи терміналу Seram T87. Особливістю моделі захисту є можливість її інтегрування в модель трансформатора (мережі), що дозволяє одночасно досліджувати як режим роботи трансформатора (первинне коло), так і відповідну реакцію захисту (вторинне коло) в різних режимах, при різних координатах гальмівної характеристики.

Аналіз отриманих осцилограм гальмівного та диференційного струмів в характерних режимах (нормальний, к.з., кидок струму намагнічування), гармонічний аналіз та часові діаграми спрацювання елементів моделі підтвердили працездатність моделі та її адекватність відповідним діям реального диференційного реле.

Модель доцільна для перевірки роботи цифрового диференційного захисту трансформатора, вибору оптимальної форми гальмівної характеристики та уточнення уставок при можливих змінах конфігурації мережі та режимів і характеристик трансформатора, що дозволяє підвищити ефективність захисту трансформатора.

Список літературних джерел

4. Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.
5. Методика расчета уставок дифференциальной защиты трансформаторов. Seram T87. Выпуск №9. – Shneider Electric, 2007. -16с.
6. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – СПб.: Питер, 2008. -288 с.

Яндульський Олександр Станіславович – д.т.н., професор, Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, декан факультету електроенерготехніки та автоматики, тел.: (044) 236-41-11.

Марченко Анатолій Андрійович – к.т.н., доцент, Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, доцент кафедри, тел.: (044) 454-93-08.

Хлистов Валерій Михайлович – Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, старший викладач кафедри, тел.: (044) 454-93-08. E-mail: khlystov@ukr.net

АНАЛІЗ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ВИНИКНЕННІ ЗБУРЕНЬ В СИСТЕМОУТВОРЮЮЧІЙ МЕРЕЖІ ОЕС УКРАЇНИ

Анотація – Розглянуті питання виникнення низькочастотних коливань перетоків потужності по внутрішніх та міждержавних лініях електропередачі ОЕС України. Проведені дослідження ідентифікації домінуючих низькочастотних коливань потужності для випадків порушення балансу в ОЕС України, або виникненні значних збурень в системоутворюючій мережі ОЕС України шляхом обробки синхронізованих вимірів режимних параметрів з електровимірювальних реєструючих приладів «Регіна-Ч». Проаналізовано основні властивості виявлених низькочастотних коливань потужності та запропоновані рекомендації щодо зниження їх впливу на режими роботи енергосистеми.

Аннотация – Рассмотрены вопросы возникновения низкочастотных колебаний перетоков мощности по внутренним и межгосударственным линиям электропередач ОЭС Украины. Проведенные исследования идентификации доминирующих низкочастотных колебаний мощности для случаев возникновения значительных возмущений в системообразующей сети ОЭС Украины путем обработки синхронизированных измерений параметров. Проанализированы основные свойства обнаруженных низкочастотных колебаний мощности и предложены рекомендации по снижению их влияния на режимы работы энергосистемы.

Abstract: This paper describes the identifying modes of oscillations in interconnected power systems by means of using recordings of a Wide Area Measuring System. Data streams from the Phasor Measurement Units were used to calculate and display information about accidents in off-time. To detect the dominant oscillation frequency, the Fast Fourier Transform is applied. Several WAMS recordings were analyzed using an offered algorithm. Results of analysis of basic properties frequency oscillations are presented in the article.

Ключові слова: низькочастотні коливання, система моніторингу перехідних режимів, спектральний аналіз, демпфування.

Показана актуальність дослідження низькочастотних коливань потужності в умовах впровадження нових інформаційних технологій та систем моніторингу перехідних режимів, які створили нові можливості виявлення даних коливань як в режимі off – line, так і в on-line режимі.

Розроблений алгоритм ідентифікації низькочастотних коливань потужності шляхом обробки синхронізованих вимірів «Регіна-Ч», встановлених на енергооб'єктах ОЕС України, при використанні спектрального аналізу. Проаналізовано основні властивості виявлених низькочастотних коливань потужності при виникненні збурень різної величини в системоутворюючій мережі ОЕС України, загальні чинники, які впливають на їх характеристики та ступінь небезпеки з точки зору розгойдування режиму системи і порушення коливальної стійкості. На основі отриманих результатів запропоновані рекомендації щодо зменшення впливу низькочастотних коливань на режими роботи енергосистем.

Список літературних джерел

1. Буткевич О. Ф. Деякі аспекти моніторингу низькочастотних коливань режимних параметрів енергооб'єднань / О. Ф. Буткевич, В. В. Чижевський // Праці Інституту електродинаміки НАН України : зб. наук. праць. Спец. вип. — 2010. — С. 72—77.
2. D. Wilson, K. Hay, Identifying sources of damping issues in the Icelandic power system, 16th PSCC, Glasgow, Scotland, July 14-18, 2008. — 8p.
3. P. McNabb, Dynamic Model Validation of the Icelandic Power System using WAMS-based Measurement of Oscillatory Stability, PSCC, Glasgow UK, July 2008. — 7p.
4. PhasorPoint Solutions Applications [Електрон. ресурс]. — Режим доступу: <http://www.psymetrix.com>, 2012.

Яндульський Олександр Станіславович – д.т.н., професор, Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, декан факультету електроенерготехніки та автоматики, тел.: (044) 236-41-11, e-mail: fea@kpi.ua.

Мацейко Віталія Вікторівна – аспірант, Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, асистент кафедри, тел.: (044) 406-86-14, e-mail: Vitaliya_M@i.ua.

ПІДХОДИ ДО ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

При інтеграції джерел розосередженої генерації (ДРГ) в розподільні електричні мережі (РЕМ) актуальним стає питання оптимального керування режимами таких мереж, зокрема, регулювання напруги при зміні навантаження та генерації в електричній системі.

Значення напруги, як одного з основних показників якості електроенергії в розподільній електричній мережі, регламентується ГОСТом 13109-97. Щодо ДРГ, то у вимогах зазначено, що у нормальному режимі для підтримки напруги в допустимих межах можуть застосовуватись самі вітрові та фотоелектричні станції або додаткові компенсуючі пристрої. В аварійному режимі (КЗ) ДРГ повинне залишатися в роботі протягом 0,5 с, а після періоду регулювання відновити нормальну потужність генерації не пізніше, ніж через 5 с після того, як режимні параметри в точці підключення повернуться в норму. У післяаварійному режимі відбувається включення ДРГ через 3 хв. після того, як напруга буде повністю відновлена.

Серед підходів до оптимізації режимів РЕМ з ДРГ можна виділити декілька напрямків: мінімізація втрат потужності при функціонування ДРГ у складі ЕМ [1-2], максимізація потужності ДРГ, тобто надходжень від реалізації його електроенергії [3-5], мінімізація величини зменшення вихідної потужності ДРГ.

У наведених роботах в основному розглядаються ДРГ з передбачуваним характером генерації (наприклад, малі ГЕС), лише в [6] мають місце умовно керовані ДРГ – ВЕС та СЕС, генерація яких подається у вигляді математичного очікування. З бурхливим розвитком вітрової та сонячної енергетики на території України важливо приділити увагу оптимальному регулюванню напруги в РЕМ з електростанціями саме такого типу.

Загалом в роботах [2-5] цільові функції представлені у загальному вигляді для різних режимів роботи РЕМ, тому доцільно розглянути підходи до оптимізації регулювання напруги в нормальному, передаварійному та післяаварійному режимах окремо. Також важливо врахувати погіршення якості електроенергії через відхилення напруги. Може виникнути ситуація відмови засобів регулювання напруги в РЕМ, що також повинно бути враховано при формуванні цільової функції.

1. Баасан Б.У. Методы комплексного исследования нормальных и послеаварийных режимов систем электроснабжения с распределенной генерацией: дис. к.т.н.: 05.14.02 / Баасан Бат-Ундрал. – И., 2009. – 118 с.
2. Albert Y.S. Lam. Optimal Distributed Voltage Regulation in Power Distribution Networks / Albert Y.S. Lam, Baosen Zhang, Alejandro Dominguez-Garcia, David Tse // IEEE Transaction on Power Systems. – 2012. - Vol. 56, № 4. – P.1-24.
3. Нікіторович О.В. Оптимізація роботи малих ГЕС з асинхронними генераторами та їх вплив на режими електричних мереж: дис. к.т.н.: 05.14.02 / Нікіторович Олександр Володимирович. – В., 2009. – 181 с.
4. Кулик В.В. Оптимальне керування розосередженими джерелами електроенергії з асинхронними генераторами засобами SMART GRID / В.В.Кулик, Т.Є.Магас, Ю.В.Малогулко // Наукові праці ВНТУ. Енергетика та електротехніка. – 2011. – №4. – С.1-6.
5. Лежнюк П.Д. Оптимальне керування розосередженими джерелами енергії в локальній електричній мережі / П.Д.Лежнюк, В.В.Кулик, О.А.Ковальчук // Праці ІЕД НАНУ. Спеціальний випуск. – 2011. – №. – С.48-55.

УДК 621.316

Яндульский О.С., д.т.н., проф., Марченко А.А., к.т.н., доц., Гулий В.С.**МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІТРОТУРБИНОЮ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРА**

Анотація – Наведено систему лінійних диференціальних рівнянь для моделювання автоматичного регулювання кутової швидкості ротора вітрогенератора з урахуванням впливу швидкості вітру, потужності навантаження і часу запізнення по регулюванню. Розроблена комп'ютерна модель системи. Виконано оптимізацію коефіцієнтів ПІД регулятора з використанням об'єктно-орієнтованої бібліотеки нелінійних систем середовища Matlab, яка дозволяє знайти параметри регулятора, що відповідають критерію оптимальності.

Аннотация – Приведена система линейных дифференциальных уравнений для моделирования автоматического регулирования угловой скорости ротора ветротурбины с учетом влияния скорости ветра, мощности нагрузки и времени запаздывания по регулированию. Разработана компьютерная модель системы. Выполнена оптимизация коэффициентов ПИД регулятора с использованием объектно-ориентированной библиотеки нелинейных систем среды Matlab, которая позволяет найти параметры регулятора, отвечающих критерию оптимальности.

Abstract: Shows the system of linear differential equations for modeling of automatic control of the rotor angular speed wind turbine with the influence of wind speed, load power and time delay to regulation. Worked out computer model of the system. Optimization of PID controller coefficients using object-oriented library of nonlinear systems environment Matlab, which allows you to find the controller parameters that meet the criterion of optimality.

Ключові слова: автоматичного регулювання, математична модель, оптимізація, моделювання, вітроенергетична установка.

Показана актуальність робіт по вдосконаленню систем управління для альтернативних джерел енергії, на фоні постійного підвищення цін на природне паливо.

З використанням розробленої моделі виконано моделювання системи автоматичного регулювання кутової швидкості ротора вітрогенератора з урахуванням впливу швидкості вітру, потужності навантаження і часу запізнення по регулюванню. Виконано оптимізацію налаштувань ПІД регулятора системи.

Отримані результати ілюструють доцільність використання оптимізації параметрів ПІД регулятора системи автоматичного регулювання, які впливають на показники якості перехідних процесів регулювання.

Список літературних джерел

1. Кривцов В.С. Невичерпна енергія: підручник. Кн. 2. Вітроенергетика / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.І. Яковлев. - Харків: Вид-во Нац. аерокосмічного ун-ту. «ХАІ», Севастополь: Севастополь. нац. техн. ун-т, 2004. - 519 с.
2. Буяльский В.И. К вопросу оценки параметра времени включения двигателя привода питча для ветротурбины USW56-100 / В.И. Буяльский // Вісник СевНТУ Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб.наук. пр. - Севастополь, 2010. — Вип. 106. - С 114-119.
3. Резван В. Абсолютная устойчивость автоматических систем с запаздыванием / В. Резван; под. ред. В.А. Якубовича; с доп. А.П. Лихтарникова, В.А. Якубовича. - М.: Наука, 1983. - 256 с.
4. Веремей Е. И. Пособие " Nonlinear Control Design Blockset " [Електронний ресурс] / Е. И. Веремей, С. В. Погосев. - Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/nonlinecondes/book1/preface.php>

ДО ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ

Високовольтні вимикачі відносяться до основного обладнання енергосистеми, яким здійснюється керування перетоками потужності. Їх технічний стан має підтримуватись персоналом на належному рівні задля забезпечення відповідної надійності їх роботи. Зазвичай для цього обладнання періодично виводять з експлуатації, роблять контрольні перевірки та випробування, візуальний огляд. Такий підхід до визначення технічного стану не відповідає рівню, який можливо отримати з використанням сучасних методів та технологій. Навіть за використання сучасних приладів типу ТМ1600/МА61, ПКВ/М7, ПКВ/УЗ вимикач необхідно вивести з експлуатації, провести розміщення та підключення датчиків вимірювального пристрою, що виключає можливість безперервного контролю роботи високовольтного вимикача в процесі експлуатації. Застосування нових підходів на основі вимірювання параметрів під час робочих циклів вимикача в процесі безпосередньої експлуатації дозволить вийти на новий рівень діагностування та дасть змогу прогнозувати імовірність втрати роботоздатності вимикача в найближчому майбутньому. Так, аналіз струмів в момент комутації з їх цифровою обробкою, математичним аналізом, аналізом на основі програмованих алгоритмів дозволяє виявити відхилення технічного стану (надмірний брязкіт контактів, стан шунтуючих опорів тощо). Подібний аналіз із застосуванням сучасних приладів здійснюється і за кордоном, проте він передбачає виведенням вимикачів з експлуатації. В роботі пропонуються фрагменти підходів для проведення такого аналізу та шляхи можливої їх реалізації.

Ключові слова: високовольтний вимикач, технічний стан, залишковий ресурс, неінвазивна діагностика.