

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

***МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИИ***

"Новейшие технологии в электроэнергетике"



1- 27 марта 2009 г.

Харьков

УДК 621.311:378.1

ББК 31.2

Новейшие технологии в электроэнергетике: материалы международной научно-технической Интернет-конференции. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 100 с.

ISBN 996-695-088-X

В сборнике материалов конференции «Новейшие технологии в электроэнергетике» опубликованы статьи, посвященные вопросам применения новейших технологий в электроэнергетике, энергоэффективности, а также подготовки специалистов для электротехнической отрасли.

Сборник докладов представляет интерес для научных сотрудников, аспирантов, студентов, а также всех, кто интересуется вопросами применения новых технологий и энергоэффективностью в электроэнергетике.

© кафедра электроснабжения городов, ХНАГХ

ЧЛЕНЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

Шутенко Леонид Николаевич – ректор Харьковской национальной академии городского хозяйства, д-р техн. наук, профессор, председатель комитета;

Семенов Владлен Трофимович – проректор по научной работе Харьковской национальной академии городского хозяйства, канд. арх., профессор, зам. председателя комитета;

Бубенко Павел Трофимович – директор СВНЦ НАН и МОН Украины, д-р экон. наук, профессор;

Римшин Владимир Иванович – декан Московского института коммунального хозяйства и строительства, д-р техн. наук, профессор, (Российская Федерация);

Нестеров Михаил Никитович – декан Белгородского государственного технического университета им. В.Г.Шухова, заведующий кафедрой электроэнергетики, канд. техн. наук., доцент, (Российская Федерация);

Гриб Олег Герасимович – заведующий кафедры электроснабжения городов Харьковской национальной академии городского хозяйства, д-р техн. наук, профессор;

Ягуп Валерий Григорьевич – д-р техн. наук, профессор Харьковской национальной академии городского хозяйства;

Маляренко Виталий Андреевич – д-р техн. наук, профессор Харьковской национальной академии городского хозяйства;

Сапрыка Александр Викторович – канд. техн. наук., доцент Харьковской национальной академии городского хозяйства;

Довгальок Оксана Николаевна – канд. техн. наук., доцент Харьковской национальной академии городского хозяйства;

Лазуренко Александр Павлович – декан Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», канд. техн. наук., доцент.

СЕКЦИЯ 1. “НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ”

Руководитель секции – д.т.н., проф. Гриб О.Г.

Секретарь секции – Щербакова П.Г.

ОЦІНЮВАННЯ ЗМІННИХ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ 10(6)-0,4 КВ

П.Д. Лежнюк, д.т.н., проф., А.В. Писклярова, к.т.н., Д.С. Пискляров, асп.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Високі світові ціни на таке первинне паливо, як вугілля та газ пожвавили інтерес вітчизняних науковців до вирішення проблеми підвищення ефективності транспортування електроенергії від джерела до споживачів.

В даній роботі авторами запропоновані нові шляхи підвищення точності розрахунку змінних втрат електроенергії в розподільних мережах 10(6)-0,4:

1. Алгоритм визначення міри спостережності розподільних мереж 10(6) кВ для розрахунку змінних втрат електроенергії, який базується на визначенні інтегрального показника імовірності розрахунку змінних втрат з необхідною похибкою

$$\chi_{\Delta W} = \prod_{i=1}^m p_i .$$

де m – кількість характерних режимів. Імовірність розрахунку змінних втрат електроенергії для окремого режиму p_i визначається через інтервал невизначеності змінних втрат електроенергії.

2. Математичні моделі коефіцієнта форми графіка навантаження для розподільних мереж 10(6) кВ з використанням нечітких множин

$$\tilde{k}_{\text{тип_сп}} = \left(\frac{k_{\phi_i}}{\mu_{k_{\phi_i}}} \right), i = \overline{1, n} ,$$

де k_{ϕ_i} – коефіцієнт форми графіка індивідуального споживача, тобто елемент вектору K_{ϕ} ; $\mu_{k_{\phi_i}}$ – ступінь належності коефіцієнта форми k_{ϕ_i} відповідному класу споживачів. В результаті розрахунку коефіцієнт форми графіка групового

навантаження дорівнюватиме об'єднання нечітких множин, які представляють один з запропонованих класів

$$\tilde{k}_{\Sigma\phi} = \tilde{k}_{\phi 1} k_{\phi 1} \cup \tilde{k}_{\phi 2} k_{\phi 2} \cup \dots \cup \tilde{k}_{\phi n} k_{\phi n},$$

де n – кількість трансформаторних підстанцій (ТП) 10(6)/0.4 кВ, до яких електроенергія передається по заданій ділянці електричної мережі 10(6) кВ; $k_{\phi j}$ – вагові коефіцієнти, які характеризують рівень завантаження окремого РТ-10(6)/0,4 кВ.

3. Для оцінювання змінних втрат електроенергії в розподільних мережах 0,38 кВ запропоновано використовувати метод розрахунку за сумарною довжиною лінії з представленням коефіцієнтів впливних факторів у вигляді нечітких значень

$$\Delta \tilde{W}_{0,38} = 9,3 \tilde{k}_L \tilde{k}_{\text{від}} \tilde{k}_N \tilde{k}_{\text{нес}} \tilde{k}_\phi^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \frac{W_F^2 L_F}{N_F^2 D_F}.$$

Значення коефіцієнтів впливних факторів отримуються з нечітких баз знань, які будуються на базі експертної інформації.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПРОТЕКАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА

Н.С. Требукова, А.Н. Семернин, к.т.н., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Выбор электрических аппаратов и проводников электроустановок производится с учетом возможного электродинамического и термического воздействия токов короткого замыкания. Как известно, при увеличении силы электрического тока, пропускаемого по проводнику, температура его растет. Известны процессы, происходящие в проводнике при протекании по нему электрического тока в пределах номинального.

В докладе приведены результаты исследований процессов, происходящих в проводнике при протекании по нему токов в 10-15 раз превосходящих номинальный. Для изучения этих процессов применялась установка, состоящая из источника питания постоянного тока (ИП), добавочного сопротивления (R) и исследуемого образца (ОИ) в виде медной проволоки диаметром 0,2 мм, закрепленной

на двух стойках. Для исследования тепловых полей применялся тепловизор TVS 110 - устройство для съемки изображений в инфракрасном диапазоне волн, предназначенное для определения температурных полей исследуемых объектов.

Экспериментальные исследования заключались в следующем. Образец подключался к источнику постоянного тока. Напряжение, подводимое к проводнику, постепенно увеличивали, при этом проводник нагревался и удлинялся. После того как происходило плавление изоляции и она сгорала, проводник выдерживался при этой температуре. Затем напряжение снимали, и проводник остывал, при этом его удлинение уменьшалось. После этого снова напряжение, подводимое к образцу, постепенно увеличивали. При значении тока чуть более превышающего 7А и напряжении 32 В проводник обрывался. Средняя длина образца до опыта – 215 мм. Длина отрезков после обрыва соответственно составляет 52 мм и 162 мм. Сумма длин отрезков после обрыва проводника всякий раз оказывалась на 1-2 мм меньше начальной длины образца, а на концах проволоочки наблюдались капельки оплавленного металла. Причем, короткий конец проводника, как правило, находился с одной и той же стороны.

Из анализа экспериментальных исследований можно допустить, что резкие изменения температуры на довольно малых участках проводника и сопутствующие им изменения сопротивления могут являться причиной обрыва проводника.

МЕТОДИ БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

С.В. Адамова

Таврійський державний агротехнологічний університет

Садівництво займає важливе місце серед галузей сільського господарства України. У зв'язку з його інтенсивним розвитком зростають вимоги до захисту рослин від шкідників і хвороб, ефективність якого залежить від культури землеробства і комплексу агротехнічних, механічних, біологічних і карантинних засобів боротьби.

У доповіді розглядаються методи боротьби для знищення шкідників плодових культур, їх переваги і недоліки.

Агротехнічні заходи щодо догляду за плодовими деревами створюють сприятливі умови для їх розвитку і зростання, підвищують стійкість рослин до поразки хворобами і пошкодження шкідниками, але мають свої недоліки.

Хімічний метод боротьби зі шкідниками найбільш універсальний, такий, що дозволяє одночасно захистити плоді рослини від комплексу шкідливих видів комах, кліщів і збудників захворювань, але хімічна боротьба з шкідниками вступає в суперечність із завданнями охорони навколишнього середовища та впливає на якість продукції.

Останніми роками все більш широко застосовують біологічно активні речовини для регулювання чисельності шкідливих видів ентомофауни із збереженням корисних. Широко застосовні аттрактанти для спостереження за сезонною динамікою, сигналізації обробок, дезорієнтації і створення самцьового вакууму. За кордоном вивчають можливість статевої стерилізації комах шляхом застосування хемотрілянтів.

Разом з цим в багатьох країнах світу активно розробляються методи на основі використання різних видів електромагнітного впливу з метою захисту рослин. Інтерес представляє використання оптичної частини електромагнітних випромінювань для залучення і подальшого знищення комах шкідників.

Арсенал електрофізичних методів широкий і включає застосування і інших фізичних чинників - температури, електромагнітних випромінювань різних діапазонів, акустичних сигналів і т. ін. Екологічна чистота, селективність, швидкодія робить застосування цих методів перспективними та позитивними при організації захисних заходів. Проте недостатня вивченість процесів залучення і знищення комах, а також високі потенційні можливості методів, обумовлюють необхідність продовження робіт по дослідженню і розробці установок і процесів електрофізичних методів боротьби з комахами шкідниками плодових культур.

На сьогоднішній день з урахуванням розвитку сучасної біомагнітології є підстава припускати, що вирішення проблеми по управлінню чисельністю комах шкідників в садах лежить у використанні інформаційних дій електромагнітного випромінювання на комах з метою ефекту, що інгібірує.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ШАФИ ПРОСОЧЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВАГОНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

О.О. Верхуша, асп.

Харківська національна академія міського господарства

Надійність ізоляції обмоток визначається не тільки властивостями самих ізоляційних матеріалів, але і якістю їх просочення. Просочення ізоляційних матеріалів підвищує їх нагрів- і вологостійкість, електричну і механічну міцність, хімічну стійкість, покращує їх теплопровідність і захищає ізоляцію від дії пилу і мастильних масел.

При зволоженні ізоляції її діелектричні властивості різко погіршуються. Для підвищення вологостійкості ізоляцію електричних машин необхідно просочувати. Потужність електричних машин обмежена внаслідок нагріву їх обмоток. При роботі машини основне тепло виділяється в активних її частинах і головним чином в обмотках. Нагрів обмоток при даному режимі роботи машини залежить від того, наскільки швидко тепло відводиться від обмоток охолоджуючим повітрям. Тому теплопровідність ізоляції є дуже важливою властивістю.

Відомі просочувальні шафи ТЕД з горизонтальним і вертикальним закріпленням у Харківському метрополітені. Як було відмічено, при вертикальному закріпленні просочування ТЕД лаком ФЛ-98 займає 76-82%. Це зв'язано з тим, що обмотки в деяких місцях мають неоднорідну щільність, а так як лак дуже рідкий, він проникає в місця, де менша щільність. Цю проблему пропонується вирішити наступним чином. Відомо, що шафа горизонтального просочування не експлуатується із-за малої ефективності, пов'язаної з тим, що при горизонтальному просочуванні треба розклинювати частину ротора, а це в свою чергу веде до пошкодження ізоляції. Тому треба цю шафу переобладнати таким чином, щоб закріплення ТЕД було під 750 відносно пологи. Якщо при вертикальному закріпленні лак охоплює радіальний простір валу, то при переобладнанні другої шафи лак буде попадати у хордальний простір ротору, тим самим зменшуючи так звані «мертві зони», в які раніше не затікав лак. Очікується, що після модернізації другої шафи просочування ТЕД лаком ФЛ-98 займе 83-96%. Обслуговуючий персонал, який буде здійснювати просочення в новій шафі, зможе візуально відчувати переваги впровадженої розробки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

О.Г. Гриб, д.т.н., проф., О.Н. Довгальок, к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Современные энергосистемы относятся к сложным системам кибернетического типа, построенным по иерархическому принципу и распределенным на значительной территории. На их работу оказывает влияние большое количество факторов, а параметры режимов носят стохастический характер. Процесс управления такими объектами является сложным, включает в себя сочетание централизованных и локальных методов, он основан на решении многоцелевых задач. В связи с этим необходимым и обоснованным для решения таких сложных задач является применение компьютерных систем.

Вопрос повышения эффективности оперативного управления энергетическими системами в условиях неопределенности остается важным на протяжении всего времени их существования. В последнее время много внимания уделяется одному из его аспектов – проблеме поддержки принятия решений в различных ситуациях [1-4].

Процесс управления можно разделить на управление в штатных режимах и нештатных ситуациях. В штатных режимах управление автоматизировано и вмешательство диспетчера требуется редко. Поэтому для таких режимов широко используются автоматизированные системы управления (АСУ), состоящие из удаленных терминалов, линий связи и разноуровневых систем машинной обработки данных.

В нештатных ситуациях действия АСУ неэффективны и основная роль в диагностике, оценке ситуации и принятии решения отводится диспетчеру. При этом для оценки возникшей ситуации, рассмотрения всех возможных вариантов решения и принятия оптимального решения по ее устранению требуется за очень короткие промежутки времени обрабатывать большое количество оперативной информации. Необходимо учитывать, что человеческие возможности ограничены и в такой ситуации существует вероятность принятия диспетчером неправильного

решения. Такие действия во время возникшей чрезвычайной ситуации могут привести к тяжелым последствиям, включая угрозу человеческой жизни.

Учитывая это, целесообразным и перспективным является использование системы поддержки принятия решения (СППР), которые позволяют не только преодолеть барьер восприятия, обрабатывая значительно большее количество информации, но и значительно уменьшить влияние психологических факторов на принятие решения.

Как было отмечено, энергетическая система распределена на большой территории и имеет иерархически организованную структуру. Для эффективного управления данным объектом возникает необходимость создания системы управления, соответствующей требованиям:

- обладать распределенной структурой;
- иметь высокое быстродействие при работе с пространственными данными в реальном масштабе времени;
- осуществлять функции поддержки принятия управленческих решений как в штатных, так и в чрезвычайных ситуациях;
- взаимодействовать с другими информационными системами.

Управление энергосистемами включает следующие задачи: прогнозирование нагрузки; оптимизация режимов энергопотребления; диагностика аварии; принятие решения об устранении аварии; перераспределение нагрузки в аварийных режимах; прогнозирование аварийных ситуаций в энергосистеме; анализ причин аварии и выработка мер по их предотвращению.

Задачами новой СППР должны стать как регистрация штатных и нештатных событий в системе с возможностью визуализации для пользователей, так и оперативная оценка значимости отдельных составляющих возникшей ситуации, генерация возможных решений, оценка последствий и эффективности этих решений (количественные и качественные характеристики), выбор наиболее оптимального из решений (исходя из полученных характеристик).

Учитывая современные тенденции развития техники и технологий, целесообразным является применением компьютерных СППР.

Программное обеспечение современной системы принятия решений в аварийной ситуации должно содержать:

- подсистему принятия решения о факте предаварийной ситуации или аварии;
- подсистему накопления кодов аварий и кодов предаварийных состояний;
- подсистему выработки сценария ликвидации предаварийной ситуации или аварии.

Подсистема принятия решения о факте предаварийной ситуации или аварии основана на сравнении в реальном масштабе времени кодов сигналов энергосистемы и кодов, хранящихся в оперативной памяти. Распознавание аварии осуществляется за счет описания классов через определенные значения значащих признаков. Такими признаками являются матрицы параметров, хранящиеся в базе знаний в виде наборов предикатных уравнений, характеризующих балансы мощностей в системе, выход частоты их допустимого коридора и любые другие параметры контроля.

Подсистема генерации решения является интеллектуальной системой, основанной на базах знаний, составляющих одну из важнейших областей искусственного интеллекта [5]. Для ее реализации необходимо наличие моделей и методов получения, структурирования и извлечения знаний о параметрах режимов электрической сети.

Структурно подсистема выработки решения состоит из базы знаний аварийных ситуаций, модуля получения и обработки запроса с диспетчерского узла и продукционного модуля. БЗ является распределенной и выполнена с использованием Интернет-технологий.

В основе компьютерной системы поддержки принятия решения лежит ядро геоинформационной системы (ГИС). Использование стандартного ГИС-пакета позволяет не только организовать распределенную в пространстве СУ, но и представлять информацию об энергетической системе как объекте управления в удобном для восприятия виде. Так схемы сетей различного уровня напряжения представлены отдельными слоями. При необходимости на монитор автоматизированного рабочего места диспетчера можно выводить только интересующие из них. Схемы сетей рассматриваются с привязкой к реальной картографической характеристике местности и

с учетом других инженерных систем, расположенных на этой территории.

СППР выполнена по модульному принципу. Программное обеспечение для нее основывается на базах знаний, которые в зависимости от вида текущего события предлагают диспетчеру различные готовые сценарии принятия решений. Это позволяет преодолеть барьер восприятия человека, а, следовательно, существенно сократить время оценки ситуации и принятия решения, т.е. повысить эффективность оперативного управления.

К достоинствам такой СППР следует отнести:

- модульный принцип построения дает возможность быстрого наращивания вычислительных ресурсов;
- возможность использования в своей работе пакетов стандартных прикладных программ для обработки полученной информации.

Таким образом, разработанная компьютерная СППР позволит повысить оперативность управления энергетическими системами как в нормальных, так и в аварийных режимах их работы, а также, используя накопленный опыт предыдущей работы, прогнозировать возможные чрезвычайные ситуации и принимать верные управленческие решения по их устранению.

Применение таких систем для поддержки принятия решений позволит в дальнейшем выйти на качественно новый уровень управления сложными энергетическими системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геловани В.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Системный подход к интеграции методов компьютерного моделирования, систем искусственного интеллекта и телекоммуникаций для построения систем поддержки принятия решений в особых ситуациях // Третья международная конференция «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». - М.: Институт проблем управления. - 1995. - с. 6-7.
2. Черемісін М.М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. - Харків: Факт, 2005. - 192 с.
3. Гуль В.И., Минченко А.А., Нижевский В.И., Шевченко С.Ю. Эксплуатация электрических систем (отдельные вопросы). - Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. - 200 с.
4. Компьютерные информационные технологии в электроэнергетике: Уч. пособие / И.Г.Абраменко, О.Г.Гриб, О.Н.Довгалоук, Д.Н.Калюжный, К.М.Карпенко, А.В.Кольченко,

В.И.Левин, Н.П. Пан, И.Н.Рябченко, Г.А.Сендерович. Под общ. редакцией О.Г.Гриба. - Харьков: ХГАГХ, 2003. - 170 с.

5. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский - СПб.: Питер, 2001. - 384 с., ил.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.М. Нестеров, студент гр. ЭА-42

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Возрастающий интерес к энергетическим ресурсам связан с глобальным потеплением и последствиями парникового эффекта. Сегодня люди понимают, что запасы ископаемого топлива ограничены и его использование ведет к загрязнению окружающей среды: так, эмиссия диоксида углерода приводит к глобальному потеплению, а диоксид серы является причиной кислотных дождей. Если принимать это во внимание, то все более привлекательным становится использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), к которым относятся: солнечная радиация, энергия ветра, энергия рек, приливов и океанских волн, энергия, заключенная в биомассе и органических отходах. Энергия ветра известна человечеству не менее 2000 лет; в последние 10-15 лет бурно развивалось ее использование для производства электрической энергии. К настоящему времени в мире установлено более 20000 ветроэлектрических агрегатов, общая мощность которых превышает 16 млн. кВт. Современные ветроэнергетические установки (ВЭУ) имеют мощность от единиц киловатт до нескольких мегаватт и позволяют экономически эффективно с высокой степенью надежности преобразовывать энергию ветра. ВЭУ могут использоваться для различных целей, начиная от заряда аккумуляторных батарей (АБ) и электроснабжения различных объектов (дома, фермы и пр.) до подачи электроэнергии в сети централизованного электроснабжения.

В настоящее время понимание того, что запасы органического топлива истощаются и его использование во все возрастающих объемах ведет к загрязнению окружающей среды, стало очевидным. Выделение углекислого газа, приводящего

к глобальному потеплению, в России достигло 16 т в год на одного жителя; в Европе - 12 т. Выделение двуокиси серы является причиной участвовавших в последние десятилетия кислотных дождей. В будущем неизбежно сокращение потребления органического топлива и его замена другими источниками энергии. Использование ВИЭ наиболее привлекательно, так как оно не нарушает естественного баланса энергии, получаемой нашей планетой. Если мы продолжим загрязнять атмосферу Земли прежними темпами, то это может привести к резкому изменению климата, к таянию ледников и, как следствие, повышению уровня океана, разрушению животной среды обитания и угрозе существования человечества. В 1997 г. представители более чем 160 стран мира собрались в Киото (Япония) на третьей конференции ООН по проблемам изменения климата. По результатам конференции был подписан проект соглашения о сокращении промышленных выбросов газов, которые являются основной причиной глобального потепления.

В ближайшем будущем ожидается значительный рост использования ВИЭ. В России ВИЭ используются не очень широко, а их доля в производстве электроэнергии составляет менее 1% (без учета крупных ГЭС). Однако перспективы их применения велики. Около 60% территории страны, преимущественно сельскохозяйственного использования, имеют плотность электрической нагрузки 0,5 – 10 кВт/м². Электроснабжение населения и производственных объектов здесь обеспечивается, как правило, за счет дизельных электростанций. Постоянный рост цен на топливо делает экономически целесообразным привлечение в энергобаланс этих территорий местных, в том числе возобновляемых энергоресурсов.

Валовой потенциал ВИЭ, которым располагает Россия, эквивалентен 4 – 5·10¹² тонн условного топлива, а экономический потенциал нетрадиционных ВИЭ составляет около 30% ее годового энергопотребления. До 80% ВИЭ могут быть использованы в сельском хозяйстве, что будет способствовать повышению надежности энергообеспечения, экологической чистоте и повышению продуктивности сельскохозяйственного производства России.

Ветроэнергетический потенциал нашей страны составляет около 1/4 общего потенциала всех видов ВИЭ, а установленная мощность парка ВЭУ в Рос-

сии только - 5 МВт. В ближайшем будущем неизбежен значительный рост использования энергии ветра и других видов ВИЭ.

В перспективных для применения ВЭУ регионах среднегодовая скорость ветра должна быть 4-6 м/с и более. Россия располагает значительными ресурсами ветровой энергии, они сосредоточены главным образом в тех регионах, где отсутствует централизованное энергоснабжение. Такая ситуация характерна для всего Арктического побережья от Кольского полуострова до Чукотки, а также для побережья и островных территорий Берингова и Охотского морей. География распределения ветроэнергетических ресурсов позволяет рационально их использовать как автономными ВЭУ, так и крупными ВЭС в составе местных энергетических систем.

В России энергия ветра может быть эффективно использована в следующих регионах: 1) области: Архангельская, Астраханская, Волгоградская, Калининградская, Камчатская, Ленинградская, Магаданская, Мурманская, Новосибирская, Пермская, Ростовская, Сахалинская, Тюменская; 2) края: Краснодарский, Приморский, Хабаровский; а также: Дагестан, Калмыкия, Карелия, Коми, Ненецкий автономный округ, Таймырский автономный округ, Хакасия, Чукотка, Якутия, Ямало-Ненецкий автономный округ.

В настоящее время применяются две основные конструкции ветроагрегатов (см. рис. 1): горизонтально-осевые и вертикально-осевые ветродвигатели. Оба типа ВЭУ имеют примерно равный КПД, однако наибольшее распространение получили ветроагрегаты первого типа. Мощность ВЭУ может быть от сотен ватт до нескольких мегаватт.

Основные компоненты установок обоих типов:

- ветроколесо (ротор), преобразующее энергию набегающего ветрового потока в механическую энергию вращения оси турбины (диаметр ветроколеса колеблется от нескольких метров до нескольких десятков метров), частота вращения составляет от 15 до 100 об/мин, причем для соединенных с сетью ВЭУ частота вращения ветроколеса постоянна, для автономных систем с выпрямителем и инвертором - обычно переменная;

- мультипликатор (промежуточное звено между ветроколесом и электрогенератором), который повышает частоту вращения вала ветроколеса и обеспечивает согласование с оборотами генератора, (в ВЭУ малой мощности со специальными генераторами на постоянных магнитах мультипликаторы обычно не применяются);
- башня (ее иногда укрепляют растяжками), на которой установлено ветроколесо (в ВЭУ большой мощности высота башни достигает порядка 75 м и могут применяться цилиндрические мачты или решетчатые башни);
- основание.

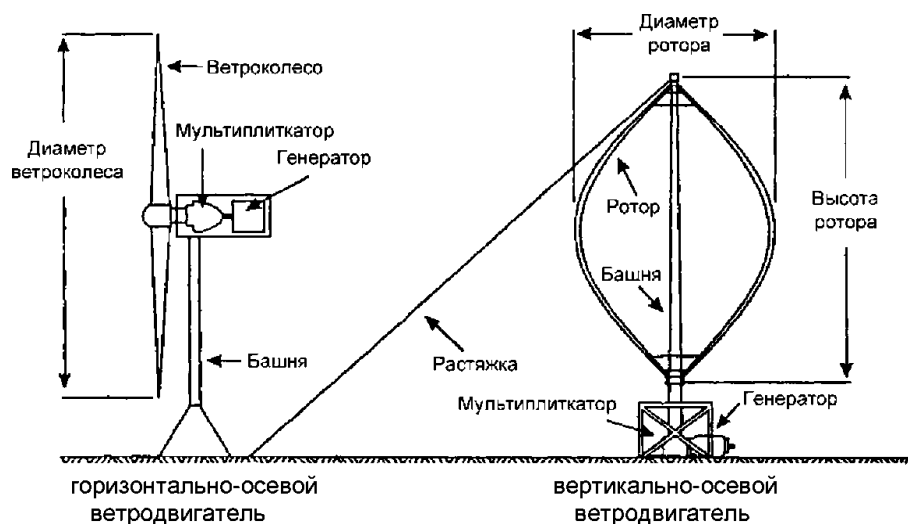


Рис. 1. Типы конструкций ветроустановок

Кроме того, для защиты от поломок при сильных порывах ветра и ураганах почти все ВЭУ большой мощности автоматически останавливаются, если скорость ветра превышает предельную величину. Для целей обслуживания они должны оснащаться тормозным устройством. Горизонтально-осевые ВЭУ имеют в своем составе устройство, обеспечивающее автоматическую ориентацию ветроколеса по направлению ветра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атласы ветрового и солнечного климатов России. СПб: Изд-во им. А.И. Воейкова, 1997, 173 с.
2. ГОСТ Р 51997-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика.
3. Методические указания. «Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнерге-

тических ресурсов обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок», РД 52.04.275-89, М.: Госкомгидромет, 1991, 57 с.

4. Печатная версия статьи: ККР №12(30), Декабрь 2006. "Ветроэнергетика в России".

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛИФТА

Д.И. Пожаров, студент гр. ЭА-51

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

В докладе выделяются два основных направления в области разработки электроприводов для лифтов. Первая – это приводы для домов нового строительства не выше 9 этажей, а также для замены отслуживших свой срок в домах старой постройки. Вторая – это приводы лифтов для домов от 12 до 40 этажей и выше, а также для административных зданий.

В качестве объекта исследования были выбраны четыре лифта грузоподъемностью 1000 кг, работающие в учебном корпусе университета высотой в 7 этажей. Первые два лифта с нерегулируемым приводом и релейно-контакторной схемой управления, работают около 25 лет. Вторые два лифта с нерегулируемым приводом и микропроцессорной системой управления, работают около 4 лет. Экспериментальные исследования выполнялись для двух лифтов с разными электроприводами с помощью анализатора электропотребления AR.5M.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии ряда недостатков, связанных с электропотреблением: плохие энергетические показатели (завышенная мощность двигателей), скачки тока при пуске и торможении двигателей. К тому же наблюдался износ механической части лифтового оборудования, необходимость дополнительного охлаждения двигателя, небольшая скорость перемещения кабины лифта.

Учитывая, что во время перерывов требуется перевозить большое количество студентов, преподавателей и учебный персонал вуза, поэтому понятно, что этим низкоскоростным лифтам будет тяжело справиться с такой задачей. Среди способов решения вышеперечисленных проблем прибегают к использованию преобразователей частоты, управляющих односкоростным электродвигателем.

Использование частотного регулирования на лифтах дает ряд преимуществ для потребителей:

а) безопасность – обеспечивается гарантированная точность ± 5 мм; перемещение кабины плавное без резких толчков и остановок;

б) качество и комфорт – улучшение комфортности при движении независимо от загрузки кабины; низкий уровень шума при работе лифта; возможность быстро заменить программу управления для лучшей адаптации к нуждам потребителя;

в) надежность – перемещение кабины плавное и остановка регулируется не тормозом, а изменением частоты и напряжения; микропроцессорная технология позволяет сократить количество деталей, что, в свою очередь, ведет к сокращению сбоев в работе лифта; наличие постоянной диагностики системы обеспечивает быстрый анализ сбоев и сокращает простои кабины.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ГРУЗОМ И ПРИ ПРОТЕКАНИИ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА

Н.Б. Сибирцева, А.Н. Семернин, к.т.н., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Авторами ранее были проведены исследования процессов, происходящих в проводнике при протекании по нему токов в 10-15 раз превосходящих номинальный. При этом было установлено, что в месте обрыва проводника имеют место резкие скачки температур на достаточно малых участках проводника, которые приводят к соответствующим изменениям сопротивления, что, возможно, служит причиной обрыва проводника в определенном месте.

Цель доклада установить, как повлияет на исследуемые процессы помещение груза на проводник, и определить, будет ли обрываться проводник в том же месте, что и без груза, т.е. под действием температурной составляющей или же это будет происходить под действием силы тяжести.

Для изучения этих процессов применялась установка, состоящая из источника питания постоянного тока (ИП), добавочного сопротивления (R) и ис-

следуемого образца (ОИ) в виде медной проволоки диаметром 0,2 мм, закрепленной на двух стойках. На середину проводника помещался груз, массой 20 г. Для исследования применялся тепловизор TVS 110.

Исследуемый проводник с грузом был подключен к источнику постоянного тока. Напряжение, подводимое к проводнику, постепенно увеличивали, при этом проводник начинал нагреваться и удлиняться. После того, как происходило плавление изоляции и она сгорала, проводник выдерживался при этой температуре. Затем напряжение снимали и проводник остывал, при этом его удлинение уменьшалось. И снова напряжение, подводимое к образцу, постепенно увеличивали. После того, как обгорал изоляционный слой образца, напряжение, подводимое к проводнику, снимали и давали ему остыть, после чего продолжали исследование. При достижении током значения 6,5 А при напряжении 29,5 В, проводник обрывался, причем место обрыва проводника совпадало с предыдущим опытом.

Установлено, что наличие груза влияет на текучесть исследуемого образца, но не оказывает при этом влияния на точку его обрыва. Это доказывают опыты, проведенные при тех же условиях и по той же методике, но с разными массами грузов. Если поместить груз не в центр проводника, а на место предполагаемого обрыва, то точка обрыва перемещается в среднем на 55-65 мм от груза, то есть на то же расстояние, на котором она находилась относительно стойки крепления при симметричном расположении нагрузки и без нее.

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ В СИСТЕМАХ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

С.А. Приведений, В.Ф. Рой, д.ф-м.н., проф.

Харківська національна академія міського господарства

Автоматизація технологічних процесів базується на широкому впровадженню засобів мікропроцесорної техніки, використання яких дає змогу підняти на якісно новий рівень прилади виміру, контролю та керування різноманітними параметрами систем. Це стосується і такої важливої галузі народного господарст-

ва України, як електроенергетика, де мікропроцесорні пристрої знаходять широке застосування. У відповідності до правил користування електричною енергією (ПКЕЕ) на об'єктах, які мають потужність 150 кВт та вище, необхідно організовувати автоматизовану систему контролю та обліку електроенергії [2]. Зазвичай, такі об'єкти мають окрему підстанцію (ПС), або розподільний пункт (РП) електроенергії. Для захисту ліній в розподільному пункті на підстанціях використовують захисні пристрої побудовані на базі однокристальних мікропроцесорів. Паралельно, для створення системи автоматизованого обліку електроенергії, власник підстанції зобов'язаний встановити і електронні лічильники. Це суттєво здорожчує вартість проведення таких робіт, тому логічно було проаналізувати можливість використання для вирішення цієї подвійної задачі – обліку електроенергії та захисту електромереж, єдиного мікропроцесорного пристрою.

Метою даного дослідження було дослідити функціональні параметри мікропроцесорного апарату захисту, автоматики та управління приєднаннями на прикладі пристрою МРЗС-05 виробництва ЗАТ «Київприлад», яким обладнуються сучасні КРУ [3], з метою з'ясування можливості використання його одночасно і в системах обліку електроенергії.

Спочатку розглянемо типову структурну схему електронного лічильника електроенергії на базі достатньо розповсюдженого однокристального мікропроцесора сімейства MCS-51, який містить такі основні функціональні елементи:

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

В електронному лічильнику облік електроенергії здійснюється за допомогою ряду спеціалізованих математичних функцій. Зокрема, дійсні значення струмів та напруг визначаються шляхом сумування квадратів величин струмів та напруг, що фіксуються за період 1с, та виведенням квадратного кореня із отриманого значення за той самий проміжок часу.

Активна потужність вираховується шляхом перемноження квантова-

них величин струму та напруги. Отримані дані про спожиту потужність зберігаються у відповідному регістрі, що дозволяє провести розрахунок її усередненого «миттєвого» значення.

Дійсне значення повної потужності визначається кожену секунду шляхом перемноження середньоквадратичних значень напруги та струму. Спрощена структурна схема такого електронного лічильника показана на рис.1.

Отже, облік електроенергії можливо здійснювати, підключивши датчики струму та напруги до комп'ютера, та встановивши на ньому відповідне програмне забезпечення (рис. 2). В якості такого вузькоспеціалізованого комп'ютера може бути використаний мікропроцесорний пристрій захисту, який встановлюється на ПС або РП.

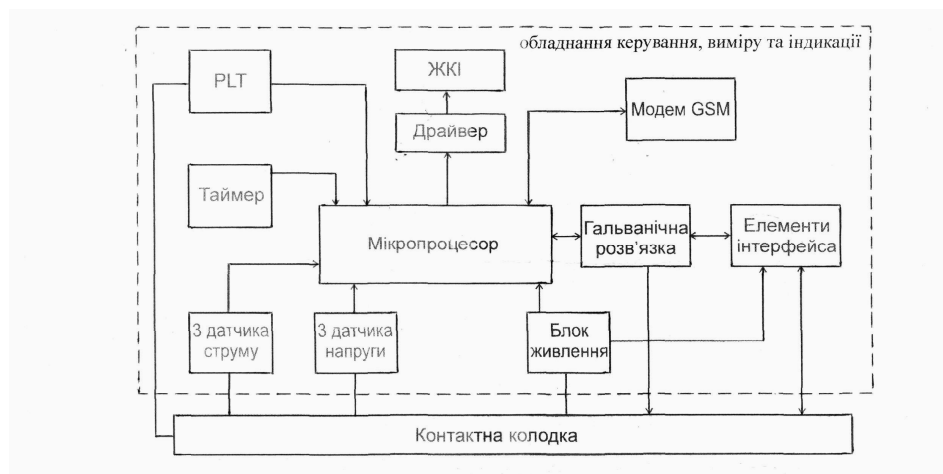


Рис.1. Спрощена структурна схема електронного лічильника на базі однокристального мікропроцесора

Мікропроцесорний пристрій захисту, автоматики, контролю та управління приєднань МРЗС-05 має аналогічні функціональні елементи і може виконувати наступні операції [4]:

- захист від міжфазних КЗ;
- захист по струму нульової послідовності;
- захист максимальної напруги;
- захист мінімальної напруги;
- відключення суміжних живлячих приєднань при в них КЗ;
- автоматичне повторне включення приєднання ;
- автоматичне відключення приєднання при зниженні частоти мережі;
- контроль струму та напруги.

Для здійснення цих функцій даний пристрій має в своєму складі датчики струму та напруги і може здійснювати контроль наступних параметрів електромережі:

- фазних або лінійних напруг;
- трифазних струмів;
- струму нульової послідовності;
- частоти напруги в мережі.

В нормальному режимі пристрій забезпечує контроль:

- активної потужності;
- реактивної потужності.

В аварійному режимі:

- максимального струму в пошкодженій фазі;
- мінімальної напруги пошкодженої фази.

Для обробки інформації даний мікропроцесорний пристрій використовує програмне забезпечення, яке перед введенням в експлуатацію МРЗС-05 проходить конфігурацію у відповідності до потреб виконуваних функцій. Процес конфігурації відбувається за допомогою персонального комп'ютера зі спеціальною програмою «конфігуратор» через інтерфейс RS232. Через інтерфейс RS485 мікропроцесорний пристрій передає дані на автоматизований пульт диспетчера. Мікропроцесорний пристрій має аналогічні протоколи передачі даних, що і електронний лічильник та підтримує роботу в системі SKADA. Це дозволяє підключати МРЗС-05 безпосередньо до вже існуючих систем автоматики та телемеханіки [4].

Виходячи з вище сказаного, можна зробити висновки, що мікропроцесорні пристрої захисту, автоматики, контролю та керування приєднаннями мають необхідні елементи і функції для організації також і автоматизованого обліку електроенергії. Єдиним недоліком може бути невідповідність класів точності приладу до вимог ПКЕЕ, але цю проблему можна відносно легко усунути при модернізації пристрою. Таким чином, є реальна можливість використання такого пристрою для організації захисту мереж та обліку електроенергії, що дозволить суттєво здешевити фінансові витрати на роботи по облаштуванню систем електропостачання.

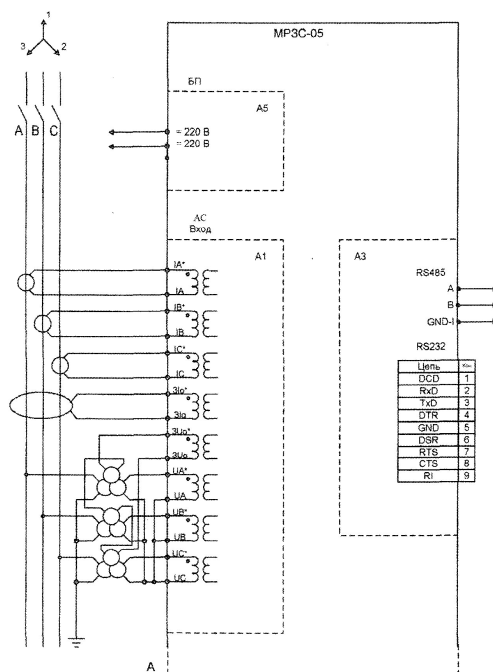


Рис.2. Спрощена схема підключення пристрою захисту MP3C-05 до електромережі

ЛІТЕРАТУРА

1. Н.М.Черемисин, А.А.Мирошник. Микропроцессорные средства учёта потерь электроэнергии //Світлотехніка та електроенергетика, 2007, №2. С.90-93.
2. Правила користування електричною енергією // ДП «НТУКЦ» Київ-2005. 120с.
3. Микропроцессорные устройства защиты, автоматики, контроля и управления присоединений // Каталог продукции, К.: 2007. 98 с.
4. А.Н.Полторакин. Опыт эксплуатации микропроцессорных устройств РЗА // Новини енергетики, 2004, №8. С.25-27.

АНАЛІЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

П.В. Паненко, В.Ф. Рой, д.ф-м.н., проф.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Молния является мощным поражающим фактором. Воздействия молнии разделяют на две группы: первичные и вторичные. Прямой удар молнии приводит к механическим разрушениям зданий, сооружений, вызывает пожары и взрывы, является прямой или косвенной причиной гибели людей. К вторичным воздействиям относят электростатическую и электромагнитную индукцию, занос высоких потенциалов в здания и сооружения. Образовавшийся электростатический заряд облака индуцирует заряд противоположного знака на предметах, изолированных от земли.

Этот заряд релаксирует обычно путем электрического разряда на ближайшие заземленные предметы, что может вызвать электротравматизм людей, воспламенение горючих смесей и взрывы.

При разряде канале молнии протекает очень сильный и быстро изменяющийся во времени ток, создающий мощное переменное во времени магнитное поле, которое индуцирует в металлических контурах электродвижущую силу. В местах сближения контуров также могут происходить электрические разряды.

Занос высоких потенциалов в здание происходит в результате прямого удара молнии в металлокоммуникации, расположенные на уровне земли или над ней вне зданий, что сопровождается электрическими разрядами на заземленное оборудование.

С первичным воздействием молнии вполне справляются традиционные молниеотводы: стержневые, тросовые и металлические сетки. Но для защиты от вторичного воздействия этих средств недостаточно. Мероприятия по борьбе с вторичными воздействиями молнии изложены Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 [1],[2], которые заключаются в отводе индуцируемых статических зарядов в землю путем присоединения металлического оборудования, расположенного внутри и вне зданий, к специальному заземлителю или к защитному заземлению электроустановок.

Однако эти средства защиты от вторичного воздействия молнии не гарантируют 100% защиты. Соединения подвержены механическому и химическому воздействию, что приводит к их разрушению. Также они не всегда могут быть выполнены.

Поэтому, перед разработчиками систем молниезащиты ставится задача полностью исключить воздействие молнии на защищаемый объект, что возможно в двух случаях:

- отвести молнию в безопасное место, где она не принесет вреда;
- спровоцировать удар молнии на безопасном расстоянии от объекта.

С 80-х годов XX века ведутся исследования по принудительному инициированию молнии с помощью активных молниеприемников. Особых успехов

добились французы, которые уже поставили на производство активные молниеприемники с упреждающей стриммерной эмиссией PREVECTRON 2. Они представляют собой улучшенную версию одиночного молниеприемника, воплотившую в себе самые последние разработки в области молниезащиты.

Работа PREVECTRON 2 разделяется на два этапа:

- заряд источника ионизирующего напряжения через нижние электроды от окружающего электрического поля (несколько миллионов Вольт/метр в грозовой обстановке). Это означает, что PREVECTRON 2 – полностью автономная система, не требующая внешнего источника питания.

- упреждающее инициирование восходящего лидера, осуществляемое при помощи ионизации искровым разрядом, между верхними электродами и центральным наконечником. Способность PREVECTRON 2 инициировать восходящий лидер прежде любой другой доминирующей над местностью точки в защищаемой зоне дает гарантию того, что именно молниеотвод будет наиболее вероятной точкой удара разряда молнии.

Зона действия такого молниеотвода в 10 раз больше, чем у традиционного стержневого.

Активные молниепремники уже широко используются в Европе. PREVECTRON 2 защищает от молний Собор Парижской Богоматери (Франция), Акрополь (Греция), Тауэрский мост (Англия) и другие здания по всему миру.

Еще один перспективный способ вызвать молнию – лазерное инициирование молнии. Он основан на создании в воздухе ионизированного канала с помощью лазерного излучения. Возможны две основные схемы, в одной из которых плазменный канал создается лазером около вершины высокой башни и это способствует более раннему возбуждению восходящего лидера, который перехватывает молнию. Именно такой эффект был зарегистрирован в Японии в 1997 г. В другой схеме предполагается с помощью лазера создать плазменный канал в свободной атмосфере с тем, чтобы от его концов возбудились лидеры, провоцирующие молнию. Такой путь лазерного инициирования молнии более сложный, однако представляет гораздо больший интерес и для науки о молнии, и, в

перспективе, для молниезащиты. Одна из основных трудностей – сфокусировать лазерное излучение на возможно большей высоте, но так, чтобы воздух по пути транспортировки излучения не ионизировался. Недостатки этих методов – значительная энергоемкость и стоимость реализации.

В перспективе, лазерное инициирование молнии, могло бы стать системой молниезащиты номер один для наиболее ответственных и уязвимых объектов, например, атомные электростанции, промышленные узлы, военные объекты и т.д.

Поэтому, с точки зрения технико-экономических расчетов для каждого объекта следует выбирать ту систему молниезащиты, надежность которой была бы достаточной, а стоимость - оправданной.

ЕЛЕКТРОДУГОВІ ПРОЦЕСИ, ЯК ОСНОВА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПОРУШЕНЬ СТРУМОЗ'ЄМУ В ЕЛЕКТРОТЯГОВИХ МЕРЕЖАХ

В.І. Скуріхін асистент, О.С. Чмирьов, студент

Харківська національна академія міського господарства

Одним з найважливіших стратегічних завдань розвитку є зростання ефективності і безпеки роботи залізничного транспорту. Виконання поставлених завдань неабиякою мірою залежить від підтримки високих експлуатаційних характеристик використовуваних технічних об'єктів шляхом застосування нових технологій у області діагностики технічного стану контрольованих елементів.

У ряді технічних і економічних проблем електричних залізниць одне з основних місць займають проблеми забезпечення надійного і економічного струмоз'єму. Особлива роль відводиться розробці і застосуванню високонадійних і ефективних систем діагностики якості взаємодії струмоприймача електрорухомого складу (ЕРС) і контактного проводу, що дозволяє проводити оперативну діагностику порушень струмоз'єму на перегоні і здійснювати інформаційне забезпечення відповідних служб і підрозділів.

В даний час контроль порушень струмоз'єму на залізничній лінії здійснюється спеціалізованим вагоном-лабораторією. При цьому мають місце відносно великі періоди часу між плановими об'їздами ділянок (раз на квартал), в проміж-

ках між якими моніторинг практично не здійснюється. Крім того, такий контроль прив'язаний до струмоприймача однієї рухомої одиниці. Таке положення не дозволяє своєчасно виявляти раптово виникаючі дефекти при здійсненні перевізного процесу (відпал, вигини, вм'ятини, знос контактного проводу, сколи струмоз'ємних накладок струмоприймачів), а також враховувати вплив на струмоз'єм негативних кліматичних чинників (вітрові навантаження, ожеледні утворення).

Для вирішення завдання постійного контролю взаємодії струмоприймачів ЕРС і контактної підвіски за станом струмоз'єму доцільно використовувати автоматизовані стаціонарні комплекси, розташовані уздовж траси залізниці, проте в даний час в нашій країні таких систем не існує. Основною проблемою при створенні автоматизованих комплексів моніторингу струмоз'єму є необхідність розробки безконтактного методу виявлення порушень струмоз'єму і методики достовірного виявлення корисного сигналу на фоні різних перешкод. Представляється, що це завдання може бути вирішене шляхом аналізу радіовипромінювань при порушеннях струмоз'єму за допомогою апарату математичного моделювання.

Існуючі моделі струмоз'єму, описані в літературі, не повною мірою зважають на специфіку процесів, електродуг, для електрифікованої залізничної лінії постійного та змінного струму. У свою чергу, експериментальні результати вимірювань дозволяють одержувати лише обмежену інформацію у зв'язку з прив'язкою результатів до конкретних умов досліджень і неможливістю розгляду впливу всіх супутніх чинників.

Для вирішення поставленого завдання представляється необхідною розробка математичних моделей взаємодії струмоприймача ЕРС і контактного проводу, виконаних з урахуванням особливостей струмоз'єму на залізниці і підтверджених натурними експериментами.

Результати моделювання фізичних і електричних процесів при різних режимах струмоз'єму з урахуванням варіювання впливаючих чинників можуть бути використані для створення і вибору оптимальних характеристик радіоприймальних пристроїв, що входять до складу автоматизованої системи діагностики порушення струмоз'єму, що розробляється, і є одними з найбільш важливих її елемен-

тів, а також для вдосконалення алгоритму функціонування комплексу в цілому.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ПРИ КОММУТИРОВАНИИ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ГИБРИДНЫМИ КОНТАКТОРАМИ

А.Г. Сосков*, д.т.н., Н.О. Сабалаева*, асп., И.А. Соскова**, к.т.н.

**Харьковская национальная академия городского хозяйства*

***Украинская инженерно-педагогическая академия*

При отключении электрических цепей гибридными контакторами к силовым полупроводниковым приборам (СПП) их полупроводниковых ключей (ПК) в момент выключения прикладываются коммутационные перенапряжения. Они обусловлены энергией, накопленной в индуктивных элементах питающей сети и нагрузки на момент размыкания цепи. Поскольку стоимость СПП определяется не только током, на который они рассчитаны, но и классом прибора, устанавливающим величину напряжения, которую в состоянии заблокировать прибор, необходимо принимать меры по снижению этих перенапряжений.

Существующие методики расчёта коммутационных перенапряжений, а также параметров защитных цепей не отличаются требуемой точностью, так как в неполной мере учитывают динамические характеристики СПП, а также условия коммутации нагрузки этими приборами в составе гибридных контакторов. В результате класс используемых СПП в таких аппаратах, как правило, оказывается завышенным, а параметры защитных цепей выбраны с недостаточно обоснованным запасом, что ведёт к повышению стоимости и габаритов аппарата.

Авторами предлагается методика расчёта величины коммутационных перенапряжений, учитывающая динамические характеристики полупроводниковых приборов; рассматриваются условия коммутации нагрузки гибридными контакторами при отключении цепей переменного тока; разработана усовершенствованная методика расчета элементов цепей защиты от этих перенапряжений.

СЕКЦИЯ 2. “ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ”

Руководитель секции – д.т.н., проф. Маляренко В.А.

Секретарь секции – Литвин М.А.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ В СИСТЕМІ MATLAB

І.Г. Абраменко, к.т.н., доц., М.М. Штанько

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

Імітаційне моделювання елементів енергетичних систем потребує застосування самих сучасних і багатфункціональних пакетів програмного забезпечення. Серед них в наш час найбільшій можливості має пакет MATLAB (MathWorks Inc.) із поданням даних в універсальній матричній формі. Цьому сприяє не тільки широкий набір операцій і функцій, але й наявність пакета розширення (toolbox) Simulink, спеціально призначеного для рішення завдань блокового моделювання динамічних систем і пристроїв, а також спеціалізованого розширення Power Systems.

У великому й постійно поповнюваному комплексі команд, функцій і прикладних програм системи MATLAB застосовуються спеціальні засоби для електротехнічних розрахунків (операції з комплексними числами, матрицями, векторами й поліномами, обробка даних, аналіз сигналів і цифрова фільтрація), бібліотека різноманітних елементів мереж.

На прикладі розробки моделі двигуна постійного струму з незалежним збудженням показані переваги використання засобів програми, які достатньо просто дозволяють враховувати нелінійності, розподіленість параметрів, мають велику фізичну наглядність.

Наведена блок-схема моделі Simulink двигуна постійного струму з урахуванням нелінійностей, приведені результати моделювання з застосуванням графічних можливостей пакету.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПУСКУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

В.П. Андрійченко, к.т.н., доц., Ю.П. Колонтаєвський, к.т.н., доц.,

Т.В. Нікітін, асп.

Харківська національна академія міського господарства

При експлуатації тягових електродвигунів (ТЕД) рухомого складу міського електричного транспорту одним з основних режимів роботи є їхній пуск.

Процес пуску можна розділити на дві стадії: першу, за якої регулюється напруга на якорі тягового електродвигуна, і другу, коли змінюється значення струму його збудження.

Регулювання швидкості обертання ТЕД при ослабленні поля виконується одним з таких способів[1]:

- відключенням частини витків обмотки послідовного збудження;
- паралельним приєднанням до обмотки послідовного збудження шунтуючих резисторів;
- регулюванням значення струму в обмотці паралельного збудження (для ТЕД змішаного збудження);
- комбінацією перших двох способів;
- регулюванням збудження за допомогою спеціального збуджувача;
- імпульсним регулюванням збудження (при використанні тиристорних або транзисторних перетворювачів).

При регулюванні поля відключенням частини витків головного полюса, як показано на рис. 1, коефіцієнт регулювання збудження становить

$$\alpha = \frac{F_{оп}}{F_{пн}} = \frac{I \cdot w_1}{(I \cdot w)} = \frac{w_1}{w}, \quad (1)$$

де w_1 - число витків обмотки збудження, що залишилося після відключення;

w - повне число витків.

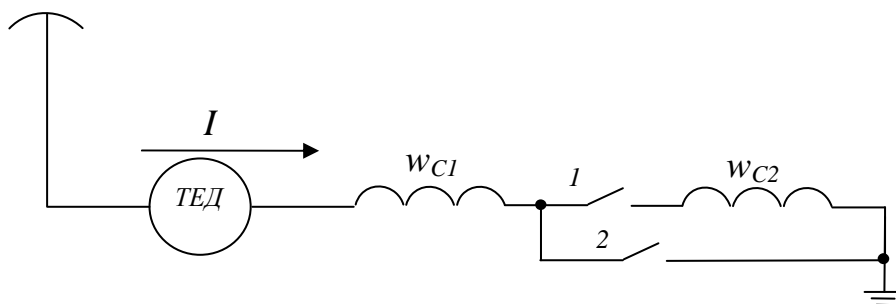


Рис. 1 - Схема ослаблення поля відключенням частини витків обмотки збудження

Секція обмотки збудження, що відключається, повинна бути від'єднана від ланцюга живлення, інакше вона виявиться замкнутою накоротко і при різких змінах струму ТЕД у ній буде наводитися електрорушійна сила взаємоіндукції як у вторинній обмотці трансформатора. Оскільки закорочена, в ній виникають струм і намагнічуюча сила, яка буде спрямована зустрічно потоку збудження обмотки, що залишилася підімкненою. У результаті буде затримуватися процес зміни магнітного потоку і при різких коливаннях напруги в контактній мережі може бути порушена нормальна комутація і виникнути коловий вогонь на колекторі тягового електродвигуна [2].

Спосіб регулювання швидкості відключенням частини витків обмотки збудження застосовують при відносно неглибокому ослабленні поля, коли ослаблення виконується одним ступенем (рис. 1).

При використанні шунтуючих резисторів число витків залишається незмінним, а змінюється струм обмотки збудження.

Вказані способи регулювання збудження мають недоліки:

- при регулюванні поля з використанням переключення обмоток ТЕД необхідно мати додаткові відводи від обмоток збудження, що призводить до деякого збільшення його радіальних розмірів, маси та ускладненню конструкції. Секціонування обмоток забезпечує більш стабільні швидкісні й тягові характеристики ТЕД, бо на ступінь ослаблення поля практично не впливає температура обмоток збудження;

- при регулюванні поля з використанням активних опорів крім резисторів і контакторів потрібні додаткові елементи - індуктивні шунти. Також вико-

ристання шунтуючих резисторів призводить до відхилення характеристик за рахунок дії температури обмоток збудження, опору контактів і проводів у силовому ланцюзі та допусків на шунтуючі опори. При цьому також є втрати енергії у шунтуючому колі.

Для ослаблення поля в багатодвигунових приводах можна застосовувати DC/DC перетворювач [3].

Схему включення перетворювача для ослаблення поля ТЕД наведено на рис. 2. При цьому вхідне коло перетворювача забезпечує ослаблення поля першого двигуна, а вихідне коло – другого двигуна. Для вхідного і вихідного кіл DC/DC перетворювача можна записати:

$$I_{\text{вх}} U_{\text{вх}} = I_{\text{вих}} U_{\text{вих}}, \quad (2)$$

де $I_{\text{вх}}$ - вхідний струм перетворювача; $I_{\text{вих}}$ - вихідний струм перетворювача; $U_{\text{вх}}$ $U_{\text{вих}}$ - вхідна напруга перетворювача; $U_{\text{вих}}$ - вихідна напруга перетворювача.

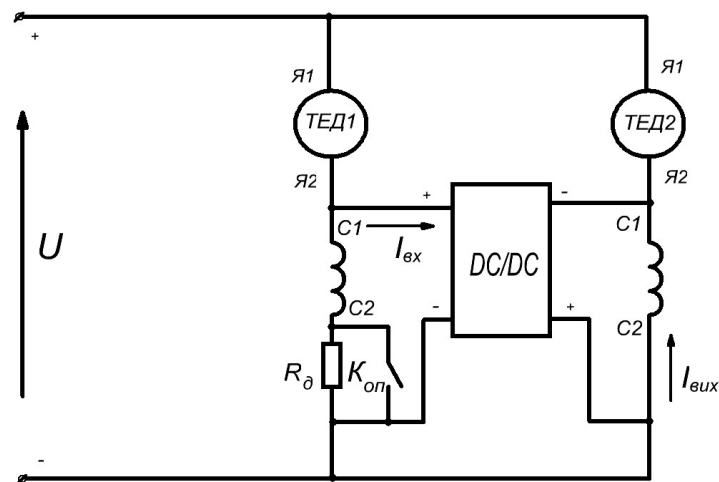


Рис. 2 – Ослаблення поля з використанням DC/DC перетворювача

При цьому застосування в конструкції DC/DC перетворювача сучасних силових напівпровідникових приладів (БТІЗ, К-МОН транзисторів, повністю керованих тиристорів) забезпечує мінімальні габарити, масу та вартість пристрою. Відпрацьовані методи розрахунку подібних перетворювачів, наявність широкої номенклатури силових приладів, що працюють на високих частотах перетворення (десятки кілогерц) та інтегральних драйверів керування ними за-

безпечують ефективність застосування цього методу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Максимов А.Н. Городской электротранспорт: троллейбус. М.: Академия, 2004. - 256 с.
2. Корягина Е.Е., Коськин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. Г.: Транспорт, 1982.
3. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. – 632 с.

ОСВЕЩЕНИЕ ДОРОГ И СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

Л.В. Бражникова, И.А. Шмаров, к.т.н.

*Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектурных и строительных наук*

В существующей отечественной и зарубежной практике наружного освещения освещенность (яркость) дорожного покрытия на улицах и дорогах устанавливается только в зависимости от интенсивности движения транспорта (ед./ч.) и не связано со скоростью движения транспорта.

В тоже время расстояние, на котором водитель должен увидеть объект для принятия решения о необходимых действиях, возрастает с увеличением скорости движения транспорта. Исследования, проведенные техническим комитетом Международной комиссии по освещению (МКО) ТС 4-36 «Расчет видимости в дорожном движении» и ТС4-44 «Управление и обслуживание дорожного движения» [3], подтвердили, что скорость движения транспорта является важным параметром и должна быть включена в стратегию управления наружным освещением.

В российских нормах [4] для определения освещенности дорожного покрытия в качестве тест-объекта принимался квадрат размером 1,0 м х 1,0 м, наблюдавшийся с «критического расстояния» [2]. Контраст тест-объекта с фоном варьировался в диапазоне от 0,3 до 0,9 до значения «критического контраста» в целях обеспечения вероятности обнаружения тест-объекта $p = 0,99$. Довольно большой размер тест-объекта и его высокий контраст с фоном позволяет декларировать высокую вероятность его обнаружения (различения) $p = 0,99$, хотя освещенность и яркость дорожных покрытий при этом остается низкой.

В международной практике нормирования наружного освещения определено и понятие «расстояние безопасного торможения», $l_{\text{рбт}}$ – путь, пройденный транспортным средством за время от момента, когда водитель заметил препятствие до момента полной остановки транспортного средства:

$$\ell_{\text{рбт}} = \left(\frac{v}{10}\right)^2 + 3\left(\frac{v}{10}\right)$$

где v – скорость движения автотранспорта, км/час.

Глаза водителя легкового автомобиля расположены в среднем на высоте 1,5 метра над дорожным полотном. При этих условиях участки разделительная полоса и элементы дорожной разметки на расстоянии безопасного торможения видны под углом $\beta = 0,50 \div 8,50$ и плоскости дороги. Данное обстоятельство существенно уменьшает продольные размеры дорожной разметки, поскольку зрение воспринимает размер проекции разметки на плоскости перпендикулярной линии зрения.

При скоростях больших 80 км/ч и продольный угловой размер элемента разметки менее 1 угловой минуты, что меньше остроты зрения яркости $L \leq 2$ кд/м² [6]. В этих условиях разделительная полоса на расстояниях безопасного торможения выглядит сплошной линией.

Решающее значение в безопасности дорожного движения имеет видимость различаемого объекта и связанный с ней пороговый контраст:

$$v = k / k_n$$

где k - контраст объекта различения с фоном, k_n - пороговый контраст различаемого объекта.

Яркость или освещенность дорожного покрытия, обеспечивающие безопасное движение в зависимости от скорости автотранспорта, могут быть получены из условий видимости и вероятности обнаружения различаемых объектов.

Решающим ограничением для освещенности (яркости) дорожного покрытия при искусственном освещении являются существующие технические возможности светотехнического оборудования (в основном световая отдача

применяемых источников света), электрических сетей, а также и экономические возможности страны.

Действующими нормами СНиП 23-05-95* [4] определены освещенности (яркости) дорожного покрытия как безопасные условия освещения при скорости движения автотранспорта $v = 60$ км/ч. За последние 20 лет нормируемые значения освещенности (яркости) не изменились, однако разрешенные скорости движения автотранспорта возросли. Сегодня на Московской кольцевой автодороге разрешенная скорость движения при хороших погодных условиях достигает 100 км/ч.

Яркости (освещенности) дорожного покрытия могут выбираться из условия постоянства чувствительности порогового контраста к изменению яркости дорожного покрытия, то есть из условия постоянства первой производной зависимости порогового контраста от яркости фона [2]:

Полученный диапазон яркостей дорожного покрытия при скорости 20-120 км/ч лежит в пределах от 0,3- 2,0 кд/м², что выше, чем в действующем СНиП 23-05-95*, но соответствует диапазону яркостей дорожного покрытия, приведенных в рекомендациях Международной комиссии по освещению (МКО).

Разработанная методика позволила пересмотреть таблицы яркостей и освещенностей для наружного освещения дорог, изложенных в СНиП 23-05-95* в сторону увеличения нормируемых значений яркостей и освещенностей, а также включить скорость в число параметров, от которых зависит наружное освещение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике. Том II.-Основы светотехники и осветительные установки. – М.: Издательство АН СССР, 1958.- 454 с.
2. Справочная книга по светотехнике./ Под ред. Ю. Б. Айзенберга –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995.- 528 с.
4. Басак Семиз, Ондер Гюлер, Сермин Онейгил. Определение критериев оценки качества дорожного освещения с помощью системы контроля видимости. – 6-ая Международная светотехническая конференция, Калининград, Светлогорск 19-22 сентября 2006 г: Тезисы докладов. Б. м. 2006 – 194 с.
5. Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 256 с.
6. Луизов А.В. Глаз и свет.- Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1983. – 144 с.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ: РАЗВИТИЕ, НОВЫЕ РЕШЕНИЯ

И.В. Барбашов к.т.н., доц., Е.Ю. Пилипенко, А.А. Сергиенко

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Объективным показателем развития современного общества является рост электропотребления городов, связанный не только с увеличением числа жителей и развитием промышленности, но и неуклонным проникновением электроэнергии во все сферы жизнедеятельности населения.

Основной задачей электроснабжения городов является обеспечение потребителей электроэнергией нормированного качества при требуемой степени надежности и исходя из условия минимизации затрат на передачу и распределение электроэнергии.

Системы электроснабжения городов представляют собой сложные комплексы постоянно изменяющихся и развивающихся объектов. Основным фактором, определяющим построение систем электроснабжения городов, являются электрические нагрузки потребителей, находящиеся в постоянной динамике.

Построение рациональной схемы электроснабжения современных городов при высоких темпах роста их электрических нагрузок – сложная инженерная задача, имеющая важное государственное значение.

Современные многоэтажные районы большинства городов Украины были спроектированы и построены в 60-70 годы прошлого столетия и расчетный срок принятых при проектировании значений нагрузок истек в начале 90-х годов. В дальнейший период произошли существенные изменения в электрификации быта городского населения, связанные с увеличением числа и мощности бытовых электроприборов. Кроме того, у многих общественных зданий и сооружений изменилось назначение, что также привело к изменению их электропотребления. В большинстве жилых зданий появились встроенно-пристроенные объекты.

Сказанное ставит ряд актуальных задач, подлежащих решению в ближайшее время:

- усиление сетей 0,38/0,22 кВ внутридомового электроснабжения;
- усиление внешних распределительных сетей 0,38 кВ и распределительно-питающих сетей 10 кВ;
- увеличение мощности трансформаторов трансформаторных подстанций (ТП) 10/0,38 кВ и центров питания (ЦП) 110/10 кВ.

Усиление внутридомовых сетей должно согласовываться с вводимыми главой 1.7 Правил устройств электроустановок (Киев, 2006) новыми схемами заземления электроустановок напряжением до 1 кВ, характеризующими устройство нейтрального и защитного проводников.

Замена трансформаторов в ТП 10/0,38 кВ и ЦП 110/10 кВ может считаться технологически решенной задачей, а вот усиление кабельных линий 0,38-10 кВ требует дополнительного рассмотрения.

В результате проведенного анализа предлагаются два пути решения задачи:

1 – прокладка новых кабелей требуемых сечений, предусматривающая следующие варианты выполнения кабельных линий:

- а) $(F1 + F1) - 2$ кабеля одинаковых сечений в общей траншее;
- б) $(F1 + F2) - 2$ кабеля различных сечений в общей траншее.

2 – использование существующих кабелей 0,38-10 кВ и дополнительная прокладка новых кабелей по таким вариантам:

- в) $(F1 + F1) + F2 - 2$ кабеля в одной траншее и 1 кабель в другой;
- г) $(F1 + F1) + (F2 + F) - 2$ кабеля в одной траншее и 2 кабеля в другой.

Окончательный выбор способа усиления кабельных линий должен производиться в результате технико-экономического обоснования.

В настоящее время проектирование развития и реконструкция систем электроснабжения городов должно осуществляться с использованием удельных расчетных электрических нагрузок жилых и общественных зданий и сооружений, приведенных в ДБН В. 2.5-23-2003 (Киев, 2004). В этих нормах жилье (квартиры) относительно оснащенности бытовыми приборами и их расчетных нагрузок делятся на три вида; при этом для жилья 1-го вида устанавливаются пять уровней электрификации, а для 2-го вида – два.

Технический прогресс в области городского электроснабжения органически связан с совершенствованием электрооборудования. Прежде всего это касается новых линейных решений, в числе которых рекомендуются изолированные провода, получившие название «самонесущие изолированные провода» (СИП). По конструкции это изолированные фазные токоведущие жилы, скрученные вокруг несущего троса, который воспринимает механическую нагрузку (либо в качестве несущей используется нулевая жила). Многопроволочные, уплотненные жилы СИП выполнены из алюминиевого сплава АВЕ.

При необходимости максимального использования отчуждаемой территории города следует ориентироваться на сооружение многоцепных линий на одной опоре. Еще более прогрессивным может считаться решение увеличения пропускной способности линий, что может быть достигнуто применением высокотемпературных (до 210 °С) проводов, разработанных рядом фирм Японии, США и других развитых стран мира. Особенно интересна конструкция высокотемпературного провода типа АССР – алюминиевого композитного усиленного провода, разработанного в США. Сердечник провода с высоким разрывным усилием, низким коэффициентом линейного расширения и высокой электропроводимостью выполнен из проволок на основе алюминия высокой чистоты, в который внедрены более 25 тыс. микронных непрерывных продольных волокон оксида алюминия (Al_2O_3). Вокруг сердечника накладываются повивы проволок из сплава алюминий–цирконий. Повышение рабочей температуры провода обеспечивает увеличение более чем в 2 раза пропускной способности линий и уменьшение количества цепей.

В связи с тем, что на изготовление кабелей расходуется ряд дефицитных материалов, стоит задача поиска новых конструктивных решений, направленных на снижение стоимости кабельных линий, что ведет к широкому применению алюминиевых жил и оболочек, а также изоляции из искусственных материалов, например, изоляции из сшитого полиэтилена (СПЭ). В настоящее время большинство стран мира полностью используют в распределительно-питающих сетях среднего напряжения кабели со СПЭ-изоляцией.

В современных городских сетях большой интерес представляют герме-

тизированные КРУ с элегазовой изоляцией, что позволяет существенно уменьшить объемы распределительных устройств. Кроме масляных трансформаторов типа ТМ все большее применение находят трансформаторы с заполнением негорючим диэлектриком типа ТНЗ, а также сухие трансформаторы типа ТС.

Существенное значение для городской эстетики имеют конструкция и окраска опор воздушных линий, внешний вид зданий ТП 10/0,38 кВ и закрытых подстанций 110/10 кВ. Здесь особое внимание следует обратить на применение одностоечных опор трубчатого сечения из напряженного железобетона, стали или синтетических материалов.

Прогрессивным, по сравнению с другими конструктивными решениями, может считаться применение на воздушных линиях стержневых изоляторов штыревого и подвесного типов. Использование новых высокопрочных синтетических материалов, стеклопластиков и специальных покрытий является перспективной основой для создания стержневых изоляторов не только с хорошими электрическими характеристиками, но и высокой механической прочностью.

Современные города с высокими темпами автомобилизации нуждаются в совершенствовании системы наружного освещения, что ведет к повышению уровня безопасности движения транспорта и пешеходов, увеличению пропускной способности улиц, повышению комфорта проживания населения. Для обеспечения всего этого необходима разработка оптимальных вариантов системы наружного освещения, обеспечивающих нормированные значения для каждой категории улиц, а также использование в системе наружного освещения перспективных источников света и рациональных конструкций светильников.

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Е.Д. Дьяков, к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Номенклатура электротехнических изделий применяемых в жилых, общественных, административных зданиях и производственных помещениях расширяется с каждым годом. Одновременно с этим увеличивается количество травм от поражения электрическим током и число возгораний и пожаров, возникающих в результате использования неисправного электрооборудования и электрических сетей. Одним из путей повышения надёжности работы электрических сетей и обеспечения безопасных условий эксплуатации электрооборудования является применение устройств защитного отключения (УЗО). В настоящее время УЗО нашли применение практически во всех электроустановках за исключением тех, в которых не допускается перерыв в электроснабжении. Рациональный выбор того или иного типа УЗО позволит избежать ошибок не только при проектировании, но также и при монтаже, наладке и эксплуатации электроустановок жилых, общественных и производственных зданий и сооружений.

Основным нормативным документом, который должен использоваться при проектировании электроустановок с использованием УЗО являются ПУЭ. При этом следует дополнительно провести:

- выбор категории проектируемого объекта по условиям электробезопасности;
- выбор типа и параметров УЗО;
- обеспечить селективность действия УЗО;
- выбор места установки в соответствии с назначением УЗО;
- анализ работы УЗО в электроустановках при использовании различных схем заземления.

В реальных условиях часто возникает ситуация, когда необходимо произвести выбор УЗО для уже эксплуатируемой установки. В этом случае выбор УЗО рекомендуется выполнять в следующей последовательности. Первоначально

провести анализ электрической схемы электроустановки, в результате которого, определить целесообразное количество УЗО. Затем выполнить расчёт токов нагрузки в цепях и расчёт токов короткого замыкания. На основании результатов анализа рабочего и аварийного режимов работы электроустановки следует провести выбор электрических аппаратов и их время-токовых характеристик. Далее следует выполнить анализ схемы по условиям обеспечения селективности действия УЗО. Учитывая большое количество различных типов УЗО, находящихся в реализации, на завершающем этапе следует провести выбор технических параметров УЗО с учётом конкретных условий эксплуатации электроустановки.

Выбор места установки УЗО в групповых цепях электроустановки зданий рекомендуется выполнять с учетом включения в зону действия УЗО, прежде всего участков электрической групповой цепи с наибольшей вероятностью электропоражения людей при прикосновении к токоведущим или открытым проводящим частям электрооборудования, которые могут вследствие повреждения изоляции оказаться под напряжением. Это, прежде всего, розеточные группы, ванны, душевые комнаты, стиральные машины, помещения с повышенной опасностью поражения током и т.п.

Установка УЗО, как правило, осуществляется во вводно-распределительных устройствах (ВРУ).

В многоквартирных жилых домах УЗО целесообразно устанавливать в групповых или квартирных щитках. Допускается их установка в этажных распределительных щитках.

При выборе места установки УЗО в здании следует учитывать: способ монтажа электропроводки, материал строений, назначение УЗО, условия эксплуатации по электробезопасности, параметры УЗО, класс помещений, схемы подключения электроприборов и т.п.

В схемах электроснабжения радиального типа со значительным количеством отходящих групп рекомендуется установка общего на вводе и отдельного УЗО на каждую группу приёмников при условии соответствующего выбора параметров УЗО, обеспечивающих селективность их действия.

Если в процессе эксплуатации произошло отключение УЗО, следует определить вид неисправности в электроустановке. Рекомендуется следующая последовательность действий обслуживающего персонала.

Взвести УЗО. Если УЗО взводится, то это значит, что в электроустановке имела место утечка тока на землю, вызванная нестабильным или кратковременным нарушением изоляции. В этом случае необходимо провести общий контроль состояния изоляции. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки "Тест".

Если после включения УЗО мгновенно срабатывает, то это значит, что УЗО неисправно или в электроустановке имеет место дефект изоляции какого-либо электроприемника, электропроводки, монтажных проводников электрощита. В этом случае рекомендуется выполнить следующие операции:

- отключить все автоматические выключатели групповых цепей, защищаемых УЗО. В том случае, если автоматические выключатели не размыкают нулевые рабочие проводники, для обнаружения дефектной цепи следует отсоединить все нулевые рабочие проводники от сборной шины. Это позволит избежать утечки тока с нулевого рабочего проводника.

- включить УЗО и проверить его работоспособность нажатием кнопки "Тест". Мгновенное отключение УЗО означает, что оно исправно, но в защищаемой цепи имеется утечка тока.

- последовательно включать автоматические выключатели.

- если происходит отключение УЗО при включении определенного автоматического выключателя, то это означает, что в цепи данного выключателя имеется повреждение изоляции.

- отключить все электроприемники в цепи выключателя, при включении которого сработало УЗО.

- повторно включить УЗО и если УЗО не взводится при всех отключенных электроприемниках данной цепи, то это означает, что дефектна изоляция электропроводки. Следует устранить дефект изоляции и включить УЗО.

- последовательно включать каждый из электроприемников данной цепи и определить при включении, которого из них происходит срабатывание УЗО.

- отключить неисправный электроприемник.
- подключить исправные электроприемники, включить УЗО и убедиться, что оно не срабатывает. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки "Тест".

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВЫРАВНИВАНИЯ ГРАФИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ОЭС УКРАИНЫ

А.П. Лазуренко, к.т.н., доц., Г.И. Черкашина, асп.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Отмечена актуальность и значимость эффективного решения задачи выравнивания графиков электрической нагрузки (ГЭН) энергосистемы (ЭС), в частности, за счет бытовых потребителей-регуляторов, в условиях реформирования рынка электрической энергии (ЭЭ) Украины.

Рассмотрено несколько уровней выравнивания ГЭН:

1. до уровня, который позволит свести к минимуму необходимость маневрирования блоками тепловых электрических станций (ТЭС), что позволит экономить на платежах за маневренность;
2. до уровня, который исключает необходимость ночного выключения энергоблоков ТЭС на ночь, что позволит экономить на платежах за пуски/остановы блоков;
3. до уровня, который позволит увеличить долю выработки электрической энергии атомными электрическими станциями;
4. до уровня, исключающего необходимость строительства новых ГЭС и ГАЭС.

В результате определения экономии от выравнивания ГЭН ЭС предложен новый подход к формированию тарифа на 1 кВт*час ЭЭ для потребителей, которые участвуют в управлении режимами работы энергосистемы.

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

А.И. Колбасин, к.т.н., доц., В.П. Михайлов, И.Г. Натарева

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Стандарты, посвященные вопросам электромагнитной совместимости (ЭМС) можно разделить на три класса:

1. Фундаментальные публикации ЭМС представляют собой всесторонний набор основополагающих стандартов и технических отчетов, которые охватывают все общие аспекты проблемы. Они относятся к описаниям электромагнитной обстановки, методам измерений, методикам испытаний и т.п.

2. Вторая категория охватывает стандарты, которые применимы к продукции, предназначенной к использованию в специфической окружающей среде. Они известны как общие стандарты по ЭМС.

3. Стандарты по ЭМС для продукции могут использоваться для конкретных видов продукции, например, к электроизмерительным приборам и печатным схемам. Они могут также применяться к группе изделий, которые имеют общие основные характеристики, например, к медицинским устройствам, оборудованию для информационных технологий и низковольтному оборудованию для бытовых нужд. В этом случае такие публикации известны как стандарты по ЭМС для семейств типовой продукции.

Для целей сертификации по ЭМС Международная Электротехническая Комиссия (ИЕС) различает четыре категории продукции:

1) компоненты - изделия, не имеющие самостоятельного конечного назначения, но которые предназначены для использования в составе аппаратов, например, конденсаторы, трансформаторы или монтажные платы.

2) аппараты – законченные готовые изделия с конкретной функцией и готовые к использованию, например, бытовая техника, медицинское оборудование, инструменты или выключатели.

3) системы – они представляют собой комбинации аппаратов и/или ком-

понентов, составляющих единую функциональную единицу, и предназначенные для выполнения определенной задачи. В качестве удачного примера - компьютерная система, включающая в себя центральный процессор, монитор, клавиатуру, мышь, принтер и т.д.

4) установки – это комбинации компонентов, аппаратов и систем, смонтированных или установленных в определенном месте, например, промышленные заводы, электрические подстанции или системы телеуправления, охватывающие обширные районы.

Вопросы электромагнитной совместимости отражены в системе стандартов ИЕС серии 61000, состоящей из следующих частей:

- часть 1 содержит общие соображения (введение, фундаментальные принципы), определения и терминологию;
- часть 2 дает описание и классификацию электромагнитной обстановки, включая уровни совместимости;
- часть 3 представляет нормы помехоэмиссии и помехоустойчивости, кроме тех случаев, которые относятся к сфере деятельности комитетов по продукции;
- часть 4 описывает методы испытаний и измерений;
- часть 5 содержит руководства по установке, а также по методам и устройствам помехоподавления;
- часть 6 содержит общие стандарты.

Схематически взаимосвязь стандартов, регламентирующих электромагнитную совместимость и ее составные части: эмиссию и устойчивость, отражена на рис. 1.

Среди физических явлений, которые влияют на электромагнитную совместимость, выделяют:

- а) явления, связанные с электрическими, магнитными и электромагнитными полями;
- б) кондуктивные явления;
- в) явления, связанные с электростатическим разрядом.

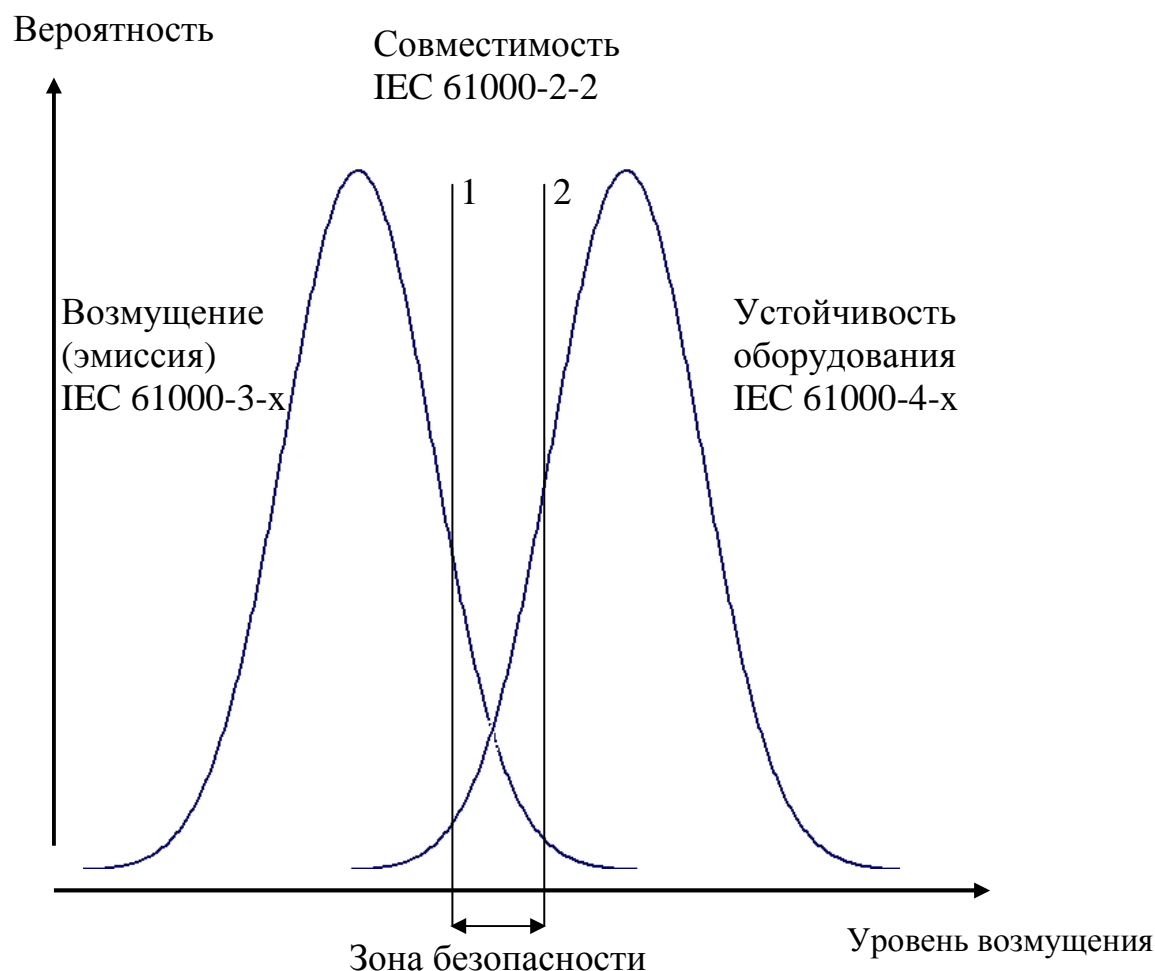


Рис. 1 – Совместимость, эмиссия, чувствительность:

1 - нормы эмиссии, 2 - минимальный уровень устойчивости

Непосредственно с качеством электрической энергии связаны кондуктивные явления, среди которых выделяют:

- 1) низкочастотные явления (частоты до 9 кГц включительно):
 - медленные изменения питающего напряжения;
 - гармоники и интергармоники;
 - передача сигналов управления и сигнализации по питающей сети;
 - флуктуации напряжения;
 - провалы и прерывания напряжения;
 - не симметрия напряжения;
 - изменения частоты в сети питания;
 - индуцированные низкочастотные напряжения;

- постоянный ток и/или напряжение в сети питания переменного тока;
- 2) высокочастотные явления (частоты выше 9 кГц):
- индуцированные непрерывные напряжения или токи;
- однонаправленные переходные процессы;
- колебательные переходные процессы.

Существующие в настоящее время стандарты для испытаний и измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Стандарты для испытаний и измерений

Вид испытаний и измерений	Стандарт
1	2
Испытание на устойчивость к наносекундным импульсным помехам	IEC 61000-4-4
Испытание на устойчивость к микросекундным импульсным помехам	IEC 61000-4-5
Измерение гармоник и интергармоник	IEC 61000-4-7
Испытание на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания	IEC 61000-4-11
Испытание на устойчивость к колебательным затухающим помехам	IEC 61000-4-12
Испытание на устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям	IEC 61000-4-13
Испытание на устойчивость к колебаниям напряжения	IEC 61000-4-14
Фликерметр – функциональные требования и технические нормы на проектирование	IEC 61000-4-15
Несимметрия	IEC 61000-4-27
Испытание на устойчивость к изменениям частоты питающего напряжения	IEC 61000-4-28
Измерение качества электроэнергии	IEC 61000-4-30

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Р.В. Жданов

АК «Харьковоблэнерго»

Требования к электромагнитной среде, в которой работают электроприемники, нормируются стандартом [1]. Данный нормативный документ устанавливает

допустимые уровни помех в электрической сети, которые характеризуют качество электроэнергии (КЭ) и называются показателями качества электроэнергии (ПКЭ).

Отклонение ПКЭ от допустимых значений приводит к снижению срока службы электротехнического оборудования, снижению эффективности его работы, а также к нарушению технологического процесса потребителей.

Большинство явлений, происходящих в электрических сетях и ухудшающих качество электрической энергии, происходят в связи с особенностями совместной работы электроприемников и электрической сети. Согласно [1] семь ПКЭ обусловлены потерями напряжения на участке электрической сети, от которой питаются потребители, величина которых для участка электрической сети (k) определяется выражением:

$$\Delta U_k = (P_k \cdot R_k + Q_k \cdot X_k) / U_{\text{ном}},$$

в котором активное (R_k) и реактивное (X_k) сопротивление k -го участка сети, практически постоянны, а активная (P_k) и реактивная (Q_k) мощность, протекающая по k -му участку сети, переменны.

Характер изменений указанных параметров режима может быть различным:

1. при медленном изменении нагрузки в соответствии с её графиком – отклонение напряжения;
2. при резкопеременном характере нагрузки – колебания напряжения;
3. при несимметричном распределении нагрузки по фазам электрической сети – несимметрия напряжений в трёхфазной системе;
4. при нелинейной нагрузке – несинусоидальность формы кривой напряжения.

В отношении этих явлений потребители электрической энергии имеют возможность тем или иным образом влиять на её качество. Всё прочее, ухудшающее качество электрической энергии, зависит от особенностей работы сети, климатических условий или природных явлений.

Отклонения ПКЭ от нормируемых значений не только ухудшают условия эксплуатации электрооборудования энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии, а также приводят к значительным ущербам как в промышленности, так и в бытовом секторе.

От электрических сетей систем электроснабжения общего назначения питаются электроприемники (ЭП) различного назначения. Наиболее характерными типами ЭП, широко применяющимися на предприятиях различных отраслей промышленности, являются электродвигатели и установки электрического освещения. Все более широкое распространение находят электротермические установки, а также вентильные преобразователи.

Для электроснабжающих организаций одним из основных признаков оценки предоставления качественных услуг и, как следствие, качественной электроэнергии является количество обращений бытовых потребителей и предприятий (юридических лиц) в энергоснабжающие организации.

Как пример предоставления услуг рассмотрим и проанализируем мониторинг обращений граждан и юридических лиц в одно из территориальных подразделений АК «Харьковоблэнерго», которое расположено в Красноградском районе. В связи с особенностями структуры предприятия - наличие отдельных структурных подразделений районных электросетей и энергосбыта данные приведены в суммарном виде и представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1. – Мониторинг предоставления услуг потребителям электроэнергии в Красноградском районе АК «Харьковоблэнерго»

№ п/п	Причина обращения	2007 год	2008 год	Динамика
1	Техническое состояние	34	30	-13,3 %
2	Качество электроэнергии	27	23	-17,4 %
3	Всего	61	53	-15,1 %

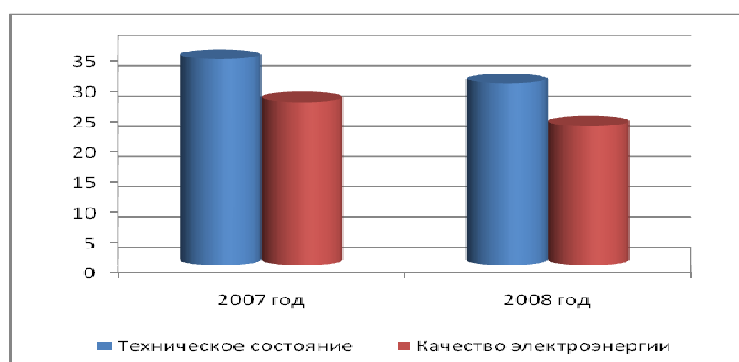


Рис. 1 – Данные о предоставлении услуг потребителям электроэнергии в Красноградском районе АК «Харьковоблэнерго»

Из приведенных данных видно, что число обращений по поводу параметров качества поставляемой электроэнергии составляет около 50 % от общего количества обращений. Основной причиной в 95 % случаев обращений является падение или колебание напряжения.

При детальном рассмотрении каждого обращения с выездом на место и проведением замеров параметров сети и ПКЭ согласно [3] можно выделить несколько причин ухудшения качества поставляемой электроэнергии. К наиболее распространенным из них относятся:

1. Нарушение потребителями требований правил пользования электроэнергией [2], а именно:

- использование самодельного (изготовленного кустарным способом) оборудования, в том числе сварочных аппаратов мощностью более 10 кВт. При проведении замеров на трех таких аппаратах наблюдается снижения напряжения в сети до 160 В в режиме сварки;

- установка и использование потребителями электрооборудования свыше разрешенной договором с АК «Харьковоблэнерго» мощности. Данный параметр четко прослеживается в многоэтажных многоквартирных зданиях. Как показывает опыт АК «Харьковоблэнерго», на сегодняшний день более 70 % квартир оборудовано электрическими нагревателями воды мощностью от 1 до 3 кВт, утюгом мощностью от 0,7 до 1,5 кВт, стиральной машинкой-автоматом мощностью от 1,5 до 3 кВт и другим оборудованием. Установленная мощность оборудования среднестатистической квартиры составляет на сегодняшний день не менее 3 кВт, хотя согласно действующим проектным нормам электроснабжения жилых домов, не оборудованных электроплитами [4, 5], и в соответствии с договором между абонентом с электроснабжающей организацией разрешенная установленная мощность токоприемников на 1 квартиру принимается 1,3 кВт. Превышение установленных мощностей приводит к существенному снижению напряжения и ухудшению КЭ.

2. Недостаточные объемы капитальных ремонтов и реконструкции сетей энергоснабжающих организаций.

3. Отсутствие капитальных ремонтов и модернизации внутридомовых сетей многоэтажных многоквартирных домов. Данный факт обусловлен отсутствием финансирования жилищно-коммунальных предприятий.

4. Несовершенство законодательной базы Украины.

5. Отсутствие пересмотренных и ратифицированных в Украине 80 % всех ГОСТ, СНиП и проектных решений, с учетом модернизации оборудования.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что задача анализа качества электроэнергии в сетях общего назначения является актуальной и требуют систематического и постоянного решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Взамен ГОСТ 13109-87; введ. 01.01.2000. - К.: Изд-во стандартов, 1999. - 31 с.

2. Правила користування електричною енергією: Затв. НКРЕ 22.08.2002; Введ 14.11.2002. – К., 2002. – 59 с.

3. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии РД 153-34.0-15.501-01. Разработано научно-методическим центром 000 «Научный центр ЛИНВИТ». – Москва, 2001 – 23с.

4. Инструкция по проектированию городских и поселковых электрических сетей ВСН 97-83.

5. ДБН В.2.5-23-2003. Проектирование электрооборудования жилых и общественных зданий и сооружений. - Госстрой Украины. - 2004.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЗА КРИТЕРІАЛЬНОЮ МОДЕЛЛЮ

П.Д. Лежнюк*, д.т.н., проф., В.О. Комар*, к.т.н., доц., А.Л. Поліщук**

**Вінницький національний технічний університет*

***Вінницькі міські електричні мережі*

Однією з умов економічного розвитку країни є стабільне, якісне постачання електроенергією населення і промисловості. Нажаль стан електроенергетики характеризується серйозним зносом як генерувального, так і мережевого обладнання.

Крім цього останнім часом активізувався процес переходу на електроопалення, що призводить до більш інтенсивного зношування розподільних електричних мереж, особливо міських. Тому для забезпечення відповідного рівня електропостачання необхідними є реконструкція та відновлення розподільних електричних мереж.

Через обмеженість ресурсів електропостачальних компаній постає задача раціонального розподілу коштів з метою вибору пріоритетних ділянок реконструкції й відновлення обладнання. Прийняття рішень про заходи, що фінансуються, повинно базуватись на даних про якість функціонування електромережевого господарства. Під якістю функціонування розподільної електричної мережі розуміють сукупність властивостей, які визначають її здатність забезпечувати надійне постачання якісною електроенергією споживачів.

Оцінити якість функціонування розподільної електричної мережі можна за критеріальною моделлю, яку можна побудувати використавши поєднання теорії марковських процесів та критеріального програмування.

Загальний вигляд критеріальної моделі такий:

$$E = \sum_{i=1}^m P_i \prod_{j=1}^n x_{*j}^{v_{ji}},$$

де P_i – критерій подібності, який у цьому випадку є ймовірністю перебування системи в стані i (складова, яка враховує надійність системи); $\prod_{j=1}^n x_{*j}^{v_{ji}}$ – показник ефективності стану i (складова, яка враховує якість електроенергії); m – загальна кількість можливих станів розподільної електричної мережі; n – кількість робочих станів. v_{ji} – елементи матриці переходів, які є алгебраїчними сумами інтенсивностей відмов λ та інтенсивностей відновлень μ елементів мережі.

Використовуючи критеріальну модель можна кількісно оцінити якість функціонування розподільної електричної мережі. Аналізуючи результат оцінки можна розробляти стратегію відновлювальних робіт.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

О.Д. Мазій, В.Ф. Рой, д.ф-м.н.,проф.

Харківська національна академія міського господарства

Надійність роботи повітряних ліній електропередач (ПЛЕ) безпосередньо залежить від їх технічного стану, який, в свою чергу, залежний від терміну експлуатації і тих зовнішніх факторів, які впливають на елементи ліній. ПЛЕ України експлуатуються в районах з різними кліматичними зонами і підлягають впливу кліматичних факторів різного характеру та інтенсивності. Одним з найбільш небезпечних серед цих факторів, що є причиною масового пошкодження ПЛЕ, є екстремальні ожеледно-вітрові навантаження. Статистика аварій свідчить, що сумісна дія вітру та ожеледі призводить до значно більшого проценту аварійних відключень ліній, ніж дія інших кліматичних факторів. Особливо це відноситься до деяких специфічних кліматичних зон України, таких, як Одеська, Донецька та Луганська області, де ці фактори проявляються найбільш інтенсивно. Тому завданням проектувальників і експлуатаційників є ретельне вивчення усіх діючих кліматичних факторів, притаманних даному регіону з метою розробки заходів ефективної протидії наслідкам цих негативних дій, та забезпечення безперебійності роботи електричних мереж.

Метою даної роботи було проведення аналізу ефективності існуючих методів оцінки стану ПЛЕ та методів об'єктивної оцінки параметрів діючих факторів кліматичних навантажень в умовах тривалого строку експлуатації існуючих ліній електропередач.

Важливою проблемою електроенергетики України є те, що значна кількість ПЛЕ знаходиться в експлуатації понад 40 років і їх технічний стан не відповідає сучасним вимогам щодо надійності та безвідмовності в роботі. Це пояснюється тим, що основна частина ПЛЕ була побудована на старій нормативній базі, яка не враховувала деяких факторів зовнішнього середовища і деградації параметрів елементів лінії в процесі експлуатації. Проведені дослідження свідчать, що понад 50% конструкцій ПЛЕ не відповідають вимогам УкрПУЕ, а реальні наванта-

ження на конструкції в багатьох випадках перевищують розрахункові на 5-15%. Складність оцінки кліматичних навантажень при проектуванні реконструкції існуючих ПЛЕ полягає в необхідності визначення реальних на даний час параметрів лінії, яка в процесі експлуатації втратила свої первинні якості. Але не зважаючи на це, задача по проектуванні реконструкції лінії є актуальною, оскільки витрати на реконструкцію можуть бути на порядок менші, ніж на спорудження нових ліній. Нормативні документи Держбуду України, що регламентують порядок обстеження технічного стану конструкцій, внаслідок специфіки ПЛЕ, непридатні для визначення параметрів кліматичних навантажень, тому не дають змогу зробити висновки про поточний рівень експлуатаційної надійності лінії. Окрім того, вони не враховують зміну властивостей матеріалів в процесі експлуатації, ступень впливу того чи іншого пошкодження на несучу здатність конструкцій, можливі відхилення кліматичних навантажень від розрахункових.

Для підвищення надійності визначення ожеледних навантажень на ПЛЕ використовують статистичні ряди річних екстремумів величин навантажень на даній території. На основі отриманих річних максимумів визначаються по зростаючим величинам інтегральні статистичні функції для кожного елемента ПЛЕ і розраховується щорічна імовірність її не перебільшення: $\ln d = f(\ln \cdot \ln F(d))$, тут d – товщина стінки ожеледі, $F(d)$ – імовірність її не перебільшення. В якості джерел інформації про ожеледні навантаження використовують статистичні інтегральні функції розподілу річних максимумів товщини стінок ожеледі по даним метеостанцій і їх обробки у вигляді карт районів по ожеледі. Встановлено, що розподіл по території кількості пошкоджень опор в енергосистемах безпосередньо характеризує також і розподіл ожеледно-вітрових навантажень, зменшення розрахункового навантаження призводить до збільшення площ територій, на яких пошкоджуються елементи ПЛЕ при надрозрахункових навантаженнях.

Проведений аналіз аварій ПЛЕ свідчить, що ожеледні навантаження мають екстремум, на території якого відбувається найбільша кількість зруйнованих ліній. Діюча методика побудови регіональних ожеледних навантажень дає перевищене значення величини імовірності неперевикнення навантаження, тому аварії відбу-

ваються частіше що пояснюється, також, не врахуванням так званих «викидів» навантаження. Для визначення надійності ПЛЕ необхідно оцінку нормативних значень атмосферних навантажень і оцінку щорічної імовірності їх неперевикнення визначати по одній інтегральній статистичній функції, складеної з річних максимумів навантаження на цій території. Для вирішення цієї проблеми можуть бути задіяні імовірнісні підходи щодо визначення надійності на базі показників імовірності відмов, або неперевикнення кліматичних навантажень.

Згідно УкрПУЕ надійність лінії визначається як функція кліматичних навантажень з середнім заданим періодом повторності і строку експлуатації ПЛЕ. В якості кількісної характеристики безвідмовності прийнята імовірність не перевикнення розрахункового навантаження за середній строк служби. Однак відсутні критерії оцінки поточного технічного стану елементів ліній, тому необхідна розробка чітких умов щодо проведення паспортизації діючих ПЛЕ. Для цього необхідно проводити визначення навантаження і перерахунок основних елементів ліній: – опор, проводів, тросів в залежності від остаточного строку служби. Визначення навантажень повинно здійснюватись обов'язково з врахуванням мікрокліматичних та топографічних особливостей місцевості. Такий підхід не гарантує неперевикнення екстремального навантаження, але знижує імовірність появи її до прийнятно низького рівня. Основою для визначення навантажень згідно УкрПУЕ в класах 1КБ – 3КБ, є карти районів кліматичних навантажень зі середній повторюваністю 1 раз в 50 років (так звані характеристичні навантаження). На основі обробки статистичних рядів максимальної сили вітру з ожеледдю усіма метеостанціями України (біля 200 одиниць) за останні 45 років і досліду аварій за рахунок перевикнення кліматичних навантажень створені карти кліматичного районування для характеристичних навантажень, що дають змогу з високою точністю відобразити сумісну дію цих двох факторів для усіх регіонів.

Найбільш перспективним напрямком забезпечення безвідмовної роботи електромереж, є шлях вдосконалення методів прогнозування надійності ПЛЕ та моніторинг технічного стану на протязі усього строку її експлуатації.

При наявності остаточного строку служби ПЛЕ після реконструкції, згідно УкрПУЕ, можлива корегування базового періоду повтору характеристичних значень

ожеледно-вітрових навантажень, що дає змогу суттєво знизити їх розрахункові параметри. Дана методика ґрунтується на базі статистичної невизначеності, що дає змогу прогнозувати безвідмовний строк експлуатації ПЛЕ, які знаходяться в експлуатації тривалий час і визначити оптимальні строки проведення ремонтно-поновлюваних робіт на лінії. З врахуванням статистики відмов по даному об'єкту можливе збільшення строку експлуатації ПЛЕ, що дозволить обґрунтовано продовжити ресурс ПЛЕ та оптимізувати співвідношення втрат на реконструкцію з гарантією безаварійної роботи. Використання цієї методики дозволяє визначати як необхідні конструкційні параметри елементів ПЛЕ, так і оптимізувати навантаження і, таким чином, мінімізувати фінансові витрати на реконструкцію ліній.

ОЦЕНКА РОСТА КОММУТАЦИОННОГО РЕСУРСА ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПРИ СИНХРОННОМ ОТКЛЮЧЕНИИ

А.А. Гилёв, к.т.н., доц., В.Н. Данилов, инж., В.С. Миронов, асп.

Севастопольский национальный технический университет

В настоящее время в силовых электрических цепях среднего напряжения широкое распространение получили вакуумные выключатели, обладающие целым рядом преимуществ перед другими типами коммутационных аппаратов.

Долговечность вакуумного выключателя обусловлена коммутационным ресурсом вакуумной камеры, который составляет $10^4 \dots 5 \cdot 10^4$ циклов включения – отключения для номинальных токов. Однако с ростом амплитуды отключаемого тока в тяжелых и аварийных режимах ресурс камеры и всего аппарата резко снижается и при номинально отключаемых токах составляет 25 ... 50 рабочих циклов. Проблема увеличения коммутационного ресурса может быть решена применением синхронной коммутации, т.е. включением вблизи нуля сетевого напряжения и отключением вблизи нуля тока.

При этом возникает проблема численной оценки роста коммутационного ресурса выключателя при синхронном отключении в сравнении с обычной коммутацией.

В качестве обобщенного показателя эрозионного износа контактов ис-

пользуем удельный износ контактов

$$\alpha_1 = \frac{\Delta h_{\text{доп}} \times S \times \rho}{I \times N_{\text{ном}}},$$

где α_1 - удельный износ контактов, $\text{г}/(\text{кА} \times \text{цикл ВО})$ при несинхронном отключении;

$\Delta h_{\text{доп}}$ – предельно допустимое значение линейного износа контактов ВДК, см;

S - площадь поверхности контактирования, см^2 ;

ρ – плотность контактного материала $\text{г}/\text{см}^3$;

I – действующее значение тока, при котором проводилось отключение, кА;

$N_{\text{ном}}$ – номинальный коммутационный ресурс камеры, число циклов ВО.

При токах выше 5 кА была получена математическая модель с использованием полинома вида:

$$\alpha_2(I) = 0,0299439 + 0,231797 \times I^2 - 0,0102795 \times I^3 + 6,002515 \times 10^{-6} \times I^5 - 7,2664018 \times 10^{-8} \times I^6$$

При $f = 50$ Гц и справедливости гипотезы о равномерном распределении момента начала расхождения контактов, а также допущении, что дуга гаснет при первом прохождении тока через ноль, величина Δt будет равна 5 мс, где Δt - математическое ожидание времени начала движения контактов относительно ближайшего нуля отключаемого тока.

Для оценки коммутационного ресурса синхронных выключателей следует учесть, что момент начала расхождения контактов в этом случае строго фиксирован и составляет от 0,5...2 мс, в зависимости от быстродействия привода и допустимой скорости перемещения подвижного контакта ВДК. Это время обозначим $t_{\text{упр}}$. Оно всегда меньше Δt и, значит, меньше термическое воздействие дуги на контакты камеры. Введём коэффициент

$$k_m = \frac{\Delta t}{t_{\text{упр}}}$$

Для синхронного отключения получим формулу коммутационного ресурса

$$N_{\text{синхр}} = 2 \times \frac{N_{\text{ном}} \times \alpha_1}{\alpha_2} \times k_m$$

Коэффициент 2 учитывает отсутствие эрозионного износа контактов при

синхронном включении аппарата, поскольку повсюду принимается равенство эрозии контактов при включении и выключении.

Коэффициент роста коммутационного ресурса представляет собой отношение

$$k_{\text{синхр}} = \frac{N_{\text{синхр}}}{N_{\text{ном}}}$$

и интересующая зависимость в общем виде получит выражение

$$k_{\text{синхр}} = f(t_{\text{упр}}, I_{\text{откл}}).$$

Понятно, что для каждого типа аппаратов $N_{\text{ном}}$ будет различным, как и различной будет зависимость $N_{\text{ном}} = f(I_{\text{откл}})$. Но в относительных единицах можно дать общую картину увеличения коммутационного ресурса в функции указанных величин.

Итак

$$k_{\text{синхр}} = \frac{N_{\text{синхр}}}{N_{\text{ном}}} = \frac{2\alpha_1}{\alpha_2} \times k_m$$

При промышленной частоте $f=50\text{Гц}$

$$k_m = \frac{\Delta t}{t_{\text{упр}}} = \frac{5}{t_{\text{упр}}},$$

где 5 – математическое ожидание момента движения контактов выключателей при несинхронной коммутации.

В более широком диапазоне отключаемых токов

$$k_{\text{синхр}} = 2 \times \frac{\alpha_1(I)^5}{\alpha_2(I \sin \varphi) t_{\text{упр}}} = \frac{10\alpha_1(I)}{\alpha_2(I \sin(18^\circ \times t_{\text{упр}})) t_{\text{упр}}}.$$

Данное выражение позволяет аналитически оценить увеличение коммутационного ресурса аппарата при применении синхронного отключения вместо несинхронного.

РОЗРАХУНОК ОБСЯГУ СПОЖИТОЇ АКТИВНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У РАЗІ ПОШКОДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ОБЛІКУ В ВИСОКОВОЛЬТНИХ МЕРЕЖАХ

В.В. Момот

ВАТ “Полтаваобленерго”

Обсяги електроенергії (ЕЕ), які підлягають оплаті, мають визначатися відповідно до даних розрахункового обліку ЕЕ про її фактичне споживання згідно правил

[1]. Часто виникає ситуація, коли розрахунковий облік тимчасово порушується внаслідок виходу із ладу розрахункових засобів обліку. Оскільки це призводить до комерційних втрат ЕЕ для енергокомпаній, то виникає питання щодо визначення дійсного значення спожитої ЕЕ за період порушення в високовольтних ЕМ.

У разі тимчасового порушення розрахункового обліку ЕЕ не з вини споживача обсяг ЕЕ, за згодою сторін, може бути розрахований постачальником за її середньодобовим обсягом споживання [1]. Слід зазначити, що даний порядок є об'єктивним тоді, коли порушення відбулося по усім трьом фазам одночасно. На даний час в трифазних трипровідних високовольтних ЕМ широко застосовуються, окрім 2-елементних індукційних, ще й 3-елементні електронні лічильники електроенергії (ЛЕ), розглянуті в роботі [2]. Тому виникає питання, чи можна застосовувати корегуючі коефіцієнти $K_{кор}$, розраховані в роботі [3] для 2-елементних індукційних ЛЕ, також і для електронних 3-елементних ЛЕ? Таким чином, постає необхідність як теоретичного, так і практичного дослідження обліку активної ЕЕ вказаними ЛЕ у разі пошкодження схеми обліку.

На рис.1 зображена векторна діаграма, яка відповідає пошкодженню схеми обліку у разі виходу з ладу трансформаторів струму (ТС) окремо по фазі «А» (рис.1,а) та фазі «С» (рис.1,б).

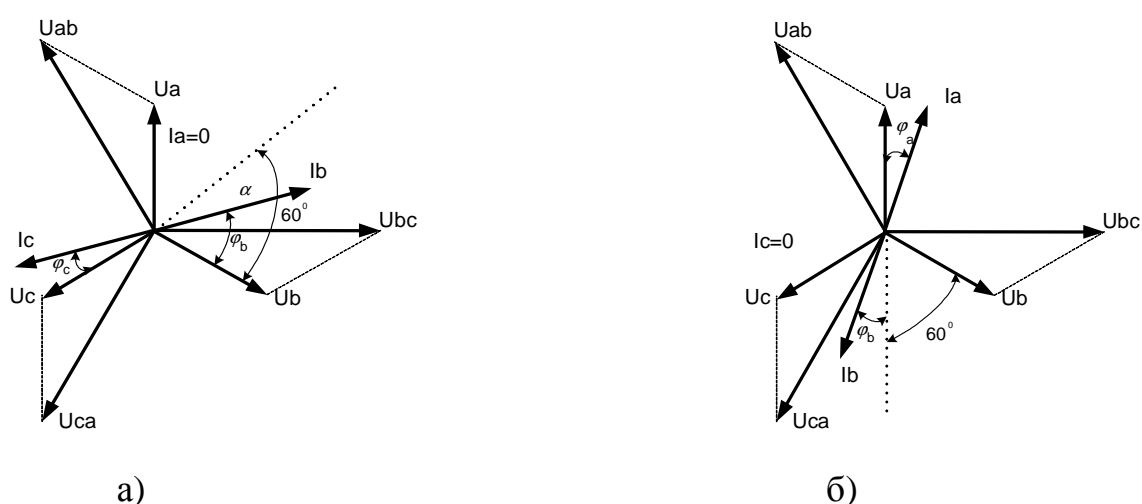


Рис.1. - Експериментально зняті векторні діаграми для триелементного ЛЕ типу NP-03 у разі пошкодження кіл струму схеми обліку.

а – по фазі «А»; б – по фазі «С».

Відповідно до [4] включення 3-елементних ЛЕ в схему обліку, при з'єднанні кіл ТС в «неповну зірку», проводиться шляхом ввімкнення струмового кола середнього елемента ЛЕ на суму струмів фаз «А» та «С» зі зворотною полярністю. Маючи значення потужності трифазної трипровідної зрівноваженої системи до пошкодження схеми обліку та після виявлення факту по-фазного пошкодження засобів обліку, можна визначити коефіцієнт $K_{кор}$ до фактично спожитого обсягу ЕЕ, який був зафіксований засобом обліку за період порушення:

$$K_{кор} = \frac{P_{\Sigma}}{P_{\delta}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi_{\text{л}}}{U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C}, \quad (1)$$

де P_{Σ} – розрахункова потужність трифазної зрівноваженої системи; P_{δ} – значення потужності у разі пошкодження схеми розрахункового обліку; $U_A, U_B, U_C, U_{\text{л}}, I_A, I_B, I_C, I_{\text{л}}, \varphi_A, \varphi_B, \varphi_C, \varphi_{\text{л}}$ – фазні та лінійні значення напруги, струму, та кута між ними для трифазної трипровідної зрівноваженої системи.

Зокрема, значення $K_{кор}$ при пошкодженні ф.«А» становить:

$$\begin{aligned} K_{кор.А} &= \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi_{\text{л}}}{0 + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C} = \frac{3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi}}{U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot (\cos(60^{\circ} - \varphi_B) + \cos \varphi_C)} = \\ &= \frac{3 \cdot \cos \varphi_{\phi}}{(\frac{1}{2} \cdot \cos \varphi_B + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \varphi_B) + \cos \varphi_C} = \frac{2 \cdot \cos \varphi_{\phi}}{\cos \varphi_{\phi} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin \varphi_{\phi}} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \varphi_{\phi}''}, \end{aligned} \quad (2)$$

де φ_{ϕ}'' – кут між струмом та напругою у відповідності з фактичним коефіцієнтом потужності споживача в середньому за розрахунковий період.

Аналогічно, при пошкодженні ф.«С»:

$$\begin{aligned} K_{кор.С} &= \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi_{\text{л}}}{U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + 0} = \frac{3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi}}{U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot (\cos \varphi_A + \cos(60^{\circ} + \varphi_B))} = \\ &= \frac{3 \cdot \cos \varphi_{\phi}}{\cos \varphi_A + (\frac{1}{2} \cdot \cos \varphi_B - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \varphi_B)} = \frac{2 \cdot \cos \varphi_{\phi}}{\cos \varphi_{\phi} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin \varphi_{\phi}} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{3} - \operatorname{tg} \varphi_{\phi}''}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для перевірки теоретичних розрахунків була використана модель схеми обліку, що складалася з 2-елементного та 3-елементного ЛЕ типів ЕТ 3А5Е7ULRT та NP-03 відповідно. Для визначення відносної похибки δ обліку активної ЕЕ використаний переносний робочий еталон ZERA MT 310. Резуль-

тати теоретичних розрахунків та вимірювань наведені в табл.1.

Таблиця 1 - Результати обліку активної ЕЕ у разі порушення схеми обліку

Виконання схеми	Похибка 2-елементного ЛЕ $\delta 2$, %		Похибка 3-елементного ЛЕ $\delta 3$, %		Ккор ЛЕ (2-ел.)	Ккор ЛЕ (3-ел.)
	$\cos\varphi=0,94$	$\cos\varphi=0,7$	$\cos\varphi=0,94$	$\cos\varphi=0,7$		
Без змін	$\frac{0,67}{0,79}$	$\frac{0,73}{0,89}$	$\frac{0,06}{0,11}$	$\frac{0,14}{0,13}$	1	1
Відсутній ІА	$\frac{-36,47}{-35,15}$	$\frac{-17,90}{-17,00}$	$\frac{-37,45}{-36,60}$	$\frac{-17,95}{-16,01}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + tg\varphi}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + tg\varphi}$
Відсутній ІВ	-	-	$\frac{-32,66}{-32,29}$	$\frac{-32,60}{-32,75}$	-	1,5
Відсутній ІС	$\frac{-62,71}{-62,29}$	$\frac{-83,05}{-81,75}$	$\frac{-62,85}{-64,35}$	$\frac{-81,54}{-80,44}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} - tg\varphi}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} - tg\varphi}$
Відсутня UА	$\frac{-36,03}{-35,66}$	$\frac{-18,72}{-18,85}$	$\frac{-49,46}{-47,14}$	$\frac{-49,87}{-45,66}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + tg\varphi}$	2*
Відсутня UВ	$\frac{-47,94}{-48,28}$	$\frac{-47,74}{-48,66}$	$\frac{-49,00}{-48,38}$	$\frac{-49,28}{-50,86}$	2	2*
Відсутня UС	$\frac{-63,97}{-64,58}$	$\frac{-84,05}{-84,26}$	$\frac{-51,85}{-52,39}$	$\frac{-51,49}{-51,75}$	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} - tg\varphi}$	2*

Примітка: через дріб наведені значення похибок при струмі 14% та 7% від Іном;

«*» - Ккор залежить від типу електронного ЛЕ.

Отримані за допомогою теоретичних розрахунків значення Ккор для 2- та 3-елементних ЛЕ співпадають одне з одним та з величинами отриманих похибок $\delta 2$ і $\delta 3$. Слід зазначити, що у випадку відсутності напруги по одній з фаз (за винятком пошкодження по фазі «В») значення δ та Ккор для 2-елементних ЛЕ відрізняються від аналогічних значень для 3-елементних ЛЕ (зокрема, для ЛЕ типу NP-03 та ZMD похибка $\delta 3$ становить близько 50%, відповідно Ккор=2).

Висновки:

- теоретичні розрахунки обсягу недоврахованої ЕЕ у разі пошкодження схеми обліку підтверджуються практичними результатами як для 2-елементних, так і для 3-елементних ЛЕ;

- для визначення дійсного значення спожитої активної ЕЕ у разі пошко-

дження розрахункового обліку можна застосувати коефіцієнт $K_{кор}$;

- значення коефіцієнту $K_{кор}$ для 3-елементних ЛЕ, у разі пошкодження кіл напруги (окрім напруги середньої фази «В»), відрізняється від аналогічного значення $K_{кор}$ для 2-елементних ЛЕ і залежить від типу ЛЕ;

- вид виконання схеми струмових кіл обліку не впливає на значення обсягу недоврахованої ЕЕ в трифазних трипровідних ЕМ високої напруги, оскільки для 2- та 3-елементних ЛЕ значення коефіцієнта $K_{кор}$ однакові;

- отримані результати досліджень можуть бути використані при розробці методики для вирішення спірного питання між електропередавальною організацією та споживачем щодо визначення обсягу недоврахованої ЕЕ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила користування електричною енергією. Постанова НКРЕ №28 від 31.07.96р (у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005р. №910).
2. Момот В.В., Рой В.Ф. Особливості обліку електроенергії, спожитої на власні потреби підстанцій// Міжнародний науково-технічний журнал «Світлотехніка та електроенергетика». – 2008. - №1. – С.17-23.
3. Г.П. Минин. Измерение электроэнергии. – М.: Энергия, 1974.-103 с.
4. В.А. Рощин. Схемы включения счетчиков электрической энергии. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.-62 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

И.А. Немировский, к.т.н., И.М. Овсянникова, асп.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Дефицит и подорожание органического топлива, а также резкое ухудшение экологической обстановки вынуждает искать новые технологии тепло-снабжения на базе альтернативных источников энергии.

Технология использования солнечной энергии для получения низкопотенциального тепла стала широко применяться во многих странах. Преобразование солнечного излучения в тепловую энергию при помощи солнечных коллекторов

на нужды энергообеспечения становится обычной практикой для многих стран.

В работе оценена возможность применения солнечной энергии на цели горячего водоснабжения (ГВ) в неотапливаемый сезон для Украины в совокупности с электроподогревом воды в зимний период, когда использование геотермальной установки не эффективно. Также был просчитан срок окупаемости автономной системы ГВ. Проведена оценка такой системы для различных ценовых категорий на природный газ в сравнении с ГВ от городской централизованной котельной.

В табл. 1 приведены результаты расчетов теплоступлений на коллектор, размещенный под углом 30° к горизонту, в теплые месяцы года, в которые наиболее эффективно применять геотермальную установку.

Для месяца с наименьшим количеством солнечного излучения – апрель (см. табл.1) определена реальная площадь гелиополя для покрытия суточной нагрузки на ГВ жилого дома. Результаты занесены в табл. 2.

В остальной период с октября по март для покрытия той же тепловой нагрузки предусмотрен автономный электродом, размещенный в каждой квартире дома. Для покрытия поквартирной нагрузки достаточно электродом мощностью 2 кВт. Цена котла указанной мощности составляет 1000 грн. с учетом всех необходимых материалов и монтажа на каждую квартиру.

Таким образом, с учетом того, что жители данного дома летом не оплачивают стоимость горячей воды, а в зимний период необходимо платить за электроэнергию, которая потрачена на подогрев в соответствии с [1], а также, что для семьи, состоящей из трех человек достаточно 120 л. горячей воды в сутки [2], то для нагрева требуемого количества воды бойлером мощностью 2 кВт понадобится 3,5 часа, и с учетом до-нагрева в течение дня – 4 часа. Среднее месячное потребление электрической энергии на нужды подогрева при суточном – 8 кВтч составит 240 кВтч (см. табл. 3).

Таблица 1. – Результаты расчетов теплоступлений на коллектор,
размещенный под углом 30° к горизонту

Величина	Угол склоне- ния солнца, град	Часовой угол за- хода солнца на гори- зонталь- ной по- верхно- сти, град	$\text{Arcos}\{-\text{tg}(\varphi-\beta)\cdot\text{tg}\delta\}$, град	Часовой угол за- хода солнца на гори- зонталь- ной по- верхно- сти, град	Коэффици- ент пересче- та прямого излучения с горизон- тальной на наклонную поверхность	Отношение среднемесяч- ных дневных количеств солнечной ра- диации, по- ступающих на наклонную и горизонталь- ную поверхно- сти	Среднемесяч- ное дневное количество суммарной солнечной энергии, ко- торая попада- ет на гелио- коллектор, Вт·час/м ² ·сут
Обозна- чение	δ	ω_3		ω_3'	РП	R	ЕК
Апрель	9,42	89,57	84,40	84,40	1,17	1,07	4156,37
Май	18,75	92,57	77,10	77,10	1,23	1,13	5917,32
Июнь	23,07	66,27	108,19	66,27	1,23	1,10	5732,92
Июль	21,14	85,93	105,94	85,93	0,97	0,97	5518,76
Август	13,38	92,80	87,12	87,12	1,23	1,14	5476,18
Сентябрь	2,10	87,61	90,27	87,61	1,34	1,18	4160,62

Таблица 2. – Результаты расчетов

Параметр	Значение
Расход горячей воды на дом в сутки, л	28800
Температура горячей воды, °С	55
Требуемое количество тепла, МДж/м ² ·сут	14,96
Реальная площадь гелиополя, м ²	371

В табл. 4 представлены результаты расчетов затрат жителей рассматри-
ваемого объекта за ГВ от централизованной городской системы.

Таблица 3. – Затраты на обеспечение и функционирование автономной системы ГВ

	Цена	Количество	Сумма, грн.
Капитальные затраты			
Гелиоколлектор	2500 грн/м ²	371 м ²	927 500
Электробойлер	1000 грн/шт	96 шт	96 000
Итого на дом			1 023 500
Итого на квартиру			10 661,50
Текущие затраты			
Оплата за электроэнергию с квар- тиры в месяц	0,2436 грн/кВтч	240 кВтч	58,46
Оплата за электроэнергию с дома в месяц	0,2436 грн/кВтч	240 кВтч× 96 квартир	5 612,54
Оплата за электроэнергию с дома за период октябрь-март	0,2436 грн/кВтч	240 кВтч× 96 квартир× 6 мес	33 675,26

Таблица 4. – Затраты на оплату ГВ при централизованном обеспечении

	Цена	Количество	Сумма, грн.
Оплата за ГВ с одной квартиры в месяц	11,56 грн/м ³	9 м ³	104,04
Оплата за ГВ с дома в месяц	11,56 грн/м ³	9м ³ ×96 квартир	9 987,84
Оплата за ГВ с дома за год	11,56 грн/м ³	9м ³ ×96 квартир× 12 мес	119 854,08

Данные, приведенные в табл. 4, были получены исходя из стоимости природного газа, действующей в 2008 году. Но, учитывая последние события, связанные с установлением новой цены 386 \$/тыс. м³, срок окупаемости стоит пересчитать с возможной новой ценой за тепло для потребителей, т.к. вполне ожидаемо и это повышение.

Сравнительные данные общедомовой, поквартирной экономии потребителей за оплату ГВ при использовании нетрадиционной системы ГВ, а также сроки окупаемости при двух ценовых категориях занесены в сравнительную табл. 5.

Таблица 5. – Сравнительные данные

	Цена за ГВ	
	11,56 грн./м ³	36,76 грн./м ³
Экономия на дом, грн./год	86 178,82	347 444,26
Экономия на квартиру, грн./год	897,70	3 619,21
Срок окупаемости, лет	11	3

ЛИТЕРАТУРА

1. Постанова НКРЕ № 926 від 20.07.06 «Про зміну тарифів на електричну енергію, яка відпускається населенню і населеним пунктам, і внесення змін в Порядок застосування тарифів на електроенергію, яка відпускається населенню і населеним пунктам».

2. Михайлова В.М. Опыт определения нагрузок и расхода электрической энергии при разных условиях электрификации быта городского населения. – М., Стройиздат.1980. – 88 с.

ЕЛЕКТРОННІ КОМУТАТОРИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

В.М. Поліщук, к.т.н., доц., В.Ф. Рой, д.ф-м.н., проф.

Харківська національна академія міського господарства

Розвиток силової напівпровідникової електроніки сприяв створенню багатофункціональних безконтактних комутаційних апаратів, які дали змогу суттєво підвищити надійність систем захисту електричних мереж. Це пояснюється, насамперед,

їх високою швидкодією та дуже великим ресурсом струмообмеження в мережах напругою до 10 кВ в системах електропостачання пром підприємств, можливістю безструмової комутації різноманітного навантаження та ін. Впровадження потужних керованих силових тиристорів дозволило розробити та впровадити електронні комутаційні прилади захисту (ЕКП), які дозволяють здійснювати швидкодіюче відключення та струмообмеження в силових електричних мережах пром підприємств, забезпечуючи якісно новий рівень захисту від перевантажень [1,2]. Найбільш суттєвими перевагами ЕКП перед існуючими електромеханічними апаратами захисту є:

- висока швидкодія (долі мілісекунд);
- без дугове відключення електричних кіл;
- мала потужність керування;
- можливість регулювання потужності, швидкості, реверсу;
- сумісність з автоматичними системами контролю стану мереж.

Метою даного повідомлення є аналіз можливостей застосування ЕКП для забезпечення надійного захисту електричних мереж промислових підприємств від перевантажень.

Проведений аналіз свідчить[3], що завдяки переліченим властивостям, ЕКП дозволяють створювати безреакторні електричні мережі напругою до 10 кВ з потужністю короткого замикання до 1500 МВА, обмежуючі ударні струми короткого замикання (КЗ) та послаблюючі термічні та динамічні впливи на елементи системи електропостачання. При цьому з'являється можливість формувати кільцеві мережі 0,4, 6, 10 кВ та раціонально використовувати трансформаторну потужність в розподільних мережах, забезпечуючи безперебійне електропостачання промислових підприємств.

Важливою задачею запобігання аварійним режимам в промислових електричних мережах, є обмеження аварійних ударних струмів короткого замикання, що розв'язується на основі серієсного або шунтового включення елементів схеми [4]. Метод шунтування ланцюга КЗ, вдосконалений на базі тиристорної техніки, дає змогу створювати загальний струмообмежувальний контур для електричної мережі довільної конфігурації. Захисна дія ЕКП в даному випадку полягає в шунтуванні ланцюгу КЗ та поділу загальної мережі на ряд окремих контурів, завдяки чому відбувається новий струморозподіл і рівень аварійних струмів пропорційно зменшується до

величини комутаційної спроможності вимикачів. Для цього ЕКП вмикають послідовно з струмообмежуючими резисторами, величина опору яких та місце ввімкнення і визначає необхідну ступень обмеження струму КЗ. Критерієм вибору величини опору шунтового резистора при цьому є забезпечення мінімального струму комутуючого тиристора при заданому ступені обмеження робочого струму мережі.

Алгоритм керування ЕКП забезпечує струмообмеження будь-якого з приєднань при довільній кількості ступенів селективності в системах електропостачання довільної конфігурації.

Ще однією важливою задачею застосування ЕКП класу 6 – 10 кВ, є розробка системи для вирішення задачі (у випадку аварії) автоматичного введення резерву (АВР), що дає змогу переводити на резервне джерело живлення електричні двигуни без гасіння в них поля. Найпростіша схема з використанням ЕКП використовує один секційний вимикач. Якщо живлячі джерела мають електричний зв'язок по стороні вищої напруги, найбільш ефективною буде схема з трьома тиристорними вимикачами. Резервне джерело підключається в такій схемі до моменту ліквідації аварії живильної мережі і при цьому можливе параметричне введення резерву [5].

Керування ЕКП здійснюється силовими тиристорами, що забезпечують гальванічну розв'язку елементів мережі від потенціалу землі. Оскільки потужні високовольтні тиристори 40-го класу, що комутують струми у декілька десятків кА мають час вмикання в межах 30-100 мкс, це висуває відповідні умови до параметрів керуючих імпульсів, які повинні складати $\sim 1-2$ А/мкс.

Існуючий досвід впровадження безреакторних мереж з потужністю струмів КЗ в межах 1000-1500 МВА на основі ЕКП свідчить про високу ефективність використання таких систем, насамперед, в мережах з різко змінними ударними навантаженнями, які притаманні мережам промислових підприємств.

Таким чином, застосування ЕКП в системах електропостачання дає змогу здійснювати ефективний захист розгалужених мереж 6 – 10 кВ від аварійних режимів та перевантажень і забезпечувати безаварійну роботу електричних мереж промислових підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Поскребко А.А. Бесконтактные коммутирующие полупроводниковые устройства. М.:

Энергия 1999, 195с.

2. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. М.: Энергия, 1995, 296с.

3. Сосков А.Г., Соскова И.А. Полупроводниковые аппараты: коммутация, управление, защита. К.: Каравелла, 2005, 343с.

4. Копечицкий Е.С. Расчёт электрических цепей устройств высокого напряжения. М.:Энергия, 1999, 286с.

5. Бороденко В.А., Поляков В.Е. О выборе принципа действия пусковых органов АВР// Промышленная энергетика, 1981, №5, С.18-23.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ ЗДАНИЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

А.Н. Потапенко, к.т.н, доц., А.С. Солдатенков, А.О. Яковлев.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

В докладе показаны особенности управления энергоносителем распределенного комплекса зданий в условиях функционирования автоматизированной системы управления энергосистемами с учетом применения на нижнем её уровне современных систем контроля и учета потребления энергоресурсов, энергоэффективного оборудования и современных технологий автоматизации.

В первой части доклада представлены особенности многоуровневой автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) комплекса зданий БГТУ им. В.Г. Шухова – основы демонстрационной зоны, входящей в состав региональных центров энергосбережения Минобрнауки РФ. Нижний уровень АСДУ предназначен для автоматического регулирования процесса теплоснабжения систем зданий, формирования первичной информации о потреблённой электрической энергии (на базе электросчётчиков трёхфазных электронных типа Меркурий 230 ART), теплопотреблении (на базе теплосчётчиков типа КМ-5М), о количестве холодной воды (на базе тахометрических водосчётчиков, подключаемых к теплосчётчикам КМ-5М) и другим данным, передающимся на верхний уровень системы управления. Особенность среднего уровня АСДУ заключается в том, что он предназначен для передачи команд управления с верхнего уровня на нижний, а также для передачи информации на верхний уровень с

регуляторов нижнего уровня, датчиков, электро- и теплосчетчиков и других счетчиков и измерительных приборов. Верхний уровень АСДУ предназначен для наблюдения, регулирования, получения информации и архивирования данных по процессам, протекающим в распределенных энергосистемах зданий. В докладе также рассмотрены некоторые особенности типового автоматизированного ИТП на базе систем автоматического регулирования (САР) с узлом учета теплопотребления для открытой системы централизованного теплоснабжения и особенности функционирования локальной САР.

Во второй части доклада представлены некоторые особенности математической модели управления процессом отопления распределенного комплекса зданий, учитывающей структуру связей систем отопления (СО) зданий, включающей математические модели процесса отопления для каждого здания в виде некоторой системы, причем в основе этих систем математические модели СО, законы сохранения массы и количества теплоты, причем каждая из систем уравнений учитывает нелинейный участок смешивания теплоносителей из подающего трубопровода теплосетей и обратного трубопровода системы отопления здания. В разработанной модели, в отличие от известных, температура теплоносителя в обратном трубопроводе также является одним из регулируемых параметров. Разработанная математическая модель позволяет исследовать алгоритмы управления АСДУ, обеспечивающие энергосбережение.

Установлено, что при увеличении температуры наружного воздуха до некоторой величины T_n в исследуемых зданиях с автоматизированными ИТП потребляемый суммарный относительный расход теплоносителя снизился до величины порядка 56,5 %, а по остальным зданиям комплекса (условно принятыми в расчетной модели как системы с нерегулируемыми элеваторными узлами) относительный расход теплоносителя при этом увеличился до величины порядка 43,5 %.

В докладе отмечается, что существующие подходы для интеллектуальных зданий, а также для автоматизированных ИТП здания или ЦТП зданий, разработанные специалистами на Западе, дают положительные результаты по экономии энергоресурсов для этих объектов, но в случае применения этих подходов для распределенного комплекса зданий, связанных через общую технологическую камеру, или для теплоснабжения микрорайонов города эти подходы могут привести

к отрицательным результатам в целом по комплексам зданий.

В заключение отмечается, что на основе имитационного моделирования управления энергоносителем распределенного комплекса зданий в условиях централизованного теплоснабжения при частичной автоматизации систем теплоснабжения комплекса зданий, ИТП которых через общую технологическую камеру связаны с внешними тепловыми сетями, возможно при определенных условиях функционирования АСДУ перераспределение энергоносителя внутри этого комплекса, которое может привести к существенному снижению экономии энергоносителя. Для исследования такого типа эффектов необходимо в структуре АСДУ предусматривать применение имитационного моделирования управления процессом теплоснабжения распределенного комплекса зданий с последующим выходом на оптимизацию энергопотребления по всему комплексу зданий.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ СПОЖИВАЧАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

В.Ф. Рой, д.ф-м.н., проф., І.Г. Абраменко, к.т.н., доц., М.М. Штанько

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

Частина споживачів промислових мереж мають досить складні технологічні процеси, керування якими зводиться до оптимізації дрейфуючої в часі екстремальної функції багатьох перемінних. Існує проблема вибору алгоритму функціонування екстремального регулятора для таких задач.

Виходячи з аналізу статичних і динамічних властивостей об'єктів керування в електроенергетиці, виду поверхні критеріальних функцій, а також виходячи з вимоги максимальної простоти технічної реалізації були обрані методи прямого багатомірного пошуку.

Враховуючи умови функціонування об'єктів даного класу - дрейф екстремуму критеріальної функції в залежності від характеристик і наявність високого рівня перешкод, для їх оптимізації доцільно застосовувати послідовний симплекс-метод у його модифікації, що використовує тільки регулярний (рівносторонній) симплекс або регулярний симплекс, розміри якого в процесі пошуку

змінюються по заздалегідь відомому законі.

Розроблено новий алгоритм зміни розміру симплекса зі збереженням його регулярності, що враховує знак критеріальної функції на етапі пошуку і число кроків на етапі спостереження, при якому залишається невідкинutoю хоча б одна з попередніх вершин.

Розрахунки показали, що застосування двоканальної системи автоматичної оптимізації з використанням модифікованого симплекс-методу дозволяє збільшити ефективність керування в середньому на 7 %, чим суттєво знизити втрати електроенергії. Конкретні числові співвідношення характеристик процесу залежать від характеру і величини внесених збурювань.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ИНВЕРСИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ В ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

Т.А. Потапенко, студентка гр. ЭА-41

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Разряды атмосферного электричества весьма опасное явление в природе. Образующиеся молнии непосредственно угрожают жизни людей и животных, а при отсутствии систем молниезащит могут привести к повреждению или уничтожению домов, сооружений, электрооборудования, промышленных коммуникаций и др. Существующие системы молниезащит содержат: молниеотводы, токоотводы-проводники и заземлители, а также систему уравнивания потенциалов и систему защиты от перенапряжений. Среди схем систем молниезащит с учетом вида молниеотводов можно выделить такие как стержневые молниеотводы, молниеотводы типа «пространственная сетка» (металлическая сетка на объекте), тросовые молниеотводы (например, для линий электропередач (ЛЭП)), специальные молниеотводы зонтикового типа с коронирующей системой игольчатых электродов и в виде стержневого молниеотвода с применением импульсного электромагнитного устройства (ИЭУ). Первые три типа молниеотводов относятся к пассивным, а последние – к активным типам.

Молниеотвод с ИЭУ может быть, например, выполнен в виде устройства типа Prevector 2 (компании INDELEC, Франция) с расположенным ИЭУ на верху стержня [1]. При этом, как правило, конструкция ИЭУ не раскрывается изготовителем. В отличие от существующих молниеотводов пассивного типа молниеотводы ИЭУ, например, Prevector 2, разработанные только в конце двадцатого столетия, основаны на принципе так называемого «встречного разряда». Они имеют относительно высокую надежность, способны защищать достаточно большую площадь и при этом сохраняют эстетику строения в отличие от молнезащиты типа «пространственной сетки». Полевые испытания, выполненные во Флориде (США) в 1993 - 1995 годах, для устройств типа Prevector 2 в сравнении с одиночным стержнем показали преимущество молниеотвода активного типа [1].

При этом необходимо отметить, что в практике молнезащиты молниеотводы зонтикового типа с коронирующей системой игольчатых электродов и в виде стержневого молниеотвода с применением ИЭУ в настоящее время являются предметом весьма острых дискуссий [2].

Для численного исследования стержневых молниеотводов с применением ИЭУ и без него предлагается использование численного метода инверсии для полубесконечной области [3]. Особенность этого метода заключается в применении специального приема для перехода от моделируемой области D к составной из D' и D^* . При этом при переходе от D' к D^* с помощью инверсии сохраняется шаблон расчетной схемы в силу свойства конформных отображений сохранения углов и постоянства растяжений.

Рассмотрим особенности расчета электростатических полей (ЭП) стержневых электродов в полубесконечной области относительно проводящей плоскости (поверхности земли) Z_k (граница Γ_1). В первой задаче определяется ЭП электрода (модель молниеотвода пассивного типа) относительно проводящей плоскости Z_k и плоской границы Γ_6 , являющейся некоторой частью круга с потенциалом ψ_0 (модель некоторого облака [4]).

Во второй задаче постановка аналогична, но определяется ЭП стержневого электрода, являющегося моделью молниеотвода активного типа, располо-

женного вертикально на проводящей плоскости Z_k с возможностью возбуждения ЭДС от ИЭУ, причем находящегося в верхней его части.

Считаем, что в этих случаях исследуется квазистатический режим процесса как в [3], причем для второй задачи учитывается возникновение в некоторый момент времени на электроде Γ_4 в верхней его части (Γ_{41}) потенциала ψ_1 . Этот прием применяется, например, в [5] при исследованиях ЭП для трехфазных ЛЭП 735 кВ (компании «Гидро-Квебек»), причем ЭП определяется для моментов времени t_i с учетом поочередного изменения условий на фазных проводах.

Постановка для первой задачи следующая. Определяется объемное поле в полубесконечной области $D(x,y,z)$ в виде некоторой части полусферы относительно поверхности земли на основе уравнения Лапласа [6]:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0 \quad ; (x,y,z) \in D(x,y,z). \quad (1)$$

Граничные условия следующие:

- на проводящей плоскости в виде границе Γ_1 (нижняя часть полусферы):

$$\psi(x,y,z) = 0, \quad (x,y,z) \in \Gamma_1; \quad (2)$$

- на границе полубесконечной области Γ_∞ :

$$\psi(\infty) = 0; \quad (3)$$

- на поверхностях симметрии в виде границ Γ_2 и Γ_3 (на боковых частях полусферы):

$$\partial\psi/\partial n = 0, \quad (x,y,z) \in \Gamma_2, \Gamma_3; \quad (4)$$

- на части круга в виде границы Γ_6 , находящейся над стержневым электродом:

$$\psi(x,y,z) = \psi_0, \quad (x,y,z) \in \Gamma_6; \quad (5)$$

- на стержневом электроде (без ИЭУ), вертикально расположенном на границе Γ_1 :

$$\psi(x,y,z) = 0, \quad (x,y,z) \in \Gamma_4, \quad (6)$$

где $D(x,y,z)$ – расчетная область, ограниченная $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \Gamma_\infty$; Γ_∞ – условная граница на бесконечности. При этом вводится некоторая внутренняя граница Γ_5 в области $D(x,y,z)$ (искусственная граница для решения задачи с использованием метода [3]).

Считаем, что часть выделенной области в виде $D_m(x,y,z)$, входящая в состав исследуемой области $D(x,y,z)$ является основной, имеет форму части полу-

сферы с радиусом R_0 и с границами $\Gamma_1 - \Gamma_5$ (с целью упрощения численного моделирования область $D(x,y,z)$ может быть в виде куба, параллелепипеда и др.). Для реализации метода необходима дополнительная область $D^*m(x,y,z)$ с учетом вида основной области $Dm(x,y,z)$ для того, чтобы часть области $D(x,y,z)$, находящаяся между границами Γ_5 и Γ_∞ , отобразилась на область $D^*m(x,y,z)$. При этом на границе области $D^*m(x,y,z)$, расположенной по диаметру этой части полусферы, присваивается значение, совпадающее со значением потенциала ψ на бесконечности Γ_∞ (с учетом отображения области между границами Γ_5 и Γ_∞ на область $D^*m(x,y,z)$). При этом считаем, что области $Dm(x,y,z)$ и $D^*m(x,y,z)$ являются, как бы склеенными по соприкасающейся поверхности Γ_5 [3].

Постановка для второй задачи аналогична за исключением условия (6), вместо которого используются следующие условия:

- на верхней части стержневого электрода с ИЭУ в виде границы Γ_{41} :

$$\psi(x,y,z) = \psi_1, (x,y,z) \in \Gamma_{41}; \quad (7)$$

- на нижней части стержневого электрода с ИЭУ в виде границы Γ_{42} , вертикально расположенного на границе Γ_1 :

$$\psi(x,y,z) = 0, (x,y,z) \in \Gamma_{42}. \quad (8)$$

При этом части стержней Γ_{41} и Γ_{42} изолированы друг от друга [1, 2].

В заключение можно отметить следующее. Начиная с 1753 г., когда Б. Франклин (США) изобрел громоотвод, появляется понятие – «молниезащита» и затем около двух столетий идёт развитие этого подхода. В 80-х годах появляются новые принципы построения систем молниезащит, например, компания INDELEC (Франция) разрабатывает молниеотвод типа Prevectron в виде стержня с импульсным электромагнитным устройством в его верхней части, позволяющего создать более сильную ионизацию вокруг стержня, для образования «встречного разряда». На основе сформулированных задач (уравнения (1-6) и (1-5, 7,8)) и с помощью численных расчетов можно будет выявить особенности этих систем молниезащит, например, оценить возможную область защиты от электрического разряда при одинаковой высоте стержневых электродов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.prelectron.ru>
2. Базелян, Э.М. Молниезащита высоких сооружений/ Э.М. Базелян// Известия академии наук. Энергетика. – 2005. – №3. – С. 55-74.
3. Элементы доказательства метода инверсии внешней бесконечной области/ А.Н. Потенко, М.И. Дыльков, А.И. Штифанов// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. – №6. – С. 186-188.
4. Резинкина, М.М. Расчет трехмерных электрических полей в системах, содержащих тонкие проволоки/ М.М. Резинкина// Электричество. – 2005. – № 1.– С. 44–49.
5. Yang Y., Dallaire D., Ma J., Dawalibi F.P. The strip simulation method for computing electric field on conductor surfaces // Proceedings of the Third IASTED International Conference on Power and Energy Systems, EuroPES 2003, Marbella, Spain, Sept. 3-5. – 2003. – P. 353-357.
6. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2001. – 317 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

О.Г. Гриб, д.т.н., проф., А.В. Сапрыка, к.т.н., доц., В.А. Сапрыка, асп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Современная система наружного освещения города представляет собой сложный комплекс, который состоит из трансформаторных подстанций, шкафов питания, линий электропередач, осветительных установок. В настоящее время система наружного освещения г. Харькова включает в себя более 65 тыс. световых приборов из них осветительные установки с лампами ДНаТ составляют 45944 шт. и РВЛ - 19939 шт. Протяженность сетей 3875,136 км, из них кабельных – 1150 км (422,58 км – кабельные в земле), шкафов – 707 шт., что обуславливает требования к качеству электроэнергии. В современных условиях проблема качества электроэнергии, надежности электроснабжения и энергоэффективности приобретают особую актуальность, так как они являются одними из важнейших условий экономичной и длительной эксплуатации осветитель-

ных систем. В настоящее время наибольший объем генерации световой энергии приходится на разрядные лампы, при этом доля осветительных приборов с энергоэкономичными лампами возрастает. Снижение качества электроэнергии приводит к дополнительным потерям, ухудшению технических показателей работы осветительных установок, сокращению срока службы ламп.

Исследования специалистов и ученых показывают актуальность и необходимость решения проблемы влияния низкого качества электроэнергии на работу осветительных установок, так как качество электрической энергии на месте производства не гарантирует ее качества на месте потребления до и после включения электроприемника (в данном случае осветительной установки). В странах Евросоюза величина эмиссии высших гармоник регулируется международным стандартом EN 61000-3-2, устанавливающим для различной аппаратуры, в частности, светотехнической, предельные уровни высших гармоник.

Целью настоящей работы является повышение эффективности современных осветительных систем. Проведенный анализ показывает, что современные высокоинтенсивные источники света имеют срок эксплуатации до 30 тыс. часов. Во второй половине срока эксплуатации 50% ламп выходят из строя в результате повышенного напряжения $U_{л}$; 14% - не загораются, другие выходят из строя по различным причинам, присущим всем разрядным лампам высокого давления. Исходя из специфики режима электропитания ламп и задач увеличения срока службы, надежности, экономичности и удобства в использовании, источник питания разрядных ламп должны обеспечивать выполнение определенного набора технических требований.

Анализ характеристик нагрузки с разными типами балластов показал, что значения светового потока в течение срока эксплуатации для системы “Лампа-ПРА” отличаются от соответствующих данных, которые обычно приводятся в каталогах для номинальной лампы. Степень отличия определяется отклонением мощности лампы от номинальной, которое в свою очередь определяется характеристикой кривой балласта и характером изменения напряжения на лампе в течение срока эксплуатации. Срок эксплуатации ламп в светильниках меньше в 1,5-2 раза, чем при испытаниях на стенде. Увеличение U_c

до 240 В ведет к увеличению мощности ДНаТ на 28% и необоснованному использованию электроэнергии в 1,28 раза больше, чем надо. А снижение напряжения на 10% уменьшает световой поток до 22%. При этом увеличивается скорость эрозии электродов, так как снижается их рабочая температура. При работе на переменном токе промышленной частоты каждый полупериод происходит перезажигание лампы и возможны пики перезажигания, связанные с явлениями на катодах, что также приводит к дополнительному распылению электродов. В результате происходит выход лампы из строя из-за дезактивации электродов, повышенного напряжения зажигания или из-за недостатка газа для существования разряда.

Поскольку показатели качества электрической энергии в городских сетях значительно отличаются от нормативных и имеет место низкое качество источников света, применяемых в Украине, то опыт эксплуатации осветительных приборов в сетях наружного освещения КП “Горсвет” г. Харькова позволяет оценить величину частоты отказов осветительного прибора $\omega_5 = 1,25$ 1/год.

Таким образом, при оценке надежности системы наружного освещения города необходимо учитывать реально существующее качество электроэнергии электросети и источников света. Наиболее предпочтительными при выборе применяемых источников света являются лампы производства Osram, Philips, General Electric, Polar, BLV. Эти фирмы производят лампы высокого качества и хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации. Для решения проблемы низкого качества электрической энергии в современных осветительных системах оптимальным является использование унифицированных симметри-компенсирующих устройств, позволяющих устранить несимметрию напряжений (токов) и скомпенсировать реактивную мощность в четырехпроводных сетях при наличии в них нелинейных искажений и изменений нагрузки по случайному закону.

Повышение эффективности работы осветительной системы можно достичь в первую очередь, путем повышения качества электроэнергии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ЗДАНИЙ

А.С. Солдатенков, А.Н. Потапенко, к.т.н., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Известно, что автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) распределенными энергосистемами комплекса зданий – одно из важных направлений современных технологий энергосбережения, так как в АСДУ предусмотрены возможности регулирования работы энергохозяйства, получения информации о текущих процессах и формирования основ для оперативного и стратегического управления распределенными объектами с целью экономии энергоресурсов.

В первой части доклада представлены особенности распределенного комплекса зданий с учетом автоматизации индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), приточно-вентиляционных установок (ПВУ) и тепловых завес. В структуре ИТП зданий с целью экономии электроэнергии применяются в системах горячего водоснабжения (ГВС) частотно-регулируемые приводы (ЧРП) с учетом канала управления «давление в системе ГВС – изменение скорости вращения электропривода насоса в циркуляционной системе ГВС». Это связано с тем, что в офисных, учебных зданиях и других зданиях аналогичного типа потребление горячей воды неравномерное, а в ночное время прекращается, что позволяет существенно снизить расходы на коммунальные услуги на базе применения ЧРП.

Во второй части доклада представлены особенности исследования распределенных объектов с возможностью управления потоком теплоносителя. Для исследования особенностей функционирования автоматизированных систем управления на базе автоматизированных ИТП и ПВУ была использована математическая модель управления процессом теплоснабжения распределенного комплекса зданий на основе имитационного моделирования в среде Simulink. Эта модель управления процессом теплоснабжения зданий учитывает структуру связей зданий и относительное расположение автоматизированных ИТП, а также включает математические модели

исследуемого процесса для каждого объекта с учетом схем присоединения систем отопления и ПВУ к тепловым сетям.

В результате имитационного моделирования с учетом экспериментальных данных выявлено, что при частичной автоматизации систем централизованного теплоснабжения на примере 3-х зданий, ИТП которых через общую технологическую камеру связаны с внешними теплосетями, возможно перераспределение энергоносителя внутри этого комплекса, которое в целом может снизить общую экономию энергоносителей.

ОЦІНКА КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ В ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ РІЗНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВАРТОСТІ ВІДВОДУ ЗЕМЛІ

В.В. Черкашина, В.О. Бондаренко, д.т.н., проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Перехід до ринкових форм господарювання диктує нові підходи в оцінці капітальних вкладень в повітряні лінії (ПЛ) електропередачі. Таким чином, з'явилась необхідність уточнення оцінки капітальних вкладень відповідно до сучасних ринкових відносин, де земля являється товаром і повинна враховуватися в формуванні вартості ПЛ.

Вартість ПЛ різного класу напруги залежить від конструктивного виконання об'єкту та складається з базисних показників вартості ПЛ, які враховують всі витрати виробничого призначення і відповідають середнім умовам будівництва та нормативному тиску до 600 Па. Для отримання загальної вартості ПЛ до базисних показників додаються також витрати на будівництво споруджень і будівель, що будуть існувати деякий час; вартість проектно-дослідних робіт та авторського надзору; витрати на інші роботи.

Оскільки, перехід до ринкових відносин зумовив наявність приватної власності, то одним із суттєвих факторів, що впливає на загальну вартість ПЛ є витрати на відчуження землі під електромережевий об'єкт. Вартість відводу землі для ПЛ приймається з урахуванням розрахункових значень площі відводу під опори ПЛ, розміру траси ПЛ і оціночної вартості землі. Так, за даними Державного Комітету по земельним ресурсам офіційна оцінка землі в середньому по Україні складає

1602,5 дол./10 000 м2. Площа відводу землі для ПЛ різного класу напруги і різного конструктивного виконання розраховується згідно з ДБН В.2.5-16-99 та враховує особливості місцевості по якій проходить траса ПЛ.

Так, для визначення витрат на відчуження землі для 1 км ПЛ різного класу напруги і різного конструктивного виконання нами були взяті до уваги варіанти ПЛ перерізи проводів яких відповідають ПУЕ і прийняті середні умови будівництва, тобто не враховувалось ускладнення обставин (лісові масиви, гірська місцевість).

В табл. 1 представлено значення витрат на відвід земельної ділянки, як частини від базисної вартості 1 км ПЛ різного класу напруги і різного конструктивного виконання.

В табл. 2 наведені середні значення складових вартості в загальній вартості 1 км ПЛ різного класу напруги.

Таблиця 1 – Питома частина витрат на відвід земельної ділянки від базисної вартості 1 км ПЛ різного класу напруги і різного конструктивного виконання, відн. од.

Призначення витрат	Напруга, кВ							
	35		110		330		750	
	Стальна опора	Залізобетон. опора	Стальна опора	Залізобетон. опора	Стальна опора	Залізобетон. опора	Стальна опора	Залізобетон. опора
Витрати на відвід земельної ділянки для 1- ланцюгової ПЛ	11	15	9	11	6	7	4	-
Витрати на відвід земельної ділянки для 2- ланцюгової ПЛ	8	9	8	6	4	-	-	-

Таблиця 2 – Питома частина витрат в загальній вартості 1 км ПЛ різного класу напруги, відн. од.

Призначення витрат	Напруга, кВ			
	35	110	330	750
Базисний показник вартості (без ПДВ)	76	78	81	82
Витрати на будівництво споруджень і будівель, що будуть існувати деякий час	2,5	2,5	2,5	3,0
вартість проектно-дослідних робіт та авторського надзору	7,5	7,5	7,5	8,0
Інші роботи та витрати	3,0	3,0	3,0	3,0
Витрати на відвід землі	11	9	6	4

Проведено оцінку капітальних вкладень в 1 км ПЛ в умовах ринкових відносин з урахуванням вартості відводу землі під електромережевий об'єкт, що дозволить диференційовано оцінювати проектні рішення для ПЛ різного класу напруги і різного конструктивного виконання.

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ТРЕХФАЗНОГО УПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

В.Г. Ягуп*, д.т.н., проф., М.А. Литвин*, инженер, Д. Кузьменко*, магистр

Е.В. Ягуп**, к.т.н., Е.Я. Ивакина**, инженер

**Харьковская национальная академия городского хозяйства*

***Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта*

Проблемы возникновения реактивной мощности в электроэнергетических системах связаны с различными причинами, в том числе с режимами работы трансформаторного и двигательного оборудования, наличием нелинейных полупроводниковых и газоразрядных нагрузок. Особенно наглядно проявляются процессы генерации реактивной мощности в системах с полупроводниковыми преобразователями [1-4]. Последние годы преобразователи электрической энергии получают все более широкое распространение в системах электропитания транспорта, при управлении различного рода электроприводами, установках электрометаллургии [3]. Генерируемая полупроводниковыми преобразователями реактивная мощность, как и в других случаях, вызывает отрицательные эффекты в работе электроэнергетических систем. При этом, в частности, появляются перегрузки по току линий электропередачи, что в свою очередь приводит к увеличению потерь электрической мощности.

В докладе рассмотрен случай компенсации реактивной мощности, генерируемой трехфазным управляемым тиристорным выпрямителем с помощью конденсаторов, включенных на высокой стороне питающего трансформатора. Проведены расчеты полной, активной и реактивной мощностей, балансирующих в системе с управляемым выпрямителем. Обоснован выбор компенсирующих конденсаторов с учетом угла управления тиристорами выпрямителя. Ана-

литические расчеты подтверждаются компьютерными экспериментами с математическими моделями, реализованными с помощью системы имитационного моделирования тиристорных преобразователей СИМПАТ[5]

ЛИТЕРАТУРА

1. Маевский О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей. - М.: Энергия, 1978. - 320 с.
2. Мадьяр Л. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$). - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. - 376 с.
3. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320 с.
4. Каганов И.Л. Электронные и ионные преобразователи.- ч.3.-М.-Л.: Государственное энергетическое издательство, 1956. - 528 с.
5. Ягуп В.Г. Автоматизированный расчет тиристорных схем. - Харьков: Выща школа, 1986. - 160 с.

ДИАГНОСТИКА КОНТАКТНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, КОНТАКТОРОВ И МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Ю.А. Ясинский, к.т.н., Ю.Н. Бакаева, магистр

Украинская инженерно-педагогическая академия

Подвижные разрывные контакты автоматических выключателей, контакторов и магнитных пускателей предназначены для периодического замыкания и размыкания электрических цепей под токовой нагрузкой. Для них характерен интенсивный износ контактирующих поверхностей вследствие возникающей электрической дуги между контактными элементами силовоточной цепи, а также механических воздействий.

Согласно сведениям из Электротехнического энциклопедического словаря издательства “Советская энциклопедия”, 1991 г.:

- к материалам подвижных контактов предъявляются требования высокой проводимости, устойчивости против коррозии, электроэрозионной стойкости, механической прочности, высоких теплофизических свойств;

- на долю подвижных разрывных контактов названных электрических аппара-

тов приходится 60% всех их отказов, одной из основных причин отказов аппаратов является электрическая дуга, возникающая при размыкании контактов под нагрузкой;

- степень износа контактов в этом случае зависит от величины тока дуги и времени ее горения, материала контактов и их формы;

- при больших токах и нечастых коммутациях контактов их износ можно считать пропорциональным количеству размыканий;

- при относительно небольших токах и частых коммутациях износ в значительной степени зависит от частоты коммутаций, электрический износ контактов, как правило, превышает механический;

- обобщающим параметром, характеризующим состояние контактных соединений, можно считать омическое сопротивление контактной зоны.

Приведенные выше технические данные могут быть использованы в качестве диагностических признаков при разработке системы диагностики подвижных разрывных контактов автоматических выключателей, магнитных пускателей, контакторов.

Целью такой диагностики является прогнозирование возможных отказов контактных систем, а также оценка их остаточного технического ресурса.

Диагностические параметры контактных систем определяются на основе выбранных диагностических признаков.

Диагностику технического состояния подвижных контактов электрических аппаратов целесообразно проводить как в виде тестовой, так и в виде функциональной.

Для осуществления тестовой диагностики контактов при отключенных электрических аппаратах необходимо выбирать следующие диагностические параметры:

- величины начального и конечного провалов подвижного контакта, которые сравниваются с их паспортными значениями;

- величины начального и конечного нажатия пружин, которые сравниваются с их паспортными значениями;

- омическое сопротивление катушек магнитных пускателей и контакторов.

Для осуществления функциональной диагностики контактов работающих электрических аппаратов предлагаются следующие диагностические параметры:

- омическое сопротивление контактной зоны;
- падение напряжения на контактах;
- рабочий ток, протекающий через замкнутые контакты.

При проведении тестовой диагностики контролируются минимальные нажатия подвижных контактов. По ним можно оценивать предельно допустимые рабочие состояния контактной группы.

При проведении функциональной диагностики контролируются:

- величина рабочего тока;
- величины рабочего напряжения и падения напряжения на контактах;
- частота коммутаций;
- характер нагрузки и ее изменения;
- величина вибраций.

По изменению этих параметров диагностики можно оценивать обобщающий параметр – омическое сопротивление контактной зоны и прогнозировать вероятность отказа контактов электрического аппарата.

Для оценки технического состояния контактов в случае обрыва или значительного ухудшения контактного соединения (омическое сопротивление более 10 Ом) можно применять индикаторные пробники со световой индикацией. При этом контроль может осуществляться по принципу “больше-меньше” или “есть-нет”. Такие устройства можно монтировать стационарно непосредственно на контактах.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ НИЗКОЧАСТОТНОГО КОРРЕКТОРА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

В.Г. Ягуп*, д.т.н., проф., М.А. Литвин*, инженер, Д. Луценко*, магистр

Е.В. Ягуп**, к.т.н., Е.Я. Ивакина**, инженер

**Харьковская национальная академия городского хозяйства*

***Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта*

Последнее десятилетие характеризуется интенсивным интегрированием электронной бытовой техники в системы электроснабжения сетей низкого напряжения. Эти потребители уже составляют значительную долю в общих показателях потребления

электроэнергии. Несмотря на относительно небольшие мощности таких потребителей, они могут оказывать существенное влияние на условия работы сетей. По существу указанные группы потребителей относятся к существенно нелинейным нагрузкам, из-за чего могут сильно искажаться формы потребляемых из сети токов. В сетях, питающих существенно нелинейные нагрузки, наблюдается возрастание уровней высших гармоник токов, а также уменьшение $\cos \varphi$, что в целом снижает коэффициент мощности, являющийся интегральным показателем качества потребления электроэнергии [1-3].

В связи с этим большое внимание уделяется разработке специальных устройств для коррекции коэффициента мощности [4]. Эта схема отличается простотой реализации и управления, высокой надежностью, поэтому она вполне может рассматриваться как возможный вариант для питания электрических систем коммунального потребления постоянного тока. При отсутствии корректора выпрямитель, питающий резистивно-емкостную нагрузку, обуславливает импульсный характер потребления энергии от сети. Это связано с тем обстоятельством, что заряженная емкость фильтра играет роль противо Э. Д. С., из-за чего момент отпираания диодов выпрямителя задерживается, пока напряжение сети не превысит напряжение на фильтре. С другой стороны вследствие относительно быстрого дозаряда фильтрового конденсатора диоды заряжаются намного раньше, чем синусоиды питающего входного напряжения уменьшаются до нуля. Поэтому угол проводимости вентилей $\theta < 180^\circ$, что отличает режим работы выпрямителя на резистивно-емкостную нагрузку по сравнению с работой на активную нагрузку [4]. Осциллограммы показывают, что потребляемый выпрямителем ток имеет форму треугольных импульсов имеющих большую амплитуду и сдвинутых влево относительно максимума питающей синусоиды. Это и обуславливает появление высших гармоник и уменьшение $\cos \varphi$.

При работе с корректором коэффициента мощности ключевой транзистор открывается с удвоенной частотой сети импульсами, поступающими в моменты пересечения синусоидой питающего напряжения оси времени. На время открытого состояния транзистора дроссель подключается параллельно сети, и ток в нем возрастает по нелинейному закону, поскольку входное напряжение синусоидально. Диоды выпрямителя оказываются запертыми напряжением на фильтровом конденсаторе, и выход-

ная цепь фактически отсечена от сети. После запираания транзистора диоды ключа запираются, и накопленный ток индуктивности устремляется в диоды выпрямителя, открывая соответствующую пару диодов по диагонали. Теперь энергия индуктивности отдается фильтровому конденсатору, подзаряжая его. Подзаряд конденсатора заканчивается в момент спадания тока индуктивности к нулю, вследствие чего диоды выпрямителя закрываются, и фильтровый конденсатор оказывается опять отсеченным от сети и отдает нагрузке свою энергию, разряжаясь по экспоненциальному закону.

Уравнения по методу переменных состояния для этапа накачки индуктивности имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dV_c}{dt} = -\frac{1}{R_n C_\phi} V_c \\ \frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L_k} (U_c - r_k i_L) \end{cases} \quad (1)$$

Для этапа накачки конденсатора уравнения состояния приобретают вид

$$\begin{cases} \frac{dV_c}{dt} = -\frac{1}{C_\phi} (i_L - \frac{1}{R_n} V_c) \\ \frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L_k} (U_c - r_k i_L - V_c), \end{cases} \quad (2)$$

Для решения задачи анализа процессов в схеме компенсатора коэффициента мощности была использована система имитационного моделирования тиристорных преобразователей СИМПАТ, основанная на применении сигнальных графов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маевский О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей. - М.: Энергия, 1978. - 320 с.
2. Мадьяр Л. Коэффициент мощности ($\cos \phi$). - М-Л.: Госэнергоиздат, 1961. - 376 с.
3. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320 с.
4. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. - М: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 448 с.
5. Ягуп В.Г. Автоматизированный расчет тиристорных схем. - Харьков: Выща школа, 1986. - 160 с.

СЕКЦИЯ 3. “ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ”

Руководитель секции – д.т.н., проф. Ягуп В.Г.

Секретарь секции – Блощенко Т.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА «АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ» ДЛЯ НАСТРОЙКИ И АНАЛИЗА РАБОТЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.А. Виноградов, С.А. Духанин

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,

В системах электроснабжения для защиты электрооборудования используется комплекс автоматических устройств, среди которых первостепенное значение имеют устройства релейной защиты. Релейная защита осуществляет автоматическую ликвидацию повреждений и ненормальных режимов в электрической части энергосистем и является важнейшей автоматикой, обеспечивающей их надежную и устойчивую работу [1]. Настройка и анализ релейной защиты для каждого конкретного случая является весьма сложной задачей. Кафедра электроэнергетики Белгородского государственного технологического университета имени В.Г.Шухова использует в учебном процессе комплекс «Автоматика электроэнергетических систем» предназначенный для проведения практических и лабораторных работ со студентами по курсу: «Релейная защита», а также для обучения специалистов на курсах повышения квалификации.

Сотрудниками кафедры предложено использовать комплекс для моделирования нормальных и аварийных режимов электроэнергетических систем, включая различные виды коротких замыканий, исследовать и разрабатывать алгоритмы работы наиболее распространенных устройств релейной защиты, получаются при этом уставки релейных защит для реальных объектов.

Особенностью комплекса является его модульность. Комплекс состоит из двух стендов, в каркасах которых закрепляются составляющие его модули. В состав ком-

плекса входит персональный компьютер, используемый в качестве информационно-управляющего модуля, работающего в реальном масштабе времени [2].

Для нормальной работы комплекса «Автоматика электроэнергетических систем» может использоваться специализированное программное обеспечение, например, такое как программный комплекс LCVIEW, предназначенный для построения систем автоматического управления любыми физическими объектами с помощью персонального компьютера (ПК), оснащенного специальной платой ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов [3].

Работа программного комплекса LCVIEW построена по принципу эмуляции множества независимых виртуальных устройств-контроллеров, каждый из которых работает по своему собственному алгоритму и выполняет свой набор функций. Контроллер является свободно - программируемым и может управлять одним или несколькими физическими объектами. Наличие в LCVIEW нескольких контроллеров позволяет создавать сложные системы автоматического управления, состоящие из нескольких объектов и представляющих собой одну общую систему, в которой управление каждым объектом осуществляется от своего устройства управления, с возможностью передачи сигналов между ними.

Если в качестве объекта управления выступает модель электрической системы, то реализация сложного комплекса автоматического управления моделью сводится к разработке относительно простых алгоритмов работы отдельных автоматических устройств, таких как автоматическое повторное включение (АПВ), автоматическое включение резерва (АВР) и другие, и настройке их параметров при совместной работе. Созданная таким способом система близка по принципу построения к реальным комплексам автоматического управления электроэнергетическими объектами и позволяет изучить не только работу отдельных устройств релейной защиты и автоматики, но и исследовать взаимодействие этих устройств при различных ситуациях в энергосистеме.

В результате работы с комплексом «Автоматика электроэнергетических систем» можно проанализировать следующие виды релейной защиты:

- токовая отсечка;

- максимальная токовая защита (различные виды);
- защита от замыканий на землю;
- продольная дифференциальная защита линии электропередачи;
- дифференциальная защита трансформатора;
- дифференциальная защита шин.

Также можно регулировать действия различных факторов, влияющих на селективность, зону действия и чувствительность выше перечисленных видов релейной защиты, методы согласования характеристик защит смежных участков [2].

Таким образом, можно сделать вывод, что комплекс «Автоматика электроэнергетических систем» дает возможность не в теории, а на практике более наглядно изучить принцип работы и действие релейной защиты и приобрести навыки по предотвращению сбоев в работе электроэнергетической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темкина Р.В. Измерительные органы релейной защиты на интегральных микросхемах. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 239 с.
2. Сенигов П.Н. Методические указания по выполнению лабораторных работ с применением комплекса «Автоматика электроэнергетических систем» - Челябинск: РНПО «Росучприбор», 2007. - 64 с.
3. Сенигов П.Н. Методические указания по автоматизации управления лабораторным стендом «Информационно-измерительный управляющий комплекс LCView» - Челябинск: РНПО «Росучприбор», 2007. - 56 с.

РЕОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ХАРЬКОВСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ ПРИСОЕДИНЕНИИ К БОЛОНСКОМУ ПРОЦЕССУ

О.Г. Гриб, д.т.н., проф., О.Н. Довгалюк, к.т.н., доц., Т.В. Блощенко, инженер

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Украина на сегодняшний день ориентируется на вхождение в европейское образовательное пространство [1]. Процессы европейской интеграции охватывают все больше сфер ее жизнедеятельности. В связи с этим Украина ак-

тивно осуществляет реорганизацию образовательной деятельности в контексте европейских требований, все более настойчиво работает над практическим присоединением к Болонскому процессу.

В полной мере принципы Болонской декларации решено ввести в Украине к 2010 году. В первую очередь это нашло отражение в ряде законов и приказов Министерства образования и науки Украины [2-4].

Суть реорганизации системы образования Украины сводится в основном к следующим ключевым позициям:

1. введение двухуровневой системы образования;
2. внедрение кредитно-модульной системы обучения;
3. контроль качества образования через лицензирование и аккредитацию;
4. расширение мобильности студентов и преподавательского состава;
5. обеспечение трудоустройства выпускников благодаря использованию приложения к диплому, которое рекомендовано ЮНЭСКО;
6. обеспечение привлекательности европейской системы образования для привлечения в Европу большего количества студентов из других регионов мира.

Харьковская национальная академия городского хозяйства (ХНАГХ) с 2002 г. перешла на двухуровневую систему подготовки специалистов, а с 2006 г. в ней была внедрена кредитно-модульная система.

Реорганизация системы образования Украины требует решения ряда задач, связанных с методическим, техническим и информационным обеспечением учебного процесса в соответствии с международными требованиями.

В первую очередь требуется корректировка таких нормативных документов, как государственные стандарты высшего образования Украины (образовательно-квалификационные характеристики, образовательно-профессиональные программы и учебные планы подготовки специалистов), а также рабочие программы дисциплин.

Это в свою очередь должно найти отражение в учебно-методических комплексах дисциплин: конспектах лекций, методических указаниях к семинарским, практическим и лабораторным занятиям, методических указаниях к самостоятельному изучению дисциплин, выполнению курсовых проектов (ра-

бот), контрольных и расчетно-графических работ.

В этих документах должны найти отражение следующие особенности:

1. Изменяется соотношение часов аудиторной и самостоятельной работы. Значительно увеличивается объем самостоятельной работы студента, которая становится определяющей в изучении любой дисциплины. Поэтому основное внимание следует уделить вопросам улучшения самостоятельной работы и ее обеспечения современными методическими, техническими и информационными средствами.

2. В учебных планах предусматривается возможность выбора одной дисциплины из нескольких. Это позволяет учебному заведению обеспечить гибкость подготовки специалистов для быстро изменяющегося спроса на рынке труда. У студента, в свою очередь, появляется возможность самостоятельно выбирать дисциплины в процессе обучения, отдавая предпочтение более полезным для будущей профессии.

Так, в ХНАГХ согласно учебным планам подготовки магистров специальности «Электротехнические системы электропотребления» студенты имеют возможность выбрать одну из трех дисциплин: «Энергетическая электроника», «Качество электрической энергии», «Автоматизированные системы диспетчерского управления».

3. Текущий контроль успеваемости студентов производится по каждому содержательному модулю, в результате чего итоговый контроль производится автоматически, накопительным образом. Зачетно-экзаменационная сессия организовывается только для тех студентов, которые по результатам итогового контроля получили неудовлетворительную оценку с возможностью повторной защиты, либо для студентов, которые хотят улучшить итоговую оценку по модулю.

Целесообразным при этом становится применение таких форм итогового и текущего контроля как тестирование, письменные опросы, презентации индивидуальных проектов и т.д. Особое внимание следует уделить применению тестовых систем и программно-контролирующих комплексов, основанных на компьютерной оценке соответствия знаний студентов нормируемому уровню. Их использование позволяет автоматизировать процесс проверки уровня знаний, причем воз-

возможность проведения этой процедуры одновременного для группы студентов, а также ознакомления с результатами оценки сразу после теста позволит существенно экономить время. Достоинством такой системы является объективность и полнота контроля за степенью усвоения материалов, а также возможность их использования как преподавателем, так и самим студентом с целью самоконтроля.

Наиболее перспективным путем решения задач технического и информационного обеспечения учебного процесса на сегодняшний день является активное использование компьютерных технологий. Учитывая опыт зарубежных образовательных учреждений, бурное развитие телекоммуникационной техники, рост скорости передачи информации в компьютерных сетях, основой улучшения подготовки студентов должно стать использование Internet-технологий в обучении.

В ХНАГХ при подготовке студентов специальности «Электротехнические системы электропотребления» с 2007 г. применяется дистанционная форма обучения. С этой целью в академии создан сайт, на котором по каждой дисциплине представлена информация, включающая в себя: краткую характеристику дисциплин; рекомендации по сценарию их изучения; методические комплексы дисциплин; информацию о расписании и времени консультаций преподавателей. Студенты имеют возможность воспользоваться электронной библиотекой, в которой в цифровом виде представлены учебники и учебные пособия, необходимые для изучения дисциплин.

При наличии доступа к этой информации у студентов появилась возможность планировать гибкий график самостоятельной работы, что позволяет преодолевать трудности по увязке обучения с другой деятельностью студента и наиболее эффективно организовать взаимодействие преподавателя со студентами с целью повышения качества обучения. Кроме того, позволяет решить проблемы обеспечения студентов учебными материалами, обучения студентов, территориально удаленных от вуза, дает возможность использовать асинхронное обучение и различные сценарии изучения дисциплин с учетом пожеланий студентов.

Перспективным является также внедрение технологий виртуальной реальности в процесс обучения. Важным этапом в освоении материала, особенно при обуче-

нии студентов технических специальностей, является проведение лабораторных работ, поэтому в первую очередь целесообразно использование виртуальных учебных лабораторий, включающих в себя комплекс лабораторных работ, которые выполняются на базе персональных ЭВМ. Использование таких лабораторий позволяет решить проблему обновления и модернизации лабораторной базы, дает возможность ознакомить студентов с виртуальными макетами современной техники и приборов, приобретение которых затруднено в связи с их дороговизной, а также позволяет прививать практические навыки студентам, обучающимся в филиалах, при отсутствии возможности транспортировки туда лабораторных стендов и установок.

В то же время на пути реорганизации системы высшего образования Украины возникает ряд сложностей. К основной из них следует отнести отсутствие у студентов навыков самостоятельной работы в требуемом объеме. Для решения данной проблемы необходимо пересмотреть организацию школьного обучения, акцентировав внимание на усиление самостоятельной работы.

Усложняется работа куратора студенческих групп, который должен быть хорошо ознакомлен с требованиями соответствующих отраслевых стандартов высшей школы. В обязанности куратора входит ознакомление студентов с нормативными документами, оказание помощи при составлении индивидуальных учебных планов, а также их согласования и утверждения у декана, контроль за ходом выполнения индивидуальных учебных планов студентами, составлении рекомендаций относительно возможности каждому студенту продолжать обучение по специальности.

Учитывая все это, должны быть пересмотрены нормы времени для научно-педагогических сотрудников, которые на сегодняшний день не отражают реальной загрузки преподавателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавский В.С., Згуровский М.З. Болонский процесс: главные принципы вхождения в Европейское пространство высшего образования. - Киев: ИВЦ «Издательство «Политехника», 2003. - 200 с.
2. Приказ Министерства образования и науки Украины № 48 от 23.01.2004 г. «О проведении педагогического эксперимента по кредитно-модульной системе организации учебно-

го процесса».

3. Приказ Министерства образования и науки Украины № 49 от 23.01.2004 г. «Об утверждении программы действий относительно реализации положений Болонской декларации в системе высшего образования и науки Украины на 2004-2005 гг.».
4. Приказ Министерства образования и науки Украины № 774 от 30.12.2005 г. «О внедрении кредитно-модульной системы организации учебного процесса».
5. Болонский процесс в фактах и документах / Сост. Степко М.Ф., Болюбаш Я.Я., Шинкарук В.Д., Грубинко В.В., Бабин І.І. - Тернополь: ТДПУ им. В.Гнатюка, 2003. - 52 с.

СТВОРЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ БАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

В.Х. Далека д.т.н., М.І. Шпіка, к.т.н., О.О. Сухорукова

Харківська національна академія міського господарства

Міський електротранспорт та підприємства житлово-комунального господарства (ліфтові служби, водопостачання тощо) європейських країн практично повністю перейшли на частотно-регульований асинхронний електропривод. Це викликано прагненням понизити питомі енерговитрати і експлуатаційні витрати, підвищити надійність електроприводу, збільшити термін служби електроустаткування і поліпшити умови праці обслуговуючого персоналу.

Перехід на частотно-регульований асинхронний електропривод в даних галузях намітився і в Україні. Тому для підготовки кваліфікованих спеціалістів, що мають поглиблені знання в роботі таких електропроводів та їх особливостях, необхідно мати сучасне лабораторне обладнання.

В Харківській національній академії міського господарства створено такі стенди. До складу стенду входять: перетворювач частоти, асинхронний електродвигун, навантажувальна машина, тиристорний перетворювач, мікропроцесорна система керування, гальмівний резистор, електронний осцилограф, датчики напруги, струму та частоти обертів, а також персональний комп'ютер з інформаційно-керуючою системою. Перетворювач частоти живиться від трьохфазної мережі напругою 380 В частотою 50Гц. В якості навантажувальної машини використову-

ється машина постійного струму незалежного збудження. Для встановлення режиму роботи електропривода використовується персональний комп'ютер з інформаційно-керуючою системою.

Така структура стенду дозволяє проводити дослідження частотно-регульованого асинхронного електроприводу в режимах пуску, розгону та гальмування і моделювати перехідні процеси в силових ланцюгах.

Вибір електричних машин зроблено з оглядом на те, щоб зменшити енергоспоживання стендом.

Ці стенди використовуються в лабораторії мікропроцесорних систем керування для проведення досліджень та лабораторних робіт. Особливістю стендів є можливість змінювати режими роботи та параметри регулятора за допомогою інформаційно-керуючої системи, встановленої на персональному комп'ютері.

Інформаційно-керуюча система стенду виконана у вигляді програмного пакету для персонального комп'ютера та призначена для збору, реєстрації й обробки даних, а також контролю перехідних процесів, що протікають в силовій схемі та системі керування електроприводу. Вона є складовою частиною системи керування і складається з підсистем збору та обробки даних, зміни коефіцієнтів, збереження даних, розрахунку контролюючих та діагностуючих параметрів. Система забезпечує відображення параметрів у реальному часі та їх вивід на монітор комп'ютера.

Такі стенди дозволяють вирішувати питання, пов'язанні з оптимізацією параметрів систем керування для забезпечення енергозбереження при роботі частотно-регульованого тягового асинхронного електроприводу міського електротранспорту в режимах пуску, розгону та гальмування. Запропоновані стенди можуть бути використані також для досліджень режимів роботи електроприводів підприємств житлово-комунального господарства, з метою підвищення їх надійності, зниження енерговитрат та витрат на обслуговування. Окрім цього, вищезазначені стенди дозволяють проводити підготовку висококваліфікованих кадрів для роботи у даних галузях.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. “НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ”	4
Оцінювання змінних втрат електроенергії в розподільних мережах 10(6)-0,4 кВ. П.Д. Лежнюк, А.В. Писклярова, Д.С. Пискляров.	4
Тепловизионные исследования разрыва проводников в условиях протекания максимального тока. Н.С. Требукова, А.Н. Семернин.....	5
Методи боротьби зі шкідниками плодових культур. С.В. Адамова	6
Модернізація шафи просочення тягових електродвигунів вагонів метрополітену О.О. Верхуша	8
Организация поддержки принятия решения при аварийных ситуациях в энергосистемах. О.Г. Гриб, О.Н. Довгальук.....	9
Особенности и перспективы использования ветроэнергетических установок. А.М. Нестеров.....	13
Возможности совершенствования электропривода лифта. Д.И. Пожаров	17
Особенности разрыва проводников, находящихся под грузом и при протекании максимального тока. Н.Б. Сибирцева, А.Н. Семернин.	18
Використання мікропроцесорних пристроїв захисту в системах обліку електроенергії. С.А. Приведений, В.Ф. Рой	19
Анализ современных систем молниезащиты. П.В. Паненко, В.Ф. Рой.....	23
Електродугові процеси, як основа технічної діагностики порушень струмоз'єму в електротягових мережах. В.І. Скуріхін, О.С. Чмирьов	26
Исследование коммутационных перенапряжений при коммутировании цепей переменного тока гибридными контакторами. А.Г. Сосков, Н.О. Сабалаева, И.А. Соскова,	28
СЕКЦИЯ 2. “ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ”	29
Моделювання елементів енергетичних систем в системі Matlab. І.Г. Абраменко, М.М. Штанько.....	29

Підвищення ефективності процесу пуску тягових електродвигунів рухомого складу міського електричного транспорту. В.П. Андрійченко, Ю.П. Колонтаєвський, Т.В. Нікітін	30
Освещение дорог и скорость движения автотранспорта. Л.В. Бражникова, И.А. Шмаров	33
Электроснабжение современных городов: развитие, новые решения. И.В. Барбашов, Е.Ю. Пилипенко, А.А. Сергиенко	36
Применение устройств защитного отключения в системах электроснабжения зданий. Е.Д. Дьяков	40
Определение потенциального экономического эффекта от выравнивания графика электрической нагрузки ОЭС Украины. А.П. Лазуренко, Г.И. Черкашина	43
Качество электрической энергии и электромагнитная совместимость. А.И. Колбасин, В.П. Михайлов, И.Г. Натарова	44
Мониторинг качества электроэнергии в сетях общего назначения. Р.В. Жданов	47
Оцінка якості функціонування розподільної електричної мережі за критеріальною моделлю. П.Д. Лежнюк, В.О. Комар, А.Л. Поліщук	51
Аналіз проблем експлуатації повітряних ліній електропередач. О.Д. Мазій, В.Ф. Рой	53
Оценка роста коммутационного ресурса вакуумных выключателей при синхронном отключении. А.А. Гилёв, В.Н. Данилов, В.С. Миронов	56
Розрахунок обсягу спожитої активної електроенергії у разі пошкодження засобів обліку в високовольтних мережах. В.В. Момот	58
Использование нетрадиционных источников энергии в системах энергоснабжения. И.А. Немировский, И.М. Овсянникова	62
Електронні комутатори захисту електричних мереж. В.М. Поліщук, В.Ф. Рой	65
Особенности управления распределенным комплексом зданий с возможностью энергосбережения. А.Н. Потапенко, А.С. Солдатенков, А.О. Яковлев	68
Синтез алгоритму керування складними споживачами електроенергії. В.Ф. Рой, І.Г. Абраменко, М.М. Штанько	70

Применение численного метода инверсии для исследования активных и пассивных стержневых молниеотводов в полубесконечных областях. Т.А. Потапенко	71
Повышение эффективности осветительных систем на базе качества электроэнергии. О.Г. Гриб, А.В. Сапрыка, В.А. Сапрыка	75
Исследование процессов перераспределения энергоносителя при частичной автоматизации распределенного комплекса зданий. А.С. Солдатенков, А.Н. Потапенко	78
Оцінка капітальних вкладень в лінії електропередачі різного конструктивного виконання з урахуванням вартості відводу землі. В.В. Черкашина, В.О. Бондаренко	79
Компенсация реактивной мощности трехфазного управляемого выпрямителя. В.Г. Ягуп, М.А. Литвин, Д. Кузьменко, Е.В. Ягуп, Е.Я. Ивакина.....	81
Диагностика контактных систем автоматических выключателей, контакторов и магнитных пускателей. Ю.А. Ясинский, Ю.Н. Бакаева.....	82
Режимы работы низкочастотного корректора коэффициента мощности В.Г. Ягуп, М.А. Литвин, Д. Луценко, Е.В. Ягуп, Е.Я. Ивакина	84
СЕКЦИЯ 3. “ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ”	87
Использование учебного комплекса «Автоматика электроэнергетических систем» для настройки и анализа работы некоторых видов релейной защиты систем электроснабжения. А.А. Виноградов, С.А. Духанин	87
Реорганизация системы образования в Харьковской национальной академии городского хозяйства при присоединении к Болонскому процессу. О.Г. Гриб, О.Н. Довгалюк, Т.В. Блощенко	89
Створення лабораторної бази для дослідження асинхронного електропривода. В.Х. Далека ,М.І. Шпіка, О.О. Сухорукова	94

Абраменко І.Г. 30, 71	Овсянникова І.М. 64
Адамова С.В. 6	Паненко П.В. 24
Андрійченко В.П. 31	Пилипенко Е.Ю. 37
Верхуша О.О. 8	Писклярова Д.С. 4
Бакаева Ю.Н. 83	Писклярова А.В. 4
Барбашов І.В. 37	Пожаров Д.І. 17
Блощенко Т. В. 91	Поліщук А.Л. 52
Бондаренко В.О. 80	Поліщук В.М. 67
Бражникова Л.В. 34	Потапенко А.Н. 69, 79
Виноградов А.А. 89	Потапенко Т.А. 72
Гилёв А.А. 57	Приведений С.А. 19
Гриб О.Г. 9, 76, 91	Рой В.Ф. 19, 24, 54, 67, 71
Далека В.Х. 96	Сабалаева Н.О. 28
Данилов В.Н. 57	Сапрыка А.В. 76
Довгалюк О.Н. 9, 91	Сапрыка В.А. 76
Дьяков Е.Д. 40	Семернин А.Н. 5, 18
Духанин С.А. 89	Сергиенко А.А. 37
Ивакина Е.Я. 82, 86	Сибирцева Н.Б. 18
Жданов Р.В. 48	Скуріхін В.І. 26
Комар В.О. 52	Солдатенков А.С. 69, 79
Колбасин А.І. 44	Сосков А.Г. 28
Колонтаєвський Ю.П. 31	Соскова І.А. 28
Кузьменко Д. 82	Сухорукова О.О. 96
Лазуренко А.П. 44	Требукова Н.С. 5
Лежнюк П.Д. 4, 52	Черкашина Г.І. 44
Литвин М.А. 82, 86	Черкашина В.В. 80
Луценко Д. 86	Чмирьов О.С. 26
Мазій О.Д. 54	Шмаров І.А. 34
Миронов В.С. 57	Шпіка М.І. 96
Михайлов В.П. 44	Штанько М.М. 30, 71
Момот В.В. 60	Ягуп В.Г. 82, 86
Натарова І.Г. 44	Ягуп Е.В. 82, 86
Немировский І.А. 64	Яковлев А.О. 69
Нестеров А.М. 13	Ясинский Ю.А. 83
Нікітін Т.В. 31	

Научное издание

Новейшие технологии в электроэнергетике

Материалы международной научно-технической Интернет-конференции

1-27 марта 2009г.

Ответственный за выпуск: проф. М.С. Золотов

Авторская редакция

Технический редактор: Т.В. Блощенко

Подп. к печати <u>27.03.2009</u>	Формат 60x84 1/16	Бумага офисная
Печать на ризографе	Усл.-печ. лист. 4,5	Тираж 100 экз.
Зак. №		

61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии ЦНИТ ХНАГХ
61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12