

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА КОМПАНІЯ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА
БЕЛГОРОДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Г. ШУХОВА



матеріали

**V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

***НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ***

**Харків
2015**

УДК 621.31:330.341.1(063)
ББК 31.2-5я431
Н72

Редакційна колегія:

В. Ф. Харченко – д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна);

В. А. Маляренко – д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна);

М. К. Сухонос – д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна);

Г. М. Кожушко – д-р техн. наук, проф., Полтавський університет економіки і торгівлі (Україна);

О. Л. Шубенко – чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, професор, зав. відділом ІПМаш НАНУ (Україна);

М. Н. Нестеров – директор Енергетичного інституту Белгородського державного технічного університету ім. В.Г. Шухова, завідувач кафедри енергетики, к-т техн. наук, професор (Російська Федерація)

*Рекомендовано до друку Вченою радою Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова
Протокол № 10 від 24.04. 2015 р.*

Новітні технології в електроенергетиці: Матеріали
Н72 V міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. / [ред. кол.: В. Ф. Харченко, В. А. Маляренко, М. К. Сухонос та ін.]; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 121 с.

ISBN 978-966-695-363-9

Розглядаються питання новітніх технологій в електроенергетиці України, перспективи впровадження когенераційних технологій, охорони праці та інформаційних технологій в енергетиці.

Збірка матеріалів конференції представляє інтерес для спеціалістів підприємств енергетики та житлово-комунального господарства, науковий співробітників, аспірантів, студентів, а також усіх, хто цікавиться питаннями енергопостачання.

УДК 621.31:330.341.1(063)
ББК 31.2-5я431

ISBN 978-966-695-363-9

© Колектив авторів, 2015

© Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2015

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Бабаєв Володимир Миколайович – ректор Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, д-р наук держ. управління, професор, голова оргкомітету;

Харченко Віктор Федорович – проректор з наукової роботи Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, д-р техн. наук, професор, заступник голови оргкомітету;

Маляренко Віталій Андрійович – завідувач кафедри Електропостачання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, д-р техн. наук, професор, заступник голови оргкомітету;

Бубенко Павел Трофімович – директор СВНЦ НАН і МОН України, д-р економ. наук, професор;

Шубенко Олександр Леонідович – чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, професор, зав. Відділом ІПМаш НАНУ;

Римшин Володимир Іванович – декан Московського інституту комунального господарства і будівництва, д-р техн. наук, професор (Російська Федерація);

Нестеров Микола Никитович – директор Енергетичного інституту Белгородського державного технічного університету ім. В.Г. Шухова, завідувач кафедри енергетики, к-т техн. наук, професор (Російська Федерація);

Яковлев Олександр Іванович – д-р техн. наук, професор кафедри енергоустановок і двигунів космічних літальних апаратів Національного аерокосмічного університету ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», заслужений винахідник України;

Маліновський Антон Антонович – завідувач кафедри «Електропостачання промислових підприємств, міст і сільського господарства» Національного університету «Львівська політехніка». д-р техн. наук, професор;

Сухонос Марія Костянтинівна – начальник науково-дослідного сектора Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, д-р техн. наук, професор;

Кожушко Григорій Мефодійович – завідувач кафедри Полтавський університет економіки і торгівлі, д-р техн. наук, професор;

Ягун Валерій Григорович – д-р техн. наук, професор, Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Саприка Олександр Вікторович – д-р техн. наук, доцент, Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова;

Серіков Якіє Олександрович – к-т техн. наук, професор, Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Відповідальний секретар конференції

Карпалюк Ігор Тимофійович – доцент кафедри електропостачання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, канд. техн. наук.

СЕКЦІЇ:

ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 1

Сучасні технології в електроенергетиці. Енергоефективність в електроенергетиці

Голова: **Маляренко В.А.** – завідувач кафедри Електропостачання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, д-р техн. наук, професор

Секретар: **Темнохуд І.О.** – асистент кафедри Електропостачання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 2

Охорона праці та інформаційні технології в енергетиці. Підготовка спеціалістів для електротехнічної галузі

Голова: **Серіков Я.О.** – к-т техн. наук, професор, Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Секретар: **Абраменко І.Г.** – доцент кафедри Електропостачання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, к-т. техн. наук

ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 1

Сучасні технології в електроенергетиці.

Енергоефективність в електроенергетиці

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

¹*В. А. Маляренко*, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри електропостачання міст

²*О. Л. Шубенко*, д-р техн. наук, член - кор. НАН України;

²*О. В. Сенецький*, канд. техн. наук; с.н.с.

¹*І. О. Темнохуд*, асистент кафедри електропостачання міст

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції 12.*

²*Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, 61046, Україна, м. Харків вул. Дм. Пожарського, 2/10.*

Розвиток ринків енергетики Європи показує зростаючу інтеграцію систем електропостачання та високу конкуренцію серед генеруючих компаній і незалежних постачальників. У Європі зосереджена третя частина світового обсягу енергетичних проектів і контрактів. Лідерами в цій області в Європі є компанії з Великобританії. В даний час в континентальній Європі існує п'ять з'єднаних між собою енергетичних систем: об'єднані по координації виробництва та передачі електроенергії (UCPTE) - мережі Західної Європи; єдина енергетична система (UPS) - мережі Східної Європи та ЄЕМ Росії; сполучені між собою енергосистеми Східної Європи (IPS) - мережі Центральної та Східної Європи; CENTREL - мережа, що з'єднує Угорщину, Польщу, Словаччину та Чехію; організація з електроенергетичної співпраці країн європейської півночі (NORDEL) - з'єднує між собою мережі скандинавських держав. І нарешті, шоста енергетична система - мережі Великобританії - пов'язана з континентом через Ла -Манш кабелем, що з'єднує мережі Англії та Франції. Виходячи з ситуації, що склалася на європейському ринку, основним експортером на ньому виступає Франція. Стосовно України слід зазначити, що раніше вона також належала до числа країн-виробників і реекспортерів - транзитників. Після роз'єднання енергосистеми РЕВ країна втратила свій потенціал в експорті на ринку Східної Європи.[1-6]

Виробництво електроенергії в об'єднаній енергосистемі (ОЕС)

України в січні-вересні 2014 року скоротилося на 4,7% (на 6 млрд 645,8 млн кВт-год) порівняно з аналогічним періодом 2013 року – до 135 млрд 156,3 млн кВт-год, згідно з повідомленнями Міністерства енергетики та вугільної промисловості. Атомні електростанції (АЕС) за звітний період збільшили вироблення електроенергії на 4,3% – до 63 млрд 818,8 млн кВт-год. Виробництво електроенергії, зокрема, на Запорізькій АЕС склало 28 млрд 589,3 млн кВт-год (-1% до аналогічного періоду минулого року), Південно-Українській – 14 млрд 558,2 млн кВт-год (+ 43,3%), Рівненській – 12 млрд 185,5 млн кВт-год (2,4%), Хмельницькій – 8 млрд 485,8 млн кВт-год (-17,3%). Теплові електростанції (ТЕС) і теплоелектроцентралі (ТЕЦ) у січні-вересні знизили вироблення на 8,6% – до 56 млрд 990,6 млн кВт-год. У тому числі генкомпанії ТЕС скоротили виробництво на 7,6% – до 52 млрд 422,8 млн кВт-год, ТЕЦ – на 18,4%, до 4 млрд 567,8 млн кВт-год. Гідроелектростанції (ГЕС і ГАЕС) за січень-вересень-2014 знизили виробництво на 37,5% – до 7 млрд 149,3 млн кВт-год, комунальні ТЕЦ і блок-станції – на 0,2%, до 5 млрд 850,1 млн кВт-год. Виробництво електроенергії нетрадиційними джерелами (ВЕС, СЕС, біомаса) за вказаний період зросло на 43,5% – до 1 млрд 347,5 млн кВт-год. Частка АЕС у структурі виробництва електроенергії склала 47,2% (у січні-вересні 2013 року – 43,2%), ТЕС і ТЕЦ – 42,2% (44%), ГЕС і ГАЕС – 5,3% (8,1%), комунальних ТЕЦ і блок-станцій – 4,3% (4,1%), альтернативних джерел – 1% (0,6 - 0,7%).

У вересні 2014 р. виробництво електроенергії в Україні знизилося на 13,7% (на 2 млрд 14,7 млн кВт-год) порівняно з аналогічним місяцем 2013 року – до 12,663 млрд кВт-год. АЕС, ТЕС і районні котельні Міненерговугілля за дев'ять місяців 2014 року скоротили випуск теплової енергії на 15,7% (на 2 млн 651,6 тис. Гкал) у порівнянні з аналогічним періодом 2013 року – до 14 млн 271,3 тис. Гкал. Виробництво електроенергії в Україні в 2013 році скоротилося на 2,3% (на 4,556 млрд кВт-год) порівняно з аналогічним періодом 2012 року – до 193 млрд 563,4 млн кВт-год.[1-5].

Зниження виробництва енергії пов'язано з дефіцитом та дорожчанням органічних видів палива, а також з роботою не модернізованого, застарілого енергетичного обладнання. Збільшення частки енергії виробленої АЕС та зниження ефективності роботи ГЕС і ГАЕС значно знижує маневрені можливості енергосистеми.

Стає доцільним введення в енергосистему альтернативних джерел енергії, однак згідно аналізу їх впровадження в Україні відбувається досить слабкими темпами. Більш широкі можливості спостерігаються при скороченні споживання електроенергії на об'єктах теплоенергетики.

Шляхи розвитку енергетики України та впровадження когенераційних технологій. Стратегічним напрямком програми подальшого функціонування та розвитку енергетики України є розширення використання вугілля на теплових електростанціях і зниження частки газу у виробленні електроенергії. Існує достатня кількість альтернативних програм і концепцій розвитку енергетики як в цілому, так і окремих її напрямків.

Серед окремих програм можна виділити: «Енергетичну стратегію України» концерну «Енергія», «Стратегію комбінованого виробництва теплової та електричної енергії для України», розроблену програмою TACIS, окремі пропозиції енергомашинобудівних підприємств і фірм по впровадженню високоефективних технологій та обладнання НВО «Машпроект», АТ «Турбоатом», концерну «Siemens», МАН, АВВ та ін.

Аналіз запропонованих підходів розрізняється, в першу чергу, по стратегії використання основного палива: вугілля, газ, атомної енергії або поновлюваних джерел енергії та їх частки в енергетичному балансі країни, а також за темпами зростання енергоспоживання і послідовності введення та реконструкції генеруючих потужностей. Важливим питанням практично усіх пропонуємих проектів залишаються проблеми їх фінансування, залучення інвестицій, гарантій повернення кредитів і окупності проектів.

Окремо слід підкреслити, що генеральною лінією усіх альтернативних проектів виступає теза про необхідність введення високоефективних технологій генерації та розподілу електроенергії, а також екологічна спрямованість [1-5].

Для подальшого розвитку теплоенергетики України пропонується три основних підходи в реалізації когенераційних проектів, а саме:

- будівництво когенераційних установок середньої та великої потужності (понад 40 МВт) на базі використання тепло- і парогенеруючих потужностей в системах тепlopостачання і промислової теплоенергетики, а також застосування потужних газопоршневих і газотурбінних установок;
- створення когенераційних установок невеликої та середньої теплової потужності (1-40 МВт) на базі невеликих газопоршневих машин і котлів або котлів утилізаторів, що працюють, як правило, в режимі пасивної утилізації (без дожига палива в котлі);
- будівництво порівняно великих когенераційних установок з парогазовим циклом тепловою та електричною потужністю понад 100-150 МВт [4];

В основі усіх трьох підходів лежить основна ідея когенерації - по-

еднання в одному енергетичному агрегаті вироблення декількох продуктів теплоти, електроенергії та механічної енергії, в результаті чого ефективність використання теплоти палива, що витрачається на виробництво зазначених видів енергії, істотно збільшується в порівнянні з їх роздільним виробництвом. Кожен із зазначених підходів організації когенераційного процесу має свої специфічні особливості. При реалізації першого підходу передбачається, що все тепло- і електрогенеруюче обладнання працює спільно у всьому діапазоні теплових та електричних навантажень. При цьому, мінімальне теплове навантаження забезпечується повністю за рахунок утилізації теплоти відпрацьованих газів теплового двигуна (газової турбіни або газопоршневого двигуна), а максимальне і часткове теплове навантаження забезпечується за рахунок спалювання палива в топці котла в потоці відпрацьованих газів. В разі застосування газопоршневого двигуна в топку котла додатково підводиться свіже повітря. У когенераційних установках, що реалізують цей підхід, частка електричної енергії в обсязі енергій, вироблених установкою, не перевищує 20-25 %, тобто теплота є основним продуктом, а електроенергія - вторинним.

Внаслідок дорожнечі газотурбінних агрегатів вартість встановленого кВт електрогенеруючих потужностей виявляється досить високою, а терміни самоокупності капіталовкладень досягають 3-4 років. Перший підхід реалізації когенераційних ідей стає рентабельним лише при високих рівнях базових теплогенеруючих потужностей (понад 40-50 МВт). Більш кращими у цьому відношенні є газопоршневі двигуни, питома вартість яких в 1,5-2 рази нижче, ніж газотурбінних двигунів. Тому для основної маси теплогенеруючих агрегатів тепловою потужністю від 1 до 30-40 МВт перевагу слід віддати більш рентабельним когенераційним установкам, що реалізовані по другому із зазначених вище підходів. Газопоршневий двигун включається в теплову мережу котельні та забезпечує її мінімальне річне теплове навантаження, віддаючи утилізоване тепло в мережевий теплообмінник. Дефіцит теплоти для перекриття максимальних і проміжних навантажень генерує котел, що працює на той же теплообмінник в звичайному режимі, тобто без підмішування відпрацьованих газів енергетичного двигуна. Когенераційні установки, виконані за такого підходу, мають досить високу енергетичну ефективність і мінімально можливі рівні питомих капіталовкладень. Як і в першому випадку, основним продуктом також є теплота, а електрична - вторинним, хоча її частка в загальному обсязі енергій збільшується до 30-40%, що сприятливо позначається на економічних показниках установки [1-4].

Для тих випадків, коли основним продуктом в когенераційних

установках повинна бути електроенергія (її частка повинна перевищувати 50 %), пропонується третій підхід організації когенераційної технології. Він заснований на поєднанні парогазової установки з теплофікаційним циклом. Тут електрична або механічна (у разі приводу нагнітачів природного газу) енергія виробляється газотурбінною установкою, а теплота її відпрацьованих газів утилізується частково в мережах тепlopостачання, а частково в паротурбінному циклі для вироблення електроенергії [1-6].

Використані джерела

1 Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности / А.Л. Шубенко, В.А. Маляренко, А.В. Сенецкий, Н.Ю. Бабак // НАН Украины, Институт проблем машиностроения. – Харьков, 2014. – 320 с

2 Маляренко В. А., Перевод котельных в режим когенерации путем внедрения турбин малой мощности [Текст] / В. А. Маляренко, И. А. Темнохуд, А. В. Сенецкий, А. Ю. Петров // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Васеленка – 2014. Харків: ХНТУСГ №153. – ст. 110-111.

3 Применение когенерационных технологий в решении проблем теплоэнергетики, энергосбережения и экологии - http://esco-ecosys.narod.ru/2004_7/art182.doc.

4 Государственный комитет по энергосбережению; Национальная Академия Наук Украины; Институт технической теплофизики Открытое Акционерное Общество «Рассвет»; Проект развития частной энергетики Украины на базе когенерационных энергосберегающих технологий; Киев-Запорожье Август 1999.

5 Техническая коллекция Schneider Electric/ Выпуск № 18 /Типовые схемы АВР с применением интеллектуально_программируемого реле Zelio Logic.

6 Электронный ресурс - <http://forbes.ua/ua/news/1381041-ukrayina-znizhuvirobnictvo-elektroenergiyi> За матеріалами: Інтерфакс-Україна останнє звернення 18.01.15.

ПЕРСПЕКТИВИ І ШЛЯХИ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА КОТЕЛЬНЯХ ЗА РАХУНОК КОГЕНЕРАЦІЇ

¹***В. А. Маляренко**, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри електропостачання міст*

²***С. Ю. Андрєєв**, канд. техн. наук, проф., генеральний директор КП «Харківські теплові мережі»*

¹***І. О. Темнохуд**, асистент кафедри електропостачання міст*

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції 12.*

²*КП «Харківські теплові мережі»: 61037, Україна, м Харків, вул. Доброхотова, 11*

В даний час в Україні збереглося мало парових котелень промислових підприємств, кількість яких різко скоротилося в останні 20 ро-

ків. Парові котли котельні, що залишилися працюють з недовантаженням по пару або на знижених параметрах. Частина з них, якщо дозволяє конструкція самого котлоагрегату, переведена в водоگрійний режим. В основному, в експлуатації залишилися опалювальні котельні ЖКГ, більшість потужностей яких були введені в період з 1960-х 1980-х років. Устаткування відпрацювало, як мінімум, один повний ресурс (30 років), морально і фізично застаріло. Галузь теплоенергетики України відчуває хронічне недофінансування на ремонти і модернізацію. Як наслідок, обладнання виходить з ладу з різним збитком як для самих котельні, так і для споживачів теплової енергії. У зв'язку з зазначеними вище причинами, а також подорожчанням енергоносіїв, виникла гостра необхідність у модернізації джерел тепла, мереж та обладнання об'єктів ЖКГ [1-7].

Алгоритм аналізу котельного парку з позиції розрахунку і підбору параметрів їх перетворенні у Міні-ТЕЦ.

Визначаються енергетичні навантаження для об'єкта. Первинним критерієм дослідження котельного парку є сумарне мережеве, рециркуляційне, живильне, димососне, вентиляційне, горячеводне, холодноводне, освітлювальне, хімводопідготовче і інше споживання електроенергії котельнею. Впровадження когенераційних технологій доцільно розглядати у випадку, коли споживання електроенергії самої котельні перевищує 100 кВт. При цьому аналіз енергоспоживання об'єктів, що знаходяться поряд має менш принципове значення, оскільки передбачається можливість окупності впровадження за рахунок зменшення закупівель електроенергії з зовнішньої мережі. [6,7,10].

2. Розраховуються і будуються графіки добового енергоспоживання на об'єкті для робочих і вихідних (святкових) днів для розрахункових умов холодного, теплого і перехідного періодів року.

3. На підставі отриманих даних будуються графіки річних навантажень, і розраховується річне споживання енергоресурсів по окремих видах споживачів і сумарні навантаження по електроенергії і тепла теплових та електричних навантажень вибираються базові розрахункові режими роботи Міні – ТЕЦ.

5. Для режимів за п. 4 аналізуються заходи з енергозбереження та вирівнюванню нерівномірності енергонавантажень на об'єкті.

6. Визначається кількість вторинних енергоресурсів (ВЕР)

7. З урахуванням п.6 розраховуються два варіанти енергопостачання:

- забезпечення споживача енергією з урахуванням використання ВЕР;

- забезпечення споживача енергією в тих же обсягах без використання ВЕР.

8. Визначається технічна та юридична можливість приєднання КГУ на часткове покриття енергонавантажень.

9. З урахуванням п.8 обчислюються навантаження на Міні-ТЕЦ, за якими обирається кількість і одинична потужність турбін.

10. Розраховуються режими роботи міні - ТЕЦ будуються добові і річні графіки роботи КГУ.

11. З графіків енергоспоживання і енерговиробництва по пріоритету електропостачання розраховується дефіцит теплової потужності міні-ТЕЦ для визначення потужності пікової котельні.

12. Розробляється принципова схема міні-ТЕЦ, вибираються всі основні і допоміжні елементи.

13. Проводиться техніко – економічний аналіз вибраного устаткування.

14. Дослідження перспектив використання палива для роботи міні-ТЕЦ з позиції екології, переходу на альтернативні види та ін.

15. Розраховується економічна ефективність варіанту енергопостачання [1-8].

Основні напрямки реконструкції котельні:

- установка на парових котелень парових турбін (паровинтових машин) замість редуційно - охолоджувальних установок;

- установка на водогрійних котелень газових турбін і газопоршневих двигунів зі скиданням димових газів в топку котлоагрегату. (В даному випадку водогрійний котел перетворюється в котел- утилізатор);

- використання термодинамічного циклу з органічним теплоносієм для вироблення електроенергії при утилізації тепла відхідних димових газів парового/водогрійного котла [1-8].

У першому варіанті в якості турбін можна використовувати протитискових і конденсаційні парові турбіни низького тиску виробництва ВАТ "Калузький турбінний завод" та Харківського ВАТ "Турбоатом". Верхня межа потужності даних турбін до 6-12 МВт з можливістю її регулювання в широких межах.

Основним недоліком паровинтових машин, які випускаються потужністю до 0,5 МВт, є неможливість регулювання потужності, яка залишається номінальною. Потужність міні-ТЕЦ регулюється шляхом включення / відключення різного числа працюючих машин.

Другий варіант характеризується відсутністю парової частини і меншою кількістю змін в тепломеханічній частині котельні . Котлоагрегат піддається невеликим змінам в тягодутьовому тракті. Основне

генерує обладнання може працювати як спільно, так і повністю роздільно. Для газових турбін потрібен спеціальний дотискний компресор або наявність газопроводу високого тиску. Газопоршневі двигуни використовують газ середнього або низького тиску.

Третій варіант відрізняється від попередніх тим, що тепло димових газів використовується для кипіння органічного теплоносія (граничні вуглеводні, фреони) і отримання цього пара для приводу турбін. У цьому випадку реконструкції підлягає хвостова частина котлоагрегату.

Використані джерела

1 Маляренко В. А., Перевод котельних в режим когенерации путем внедрения турбин малой мощности [Текст] / В. А. Маляренко, И. А. Темнохуд, А. В. Сенецкий, А. Ю.Петров // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Васеленка – 2014. Харків: ХНТУСГ №153. – ст. 110-111.

2 Применение когенерационных технологий в решении проблем теплоэнергетики, энергосбережения и экологии - http://esco-ecosys.narod.ru/2004_7/art182.doc.

3 Государственный комитет по энергосбережению; Национальная Академия Наук Украины; Институт технической теплофизики Открытое Акционерное Общество «Расцвет»; Проект развития частной энергетики Украины на базе когенерационных энергосберегающих технологий; Киев-Запорожье Август 1999.

4. Можливості підвищення енергоефективності теплових мереж шляхом впровадження когенерацій [Текст] / С. Ю. Андрєєв, В. А. Маляренко, І. О. Темнохуд, О. В. Сенецкий // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.:НТУ «ХП», 2015. - №17(1126). 147-155 с. – ISSN 2078-774X.

5 Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности / А.Л. Шубенко, В.А. Маляренко, А.В. Сенецкий, Н.Ю. Бабак // НАН Украины, Институт проблем машиностроения. – Харьков, 2014. – 320 с

6 Електронний ресурс «О когенерации, малой энергетике и строительстве тепловых электростанций» <http://www.cogeneration.ru/> Останнє звернення 7.12.2013.

7 Електронний ресурс <http://www.budfond.com/energy/technologii/1300-skritye-vozmozhnosti-kogeneracii> Останнє звернення 7.12.2013.

8 А. В. Рассказов. «Анализ вариантов производства и использования энергии от Мини-ТЭЦ» //Энергоэффективность:опыт, проблемы, решения. Вып. 3-4. 2006.

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В. А. Маляренко, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою електропостачання міст

*І. О. Темнохуд, асистент кафедри електропостачання міст
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна,. м. Харків, вул. Революції 12.*

Практика енергозбереження з установкою розширювальних машин малої потужності показує, що проектування і реалізація електро-

технічних рішень, як правило, не викликає великих складнощів. Проектувальники знаходять відповідні, як правило, індивідуальні, на підставі порівняльного економічного аналізу варіантів технічні рішення [1-17].

Розширення ТЕЦ з установкою нових турбогенераторів або реконструкція котельні в міні-ТЕЦ для промислового підприємства часто поєднується з модернізацією системи електропостачання, як це, наприклад, відбувалося на ВАТ «ЯКХЗ» [14]. Особливістю електропостачання на цьому підприємстві була наявність двох мережних вводів. До початку будівництва турбіни ПТ-12/13-3,4/1,0-1 (ПТ-12) [14]. електропостачання ВАТ «ЯКХЗ» здійснювалося по високовольтних лініях ЛЕП-1 і ЛЕП-2 з боку підстанції «Ясинувата-110» через знижувальні трансформатори. При реалізації проекту було прийнято рішення про будівництво секції № 4 ГРУ-6 кВ, оскільки пропускна потужність секції № 3 ГРУ-6 кВ не дозволяла прийняти 12 МВт.З метою підвищення надійності електропостачання заводу була розроблена електрична схема з симетричними приєднаннями генеруючих потужностей (рисунок 1.1):

- ТГ № 1 (турбіна АР-6) и ТГ № 2 (турбіна АР-6) – (6+6) МВт на ЛЕП-1; Споживачі
- ТГ №3 (турбіна ПТ-12) – 12 МВт на ЛЕП-2.

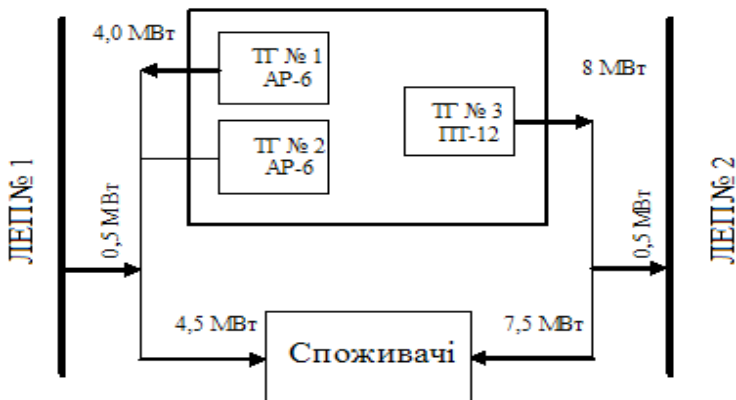


Рисунок 1. Схема приєднання генеруючих потужностей ТЕЦ ВАТ «ЯКХЗ» після розширення за допомогою установки турбіни ПТ-12

- взаємозалік електроенергії, виданої в ЛЕП № 2 таї прийнятої з ЛЕП № 1.

Представлене на схемі розподіл електричних потужностей відповідає режиму навантаження системи енергопостачання ВАТ «ЯКХЗ» в

травні 2006 р. Обсяги 4,5 МВт і 8 МВт потужності на лініях, пояснюються особливостями електричної мережі заводу і змінання потужності у споживачів. За договором з постачальником електроенергії ТОВ «Сервіс-Інвест» виробляється збільшення встановленої на ТЕЦ ВАТ «ЯКХЗ» електричної потужності з 12 МВт до 24 МВт призвело до необхідності прокладки додаткових силових кабелів [14].

До типових питань, що розглядаються при проектуванні промислових і енергетичних електрогенеруючих об'єктів є: аналіз головної схеми електричних з'єднань, вибір струмоведучих частин і апаратів, розрахунок рівнів напруги в мережі 6 кВ електропостачання підприємства; розрахунок динамічної стійкості генераторів енергокомплексу при різних збуреннях в мережі 6 кВ підприємства, розрахунок струмів короткого замикання в схемі видачі потужності та ін. Не зупиняючись на вирішенні цих питань, досить докладно освітлюваних в спеціальній літературі [15-17]., розглянемо найбільш важливі з них, зокрема: особливості електричної частини ТЕЦ, проблеми розробки електротехнічних рішень з проєктованим малим енергокомплексом, схеми видачі електроенергії на електростанціях в залежності від необхідності підключення до місцевих електромереж вибирається асинхронний або синхронний генератор.

1. Міні-ТЕЦ на базі роботи АВПР-1 з асинхронним генератором

Якщо енергоустановки з АВПР-1 призначена для паралельної роботи з мережею, то доцільно застосовувати асинхронний генератор, що володіє рядом переваг в порівнянні з системою АВПР + синхронний генератор (СГ):

- відсутність дорогою і складної системи синхронізації генератора з мережею;

- спрощується електросилова частина установки, зменшується кількість релейних захистів генератора, і, в кінцевому рахунку, підвищується надійність електропостачання;

- зменшується вартість всієї енергоустановки за рахунок меншої вартості генератора і електросилової частини;

- асинхронний генератор не впливає на частоту та форму синусоїди електричних коливань мережі.

Недоліком асинхронного генератора є споживання їм реактивної потужності з мережі, однак це можна компенсувати шляхом паралельного включення батареї конденсаторів або синхронного компенсатора.

2. Міні-ТЕЦ на базі роботи АВПР-1 з синхронним генератором

Якщо енергоустановки з АВПР-1 призначена для автономної роботи, то доцільно застосовувати синхронний генератор. У цьому випадку:

– виробляється як активна, так і реактивна потужність, що дає можливість повного або часткового відключення конденсаторних батарей в мережі споживача, який встановлює у себе синхронний генератор;

– можливо використання СГ в будь-якому режимі роботи – базовому, автономному, аварійному.

Загальні технологічні схеми ТЕЦ з врахуванням електротехнічних рішень при впровадженні когенерації. Розглянемо особливості технологічної схеми ТЕЦ, які показані на рисунку 1.2. Частина схеми, які за своєю структурою подібні таким для КЕС, тут не вказані. Основна відмінність полягає в специфіці пароводяного контуру і способі видачі електроенергії [15,16].

Специфіка електричної частини ТЕЦ визначається розташуванням електростанції поблизу центрів електричних навантажень. У цих умовах частина потужності може видаватися в місцеву мережу безпосередньо на генераторній напрузі. З цією метою на електростанції створюється звичайно головне розподільний пристрій (ГРП). Надлишок потужності видається, як і у випадку КЕС, в енергосистему на підвищеній напрузі.

Суттєвою особливістю ТЕЦ є також підвищена потужність теплового обладнання в порівнянні з електричною потужністю електростанції. Ця обставина зумовлює більшу відносну витрату електроенергії на власні потреби, ніж на КЕС.

Розміщення ТЕЦ переважно у великих промислових центрах, підвищена потужність теплового обладнання в порівнянні з електричним підвищують вимоги до охорони навколишнього середовища. Так, для зменшення викидів ТЕЦ доцільно, використовувати в першу чергу газоподібне або рідке паливо, а також високоякісне вугілля. Розміщення основного обладнання станцій даного типу, особливо для блочних ТЕЦ, відповідає такому для КЕС. Особливості мають лише ті станції, у яких передбачається велика видача електроенергії з ГРП місцевим споживачеві. У цьому випадку для ГРП передбачається спеціальний будинок, розташовуване уздовж стіни машинного залу (рисунк 1.3).

Варіант пристрою ГРП найбільш часто зустрічається при реалізації енергозберігаючих проєктів промислових підприємств на базі установки розширювальних машин малої потужності, оскільки це, як правило, в першу чергу електростанції власних потреб і в мережу видаються надлишки електроенергії, частка яких не велика.

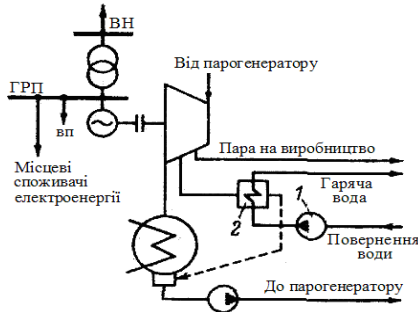


Рисунок 1.2 Особливості технологічної схеми ТЕЦ:
1 – мережевий насос, 2 – мережевий підігрівач

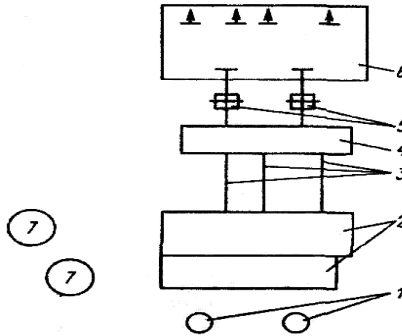


Рисунок 1.3 Варіант розміщення основного обладнання на майданчику ТЕЦ з окремою будівлею ГРУ:

1 – димові труби; 2 – головний корпус; 3 – багатоамперні струмопроводи; 4 – будівля ГРУ; 5 – трансформатор зв'язку; 6 – ОРП; 7 – градирні (склад палива для ТЕЦ не показана)

Шляхи розробки електротехнічних рішень для малих та когенераційних енергокомплексів. Вибір генераторів і трансформаторів та іншого електричного обладнання не представляє великих складнощів – це обладнання випускають українські та російські виробники.

Головною проблемою при розробці електротехнічних рішень з проєктованим малим енергокомплексом є визначення місця підключення його генераторів в існуючу схему електропостачання підприємства з найменшими витратами на її реконструкцію. Як правило, в ланцюгах живлення від ГРП 6 або 10 кВ станції встановлюються струмообмежуючі реактори для збереження комутаційного обладнання в існуючій схемі підприємства.

З появою генеруючого джерела на промисловому підприємстві замовник повинен отримати від енергосистеми технічні умови (ТУ) на підключення електростанції до мереж енергосистеми. ТУ необхідні,

оскільки передбачається режим паралельної роботи турбоагрегатів ТЕЦ з енергосистемою.

Режим автономного електропостачання навантажень промислового підприємства від свого енергокомплексу мало прийнятний. Причинами цього є:

- скорочення тривалості використання номінальної потужності своїх турбоагрегатів через жорстку залежність миттєвої потужності турбоагрегатів від графіка електричного навантаження, що призводить до погіршення їх ККД, перевитрати палива, збільшення терміну окупності капітальних витрат;

- вимушені зупинки частини турбогенераторів в періоди вихідних і святкових днів та в нічні зміни, якщо їх навантаження виявиться менше 25 % від номінальної потужності, при цьому необхідно буде вирішувати питання живлення навантаження, що залишилося від інших джерел;

- прискорена виробітка механічного ресурсу турбоагрегатів ТЕЦ через збільшення кількості пусків, зупинок, скидів та накидів навантаження.

При паралельній роботі станції з енергосистемою передбачається протиаварійна автоматика виділення турбоагрегатів на автономну роботу зі збалансованим навантаженням при зниженні частоти в енергосистемі та при інших аварійних ситуаціях. Однак такий режим автономного електропостачання триває недовго, протягом ліквідації аварійної ситуації.

Збурення в електричних мережах надають певний вплив на статичну та динамічну стійкість турбоагрегатів станції. До факторів, що визначає стійкість турбоагрегатів, відносяться місце розташування енергокомплексу щодо інших електростанцій і вузлів навантаження, пропускну здатність зв'язків комплексу з рештою енергосистеми. Тому розрахунки стійкості, безумовно, повинні з'явитися спільним продуктом як генпроектувальників енергокомплексу, так і регіональних інститутів «Енергомережпроект». Практика розрахунків стійкості показує, що завдання забезпечення надійного електропостачання від енергокомплексу малої потужності повинна розглядатися (особливо при використанні газових турбін, ротори яких порівняно з паровими турбінами характеризуються малою інерційністю), вона досить складна і багатогранна.

Сучасні Енергокомплекси оснащуються інтегрованою АСУТП, що забезпечує централізований контроль і управління всього (тепловничного та електротехнічного) обладнання станції з одного примі-

щення ГЩУ, релейний захист і автоматика передбачається на мікропроцесорній елементній базі.

АСУТП проектується на сучасній мікропроцесорній елементній базі (Siemens, ABB, Metso Automation тощо), включаючи підсистему РЗА.

За структурною реалізації АСУТП енергокомплексу є розподіленою функціонально і в просторі системою, об'єднуючою в своєму складі різні рівні та підсистеми АСУТП.

Найбільш важливі завдання, які вирішуються АСУТП станції:

- управління режимами запуску і зупинки агрегатів;
- групове регулювання активної та реактивної потужності з обмеженням, при необхідності, видачі потужності в мережу;
- релейний захист і автоматика;
- керування синхронізацією;
- аналіз електронних осцилограмм;
- діагностика стану та налаштування системи.

Структурні схеми видачі електроенергії на ТЕЦ. Схема видачі електроенергії залежить від складу устаткування (числа генераторів, трансформаторів) і розподілу навантаження між розподільними пристроями (РП) різної напруги.

На рисунок 1.4 показані структурні схеми видачі електроенергії на ТЕЦ. Такі станції зазвичай мають споживачів на генераторному напрузі 6 – 10 кВ, що викликає необхідність спорудження головного розподільчого пристрою.

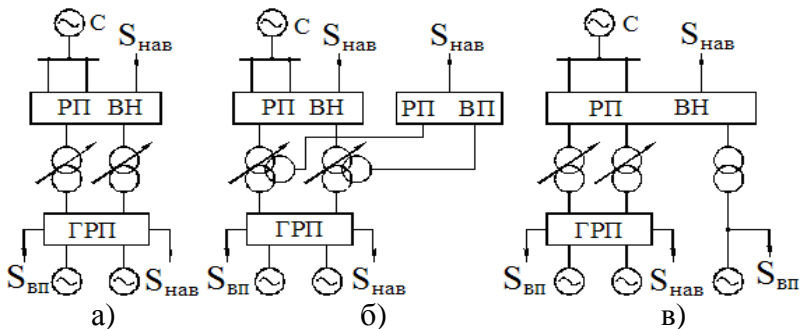


Рисунок 1.4 Структурні схеми видачі електроенергії ТЕЦ

Зв'язок з енергосистемою здійснюється лініями високої напруги 110 – 220 кВ, тому на ТЕЦ, крім ГРП, споруджується розподільний пристрій високої напруги (РП ВН), (рисунок 1.4, а).

Якщо поблизу ТЕЦ є енергоємні виробництва, то живлення їх може здійснюватися по лініях 35 кВ і вище. У цьому випадку на ТЕЦ передбачається розподільний пристрій середньої напруги (РП СН), (рисунок 1.4, б).

При установці на ТЕЦ потужних генераторів 100 – 250 МВт не доцільно приєднувати їх до ГРП. Це призвело б до значного збільшення струмів к.з., а отже, до обтяження й подорожчання устаткування ГРП. Крім того, відомо, що потужні генератори мають номінальну напругу 13,8 – 20 кВ, а також живлення споживачів від ГРП здійснюється звичайно на напрузі 6 – 10 кВ. Все це робить доцільним приєднання потужних генераторів ТЕЦ безпосередньо до РП високої напруги за схемою блоків генератор-трансформатор (рисунок 1.4, в).

Зв'язок між розподільними пристроями різної напруги здійснюється за допомогою двообмоткових або триобмоткових трансформаторів (автотрансформаторів).

На рисунок 1.3 показані схеми видачі електричної потужності електростанцій з переважним розподілом електроенергії на підвищеній напрузі (станції середньої та великої потужності).

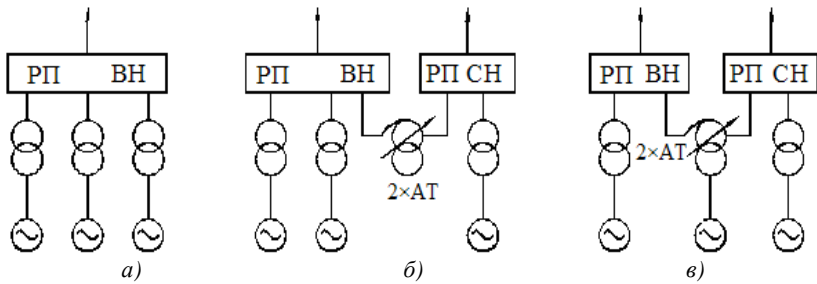


Рисунок 1.5 Структурні схеми видачі електроенергії потужними електростанціями

Відсутність споживачів в безпосередній близькості від таких електростанцій дозволяє не споруджувати розподільного пристрою на генераторному напрузі. Кожен генератор з'єднується безпосередньо з трансформатором, що підвищує, зазвичай без установки вимикача на генераторній напрузі. Таке з'єднання називається блоковим. Паралельна робота блоків генератор-трансформатор здійснюється на високій напрузі, де передбачається розподільчий пристрій (рисунок 1.5, а). Якщо електроенергія видається на високій та середній напрузі, то зв'язок між ними здійснюється трансформатором (автотрансформатором) зв'язку (рисунок 1.5, б) або автотрансформатором, до третьої обмотки якого підключений генератор (рисунок 1.5, в).

Вибір тієї чи іншої схеми станції проводиться на підставі техніко-економічного порівняння двох-трьох варіантів, для чого в першу чергу необхідно вибрати кількість і потужність трансформаторів (автотрансформаторів).

Використані джерела

1 Маляренко В. А., Перевод котельних в режим когенерації путем введіння турбин малої потужності [Текст] / В. А. Маляренко, И. А. Темнохун, А. В. Сенечкий, А. Ю.Петров // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Васеленка – 2014. Харків: ХНТУСГ №153. – ст. 110-111.

2 Применение когенерационных технологий в решении проблем теплоэнергетики, энергосбережения и экологии - http://esco-ecosys.narod.ru/2004_7/art182.doc.

3 Государственный комитет по энергосбережению; Национальная Академия Наук Украины; Институт технической теплофизики Открытое Акционерное Общество «Рассвет»; Проект развития частной энергетики Украины на базе когенерационных энергосберегающих технологий; Киев-Запорожье Август 1999.

4 Техническая коллекция Schneider Electric/ Выпуск № 18 /Типовые схемы АВР с применением интеллектуально_программируемого реле Zelio Logic.

5. Электронный ресурс - <http://forbes.ua/ua/news/1381041-ukrayina-znizhuvirobnictvo-elektroenergiyi> За матеріалами: Інтерфакс-Україна останнє звернення 18.01.15.

6 Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малої потужності / А.Л. Шубенко, В.А. Маляренко, А.В. Сенечкий, Н.Ю. Бабак // НАН України, Інститут проблем машиностроєння. – Харьков, 2014. – 320 с

7 Маляренко В.А., Лисак Л.В. Энергетика. Довкілля. Энергозбереження. Харків. ,, Рубікон ,, 2004р. – 400 с.

8 Электронный ресурс «О когенерации, малої енергетикє и строительстве тепловых электростанций» <http://www.cogeneration.ru>/ Останнє звернення 7.12.2013.

9 Электронный ресурс <http://www.budfond.com/energy/tehnologii/1300-skritye-vozmozhnosti-kogeneracii> Останнє звернення 7.12.2013.

10 А. В. Рассказов. «Анализ вариантов производства и использования энергии от Мини-ТЭЦ» //Энергоэффективность:опыт, проблемы, решения. Вып. 3-4. 2006.

11 ТЭЦ [Электронный ресурс]: Сайт «Электроэнергетика» содержит информацию: статьи, инструкции по эксплуатации энергетического электрооборудования и сетей — М.: ООО «ЭлектроСпецМонтаж», [199-]. — Режим доступа: <http://www.forca.ru/info/spravka/tec.html>. — Последнее обращение: 30.06.2014. — Загл. с экрана.

12 Новиков А. В. Выбор главной схемы электростанции. Методические указания для курсового и дипломного проектирования / А. В. Новиков, Н. А. Зуева, Р. В. Медов – Киров, Вятский Государственный Технический Университет, 1999 [Электронный ресурс]: Сайт «Электролаборатория» – Ухта / В.А. Янсюкевич – Электрон. дан. (1 doc файл, 1,300 Мб). – [200-]. – Режим доступа: http://www.yanvictor.narod.ru/vyat_gu/sxem.doc – Последнее обращение: 30.06.2014. – Загл. с экрана.

13 Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

14 ТЭЦ ОАО «Ясиновский коксохимический завод» Расширение и реконструкций. Установка турбины ПТ-12/13-3,4/1,0-1 с генератором Т-12-2-УЗ (ст. № 3) Проект. Книга 1 Пояснительная записка и чертежи Часть 1. (0191.РЗТ03.002.3.П1.1)/ – Днепропетровск: ОАО «ДнепрВНИПИЭнергопром», 2005. – 153 с.

15 Справочник по проектированию электроэнергетических систем. В. В. Ершевич, А. Н. Зейлигер, Г. А. Илларионов и др. Под ред. С. С. Рокотяна и И. М. Шапиро. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.

16 Электрическая часть станций и подстанций: Учеб. для вузов/ А. А. Васильев, И. П. Крючков, Е. В. Наяшкова и др. Под ред. А. А. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

17 Нишневич В. И. Малая энергетика проектируется по-взрослому / В. И. Нишневич, А. Э. Вилинский // Академия Энергетики, 26, № 6, 2008 [Электронный ресурс]: Сайт журнала Академия Энергетики – Ст. Петербург, Редакция журнала Академия Энергетики [2008]. – Режим доступа: http://www.energoacademy.ru/ru/index.php?PAGE_CODE=MAGAZINE&PAGE_TYPE=M&article_id=179 – Последнее обращение: 31.06.2014. – Загл. с экрана.

РЕАЛІЗАЦІЯ КОГЕНЕРАЦІЇ З МЕТОЮ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ ВІДПОВІДАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ МІСТА

¹*В. А. Маляренко, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедру електростачання міст*

²*С. Ю. Андрєєв, канд. техн. наук, проф., генеральний директор КП «Харківські теплові мережі» ,*

¹*І. О. Темнохуд, асистент кафедри електростачання міст
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції 12.*

²*КП «Харківські теплові мережі»: 61037, Україна, м Харків,
вул. Доброхотова, 11*

Впровадження когенераційних технологій підвищує надійність і стабільність енергопостачання споживачів в умовах мінливого ринку енергії. Реалізація принципів когенерації може здійснюватися як малими, так і досить великими частками – цим підтримується тісний взаємозв'язок між генерацією та споживанням енергії. Таким чином, забезпечуються всі енергетичні потреби, які завжди супроводжують економічне зростання.

Програма виробництва енергії: Використання енергоагрегатів передбачається протягом усього календарного року, тобто споживання генерованої електричної й теплової енергії відбувається постійно. На підставі паспортних даних одержуємо виробничий план, представлений у таблиці 1.1.

Склад штатного обладнання котельної станції: водогрійні котли ПТВМ100 - 8 шт. і ПТВМ180 - 1 шт., мережні насоси СЕ-1250-140 - 10 шт., потужність електричних двигунів - 630 кВт. Структура відпуску тепла споживачам: населення – 86,6 %, бюджет – 8,8 %, госпрозраху-

нок -4,6 %. Частка електроенергії в собівартості відпускнуго тепла - 9,7 %. Споживання котельнею електроенергії в зимовий період - 5,3 тис. кВт/г, у літній період - 1,5 тис. кВт/г.

Таблиця 1.1 — Програма виробництва

Найменування	Показник	
	На місяць	У рік
Кількість мотогодин (з урахуванням коефіцієнта потужності = 0,9)	652,5	8700
Виробництво електроенергії, тис.кВт*г	2656,25	31875
Виробництво теплової енергії, Гкал	1971,86	23662,3

З міркувань економічної ефективності встановлену потужність необхідно експлуатувати в плинні року з максимальним завантаженням. При мінімальному тепловому навантаженні в цьому випадку штатні водогрійні котли котельні виводяться з експлуатації, а в зимовий сезон збільшення споживаємої теплової потужності компенсується за рахунок введення в експлуатацію котлів.

Таким чином, найбільш ефективною є електрична потужність когенераційної установки - 4 МВт (два мотор-генератори по 2МВт кожний).

Основні технічні характеристики когенераційного обладнання фірми "Caterpillar"(США) (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 — Характеристики газового мотор-генератору.

Виробник	"Caterpillar" (США)
Марка двигуна	G3520C
Країна-виробник	США
Напруга генератору, кВ	10,5
ККД електричний, %	40,1
ККД тепловий, %	42,0
ККД загальний, %	82,1
Потужність 1-го ГДГ електрична, кВт	2016
Потужність 1-го ГДГ тепла, кВт	2144
Коефіцієнт використання потужності ГДГ	0,90
Вид палива	Природний газ
Расход газу, нм3/г	502,0
Питома витрата природного газу, м3/кВт*год	0,249
Питома витрата масла, г/кВт*год	0,3
Термін служби до капітального ремонту, годин	45000
Коефіцієнт вартості капітального ремонту	0,3
Ресурс до першого перебирання двигуна, годин	20000
Коефіцієнт вартості першого перебирання двигуна	0,05
Повний ресурс до списання, годин	200000
Термін амортизації, років	20

Містить "2" ступінь автоматизації яка передбачає: автоматичний пуск, включаючи пуск по зникненню (падінню) напруги в контрольно-

ваній мережі; автоматичне приймання навантаження; автоматичний контроль по параметрах - перегрів охолоджуючої рідини й масла, падіння тиску масла й рознос, а також індикацію стану й візуальний контроль параметрів агрегату.

Крім мотор-генератору, комплект КГУ включає: систему керування мотор-генератору; блок синхронізації із зовнішньою мережею; високовольтне обладнання; блок утилізації тепла; систему пуску двигуна; кабельно-провідникову продукцію; допоміжне обладнання (баки, насоси і т.д.); комплект запасних частин; комплект експлуатаційних документів.

Технологічний процес. Електрична енергія виробляється трифазним генератором, теплову енергію одержують шляхом охолодження двигуна внутрішнього згорання, і відбору тепла продуктів згорання. Виробництво обох видів енергії органічно взаємозалежне.

Електрична потужність. Одержувана номінальна електрична потужність на клеммах одного генератору становить 2016 кВт при наступних атмосферних умовах: температура навколишнього повітря 8...40°C; атмосферний тиск - 674...760 мм рт. ст.; відносна вологість - до 90%; висота над рівнем моря, не більш 1000 м;

Тип генератору - синхронний трифазний з незалежним порушенням і самовентиляцією. Виносний підшипник генератору обладнаний термометром з контактною системою для контролю температури й сигналізації про її перевищення.

Газовий двигун. Тип газового двигуна марки G3520 C. Робочий процес газового двигуна здійснюється по чотирьохтактному циклу. Газовий двигун двадцятициліндровий, V-образний, з іскровим запалюванням, рідинного охолодження. Технічні характеристики двигуна наведено в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 — Технічні характеристики газового двигуна CAT 3520 C

Найменування	Показник
Частота обертання, об/хв	1500
Номінальна електрична потужність, кВт	2016
Номінальна теплова потужність, кВт	2144
Одногодинне перевантаження, %	10
Витрата масла (на вигар), г/кВт*годину	0,3
Паливо	Природний газ по ДЕРЖСТАНДАРТ 5542-87
Витрата газу на номінальній потужності, м ³ /годину	502,0
Тиск газу на вході, кгс/см ²	0,1...0,4
Габаритні розміри двигуна, мм	
- довжина	6070
- ширина	1853
- висота	2248
Маса сухого двигуна, кг	18350

Шафа розподільного устро́йства. Шафа розподільного устро́йства призначена для комплектації із двома газовими електростанціями G3520 C і складається із двох з'єднаних між собою шаф - по одному на кожний агрегат. Шафи сталеві, обладнані дверима, що замикаються, з ущільненням. Забарвлення - порошкове, колір - сірий.

Шафа системи керування складається із двох відділень низьковольтного відсіку власне системи керування двигуна й відсіку силового вимикача із приводом для введення в паралельну роботу. Шафа виконана в напольному виконанні.

Низьковольтний відсік містить у собі також ланцюги керування навантаженням. Шафа керування призначена для використання із двома мотор-генераторними установками G3520 C потужністю по 2016 кВт кожна, напругою 10,5 kV і коэф. потужності $\cos\phi=0,9$. Система керування здійснює автоматичне введення кожного генератора в паралельну роботу на шину навантаження для використання кожного з них при спільній роботі з іншими.

Особливості шафи керування: виконання у відповідності зі стандартом NEMA 1 для використання усередині приміщень, двері шаф з ущільненням - верхня й нижня двері зачиняються зверху й знизу на 2 засувки, двері мають фіксатори, забарвлення шафи сірого кольору.

Система керування генераторною установкою

Відображення інформації. Постійно циклічно змінна інформація на рідкокристалічному дисплеї з підсвічуванням про напрацьовані моточаси двигуна, оберти двигуна, напругу акумуляторної батареї, тиск масла двигуна й температуру охолоджуючої рідини.

Захист. Зупинка двигуна при: перевищенні припустимих обертів, підвищенні температури двигуна, низькому тиску масла, детонації, при натисканні кнопки аварійної зупинки й інших за бажанням замовника (наприклад, при спрацьовуванні датчика загазованості приміщення станції або пожежної сигналізації). Кожна з перерахованих вище причин зупинки відображається на передній панелі. Попередження: за бажанням замовника.

Вимірювальні прилади ланцюга змінного струму. Вольтметр по трьом фазам. Рідкокристалічний дисплей з підсвічуванням для виводу показань амперметра й частотоміра із кнопкою вибору фази. Точність вимірів 0.5%.

Керування. Автоматичний пуск із програмно змінними значеннями тривалості включеного стану стартера, часу між запусками, контролю над успішністю запуску й часу роботи двигуна на холостому ходу для охолодження при вимиканні після роботи під навантаженням.

Програмування й діагностика. Система керування передбачає можливість програмної зміни контрольних параметрів двигуна й відображення змінних, самодіагностики системи, а також підключення датчиків і з'єднань.

Кнопка аварійної зупинки. Грибоподібна кнопка червоного кольору з фіксацією в натиснутому положенні. При натисканні двигун зупиняється й головний вимикач розмикається. У натиснутому положенні блокує запуск двигуна.

Автоматичне введення в паралель. Містить у собі захист від зворотної потужності, ланцюги автоматичної синхронізації, лампи синхроноскопа, і вимикач. При зворотній потужності головний вимикач розмикається й двигун зупиняється.

Помилка вводу в паралель. Програмувальний таймер контролю часу вводу в паралель зупиняє двигун, якщо головний вимикач генератора не замкнув після закінчення заданого часу.

Перевищення напруги. Захисне реле від перевищення напруги (ANSI - 59) однофазне напівпровідникове реле, жорстко змонтоване, зі змінними параметрами напруги спрацьовування й затримки часу. Спрацьовування реле приводить до розмикання головного вимикача генератору й зупинки двигуна. Спрацьовування захисного реле відображається миготливою лампою й звуковим сигналом.

Перевищення припустимого струму. Захисне реле від перевищення припустимого струму (ANSI - 50/51) Спрацьовування реле приводить до розмикання головного вимикача генератору й переводить двигун у режим охолодження на холостому ходу з подальшою зупинкою. Реле напівпровідникове, виймається з кожуха. Із змінними параметрами струму, відсічення й спрацьовування із затримкою часу. Спрацьовування захисного реле відображається випадним блінкером і звуковим сигналом.

Перемикач керування головним вимикачем. Перемикач підвищеної надійності на три положення з фіксацією в середньому положенні, з миттєвим замиканням контактів у положенні включення й вимикання головного вимикача й ковзаючими контактами для автоматичного замикання. Рукоятка може фіксуватися в положенні блокування замикання головного вимикача. Для індикації положення головного вимикача використовуються відповідні індикаторні лампи.

Електронний регулятор швидкості й пов'язані з ним ланцюги. Регулятор і блок розподілу навантаження генераторів установлені в шафі керування. Є потенціометр регулювання швидкості, перемикач «Нормальні/Знижені» оберт двигуна, і перемикач режимів роботи двигуна

залежно від росту навантаження - «Ізохронний Режим/Статика швидкості».

Регулятор напруги Регулятор напруги, призначений для роботи з генератором Caterpillar SR4B установлюється в шафі керування й має на передніх дверцятах шафи потенціометр підстроювання напруги.

Шини. Шини для трьох фаз, плюс нейтраль, розраховані на повне навантаження, виконані з посрібленої міді з отворами для підключення кабелів навантаження й кабелів генератору по стандарту NEMA. Шини розраховані на повне навантаження генератору з коефіцієнтом потужності 0,8. Є посріблена мідна шина заземлення [1-9].

Використані джерела

1 В.А. Маляренко., М.С.Золотов. Технический отчет по энергетическому обследованию КП «Харьковские тепловые сети» для обоснования двухставочного тарифа на тепловую энергию //Харьков 2002 г.

2 Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности / А.Л. Шубенко, В.А. Маляренко, А.В. Сенецкий, Н.Ю. Бабак // НАН Украины. Институт проблем машиностроения. – Харьков, 2014. – 320 с

3 Клименко А.П., Петрушенко А.А. Термодинамические свойства легких углеводородов парафинового ряда.- К.: Изд-во АН УССР. Ин-т использования газа, 1969.- кн. 8.- 96 с. (Тр. АН УССР).

4 Дубовкин Н.Ф. Справочник по углеводородным топливам и их продуктам сгорания.- М.-Л.: Госэнерго-издат, 1962.- 288 с.

5 Вассерман О.А., Фоминський Д.В. Термодинамічні властивості альтернативних холодоагентів R32 і 125 / Под ред. О.А. Вассермана.- Одесса, 2002.-256 с.

6 Ольшанский А. И. Основы энергосбережения: курс лекций / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, Н. В. Беляков; УО «ВГТУ».–Витебск, 2007. – 223 с.

7 Фомин В.А. Перспективы применения энергетических установок с низкотемпературными рабочими телами <http://www.comtec-energyservice.ru>.– Санкт-Петербург: КОМТЕК – энергосервис.

8 С.Д. Корнеев, Л.А. Марюшин. Теоретические основы теплотехники. Конструирование и расчет рекуперативного теплообменника. Методические указания к выполнению курсовой работы.—М.: МГИУ, 2010.

9 Технічний звіт 1. Оцінка потенціалу та можливостей інтеграції когенераційних технологій в Малу енергетику України. Аналіз структури підприємства, енергетичного обладнання, експлуатаційних режимів, енергоефективності КП «Харківські теплові мережі» 80ст. (Дослідження можливості застосування та вибір найбільш енергоефективних когенераційних технологій на районних котельнях комунального підприємства «Харківські теплові мережі» на підставі техніко-економічних обґрунтувань» Договір №2702/14 дата 02.06.14.»)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ КОТЕЛЬНІ ЯК ЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧОГО ОБ'ЄКТА ЕНЕРГОСИСТЕМИ

*І. О. Темнохуд, асистент кафедри електропостачання міст
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*
61002, Україна, м. Харків, вул. Революції 12.*

Вступ. Згідно з повідомленнями Міністерства енергетики та вугільної промисловості виробництво електроенергії в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) в січні-вересні 2014 року скоротилося на 4,7% (на 6 млрд 645,8 млн кВт-год) порівняно з аналогічним періодом 2013 року – до 135 млрд 156,3 млн кВт-год, в Україні. У вересні 2014 р. виробництво електроенергії в Україні знизилося на 13,7% (на 2 млрд 14,7 млн кВт-год) порівняно з аналогічним місяцем 2013 року – до 12,663 млрд кВт-год.

АЕС, ТЕС і районні котельні Міненергосистем за дев'ять місяців 2014 року скоротили випуск теплової енергії на 15,7% (на 2 млн 651,6 тис. Гкал) у порівнянні з аналогічним періодом до 14 млн 271,3 тис. Гкал. 2013 року. Зниження виробництва енергії пов'язано з дефіцитом та дорожчанням органічних видів палива, а також з експлуатацією застарілого енергетичного обладнання. Збільшення частки енергії виробленої АЕС та зниження ефективності роботи ГЕС і ГАЕС значно знижує маневрові можливості енергосистеми. Перспективним напрямком підвищення маневрових показників енергосистеми без збільшення використання органічного палива і покращенням її екологічних характеристик може стати впровадження на великих районних котельнях когенераційних технологій [1-5].

Широкі можливості для цього відкривають нормативно-правові основи України: Енергетична стратегія України до 2030 року і подальшу перспективу, що зараз створюється (проект); Закон України “Про електроенергетику” (№ 575/97-ВР від 16.10.1997 з подальшими змінами); Закон України “Про альтернативні джерела енергії” (№ 555-IV від 20.02.2003); Закон України “Про енергозбереження” (№ 74/94-ВР від 01.07.1994 з подальшими змінами); Закон України “Про загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 року” (№ 1869-IV від 24.06.2004); Закон України “Про комбіноване виробництво теплової і електричної енергії (когенерацію) і використання скидного енергопотенціалу” (№ 2509-IV від 05.04.2005); Закон України “Про теплопостачання” (№ 2633-IV від

02.06.2005); Закон України “Про спеціальний режим інвестиційної та інноваційної діяльності технологічних парків” (№ 991-XIV від 16.07.1999 з подальшими змінами); Закон України “Державна програма реформування, модернізації і розвитку комунальної енергетики України” (проект).

Постановка проблеми. Перетворення котельні в Міні-ТЕЦ зазнає складнощів зокрема через відсутність чіткого алгоритму виконання електротехнічних рішень при модернізації. Так зокрема в Правилах улаштування електроустановок (ПУЕ) відсутні чіткі вимоги до електротехнічного обладнання Міні-ТЕЦ, що обумовлюють гарантовану купівлю електроенергії вироблену на модернізованій котельні що працює в режимі когенерації у разі надлишку електроенергії.

Мета. Систематизувати та проаналізувати електротехнічну структуру перетворення котельні в Міні-ТЕЦ (з урахуванням інтересів енергосистеми при впровадженні новітніх технологій).

Основні матеріали дослідження.

Котельня → Міні-ТЕЦ ↔ Енергосистема. На протязі десятиліть в містах і великих населених пунктах, створювалась розгалужена система котельних для централізованого теплозабезпечення та гарячого водопостачання що забезпечувала близько 85 % потрібної теплової енергії. Переважна більшість котельних муніципального теплопостачання, з відомих причин, у тому числі екологічних, працює на природному газі, завдяки чому доля газу у витратах палива на теплопостачання перевищує 75 %. У той же час, котельні мають невикористаний перепад тиску пари 3-6 атм з витратою пара 6-50 т / год. з якого можна реально отримати 200 - 1500 кВт електроенергії. Якщо пар після котла направляють в розширювальну машину, наприклад, парову турбіну, пов'язану з електрогенератором, за рахунок утилізації низькопотенційних, енергоресурсів можна отримати додатково відносно дешево електроенергію.

Вказаний напрямок є перспективним для енергетики в Україні у зв'язку з тим, що при цьому можуть бути використані різні механізми фінансування впровадження когенераційних установок в стислі терміни з використанням вже існуючого обладнання (котлів та приміщень котельні, насосного обладнання).

Основні напрямки реконструкції котельні: установка на парових котельнях парових турбін (паровинтових машин) замість редуційно - охолоджувальних установок; установка на водогрійних котельнях газових турбін і газопоршневих двигунів зі скиданням димових газів в топку котлоагрегату (водогрійний котел перетворюється в котел-утилізатор); використання термодинамічного циклу з органічним теп-

лоносієм з метою виробництва електроенергії при утилізації тепла відхідних димових газів парового/водогрійного котла [1-8]. У першому випадку відсутня електроенергія береться з мережі на середній (6, 10, 35 кВ - великі та середні районні котельні) або низькій (0,4 або 0,66 кВ) напрузі. У другому випадку перетік на межі балансової належності, приблизно, дорівнює нулю. У третьому - надлишок над власними потребами віддається в мережу.

Котельня → *Міні-ТЕЦ*. При перетворенні котельні у Міні-ТЕЦ додається наступне електротехнічне обладнання :

1. Електрогенератор. До нього йде система збудження (у даний час напівпровідникова). У комплекті з генератором поставляється комутаційна апаратура: автоматичний вимикач (генераторна напруга до 1 кВ) та високовольтний вимикач (генераторна напруга вище 1 кВ).

Обладнання зазвичай поставляється у вигляді комплектних розподільних пристроїв. Причому повстає вибір між паралельним з енергосистемою та автономним режимами роботи генераторів Міні-ТЕЦ, між паралельним або роздільним режимами роботи генераторів Міні-ТЕЦ між собою; забезпечення динамічної стійкості генераторів Міні-ТЕЦ при короткому замиканні в розподільній мережі 6 (10) кВ; забезпечення якості електроенергії в автономному режимі роботи генераторів Міні-ТЕЦ; забезпечення надійності живлення системи випрямленої оперативного струму при малих значеннях струмів короткого замикання (СКЗ) в автономному режимі роботи генераторів.

2. Акумуляторна батарея для мережі постійного струму з зарядно-підзарядними пристроями. Вона служить для живлення пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА), систем управління котельного і турбінного (ДВЗ) обладнання, приводів включення/відключення комутаційного обладнання, аварійного освітлення і зв'язку.

3. Реконструкція розподільчих пристроїв змінного струму мережі до та вище 1 кВ в зв'язку з установленням додаткової комутаційної апаратури. При необхідності можлива установка трансформаторів власних потреб, вибір між паралельним або роздільним режимами роботи силових трансформаторів на ГПП.

4. Реконструкція заземлюючого пристрою котельні (можливо різке збільшення струмів замикання на землю в мережі вище 1 кВ і струмів короткого замикання мережі до 1 кВ). Також може виникнути необхідність створення електрично незв'язаних заземлюючих пристроїв для особливо чутливого до перешкод електронного обладнання (системи управління, системи зв'язку).

5. Створення системи АСКОЕ (автоматизована система комерційного обліку електроенергії) для збору, обробки, зберігання і пере-

дачі даних про генерацію та споживання електроенергії, забезпечення чутливості і селективності роботи релейного захисту та автоматики (РЗіА) у різних режимах роботи системи електропостачання.

Генерація електричної потужності на модернізованому котельному підприємстві. Вихідний вал ведучого ротора ДВС / турбіною з'єднується з електрогенератором. При роботі паралельно з електричною мережею 0,4 ; 6; 10 кВ на Міні-ТЕЦ доцільно використовувати асинхронний генератор (АГ), який є зверненням звичайного серійного асинхронного двигуна з короткозамкненою обмоткою ротора і має такі переваги перед синхронним генератором (СГ):

- більш простий в обслуговуванні і надійний в експлуатації, ніж СГ, а вартістю удвічі нижчою, ніж СГ.

- не потребує системи синхронізації з мережею і в регуляторі збудження генератора;

- система захисту значно простіша, ніж у СГ, зважаючи на те, що струми короткого замикання у АГ швидко згасають внаслідок зникнення магнітного поля в роторі;

- максимальні обороти серійно випускаємих асинхронних машин в діапазоні до 1 МВт становлять 3000 об/хв, у той час як у СГ максимальні оберти становлять 1500 об/ хв. Тому АГ може працювати з ДВС/турбіною або безпосередньо, або через редуктор з малим передавальним відношенням.

Недоліком використання у складі Міні-ТЕЦ АГ є споживання реактивної потужності з мережі і те, що серійно випускаються асинхронні машини в діапазоні близько 1 МВт мають повітряне охолодження, яке створює підвищену гучність від вентилятора. Зазвичай генератор, поставляється в комплекті з ДВС / турбіною.

Міні-ТЕЦ ↔ Енергосистема. При появі у системі електропостачання незалежного джерела у вигляді Міні - ТЕЦ важливою є реалізація електричної частини спільного виробництва теплової та електричної енергії, обумовлення кількості енергії що може виробляти Міні-ТЕЦ, якості електроенергії, погодження взаємовигідної роботи з урахуванням покриття пікових навантажень, використання нічного тарифу на електроенергію, перспектив акумуляування та обліку використаної енергії.

Міні-ТЕЦ можуть працювати в режимі недостатньої генерації, рівності або надлишку генерації та в режимі споживання генерованої енергії на власні потреби.

Облік електроенергії виконується на межі балансової належності. Дані, отримані з приладів обліку (багатофункціональних лічильників активної та реактивної енергії) надходять в автоматизовану систему

контролю та обліку електроенергії. Вони обробляються, архівуються і передаються далі на більш високий рівень (обленерго, енергоринок). Вибір класу напруги генераторів обумовлений потужністю (до 250-300 кВт - 0,44/0,66 кВ, більше 500 кВт - 6,10 кВ), і, частково, напругою найбільш потужних споживачів власних потреб, встановлених на котельні. Широкі можливості в цьому напрямку відриває розвиток інтелектуальних технологій в енергетиці [1-8].

Наступне питання - величина струмів короткого замикання у вузлі енергосистеми у місці підключення Міні - ТЕЦ, яке обумовлює вартість обладнання. При одному і тому ж класі напруги вартість зростає нелінійно зі збільшенням номінального струму (і струму короткого замикання, яке дане устаткування може витримати і відключити). Іноді обладнання доводиться брати на більший ніж потрібно номінальний струм, через величини саме струмів короткого замикання. При напрузі 6, 10, 35 кВ може постати питання компенсації рівня струмів замикання на землю, що вимагає установку додаткового обладнання, що, в основному, стосується лише великих котельень. При установці генераторів потужністю вище 1 МВт може знадобитися реконструкція розподільчого пристрою зі зміною його схеми (секціонування, перехід на більш високий клас напруги).

Ще одне злободенне питання для української енергосистеми, - рівні напруг в різні зони доби. У зоні мінімального споживання (ніч) напруга перевищує 5% поріг, встановлений правилами технічної експлуатації для нормального режиму енергосистеми. У зоні піку (максимум) напруга навпаки нижче, перевищуючи 5% відхилення. Розглянуті Міні-ТЕЦ можуть самі бути регуляторами напруги в точках підключення, однак можливості регулювання досить вузькі, виходячи з потужності встановлюваних генераторів. Одночасно може знадобитися установка трансформаторів з регулюванням під напругою, якщо це технічно можливо і економічно доцільно.

Окремо слід обумовити питання підвищення надійності електропостачання споживачів, підключених до шин електростанції. У разі системної аварії відбувається виведення Міні-ТЕЦ на збалансоване навантаження засобами автоматики. Це особливо важливо при підключенні особливо відповідальних споживачів першої і частково другої категорії з надійності електропостачання. При наявності достатньої потужності Міні-ТЕЦ можливо її використання як засобу для розвороту зупинки енергетичних блоків ТЕЦ.

Управління Міні - ТЕЦ може й повинно виконуватися на сучасній елементній базі (програмовані логічні контролери, промислові комп'ютери) з обов'язковим резервуванням і зручним людино - машинним

інтерфейсом. Більші можливості відриваються при реалізації функції резервування, архівація даних технологічного процесу в подальшому може бути використана для аналізу і виробництва стратегії оптимального управління техпроцесом.

Висновки. При виконанні перетворення котельні в Міні-ТЕЦ важливо виконувати вибір та встановлення обладнання у визначеному порядку: вибір та встановлення генераторів → реконструкція релейного захисту та автоматики → реконструкція / встановлення мережі постійного струму з акумуляторною батареєю → створення автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії. Така послідовність дозволить зробити найбільш раціональний вибір обладнання.

Котельні перетворені у Міні – ТЕЦ розміщуються в безпосередній близькості від споживача теплової та електричної енергії, завдяки чому втрати у мережах зводяться до мінімуму. У вузлі навантаження, центром якого є дана конвертована котельня, підвищується надійність електропостачання.

Впровадження інтелектуальних технологій в енергетиці дозволить більш ефективно забезпечити власні потреби котельні в електроенергії та отримувати прибуток від реалізації її надлишків споживачам. З'явиться можливість підвищити надійність енергоспоживання споживачів першої категорії, знизити вартість переоснащення електричної частин при переводі котельні в Міні-ТЕЦ, зокрема за рахунок вибору обладнання на менші струми короткого замикання.

Використані джерела

1 Маляренко В. А., Перевод котельных в режим когенерации путем внедрения турбин малой мощности [Текст] / В. А. Маляренко, И. А. Темнохуд, А. В. Сенецкий, А. Ю.Петров // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Васеленка – 2014. Харків: ХНТУСГ №153. – ст. 110-111.

2 Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности / А.Л. Шубенко, В.А. Маляренко, А.В. Сенецкий, Н.Ю. Бабак // НАН України, Інститут проблем машиностроєння. – Харків, 2014. – 320 с.

3. Маляренко, В. А. Потенциал интеграции когенерационных систем в малую энергетику Украины [Текст] / В. А. Маляренко, А. Л. Шубенко, А. В. Сенецкий, И.А. Темнохуд. - Интегровані технології та енергозбереження // Щоквартальний науково-практичний журнал. - Харків: НТУ «ХП»,.- 2012.- Вип.-№4. - С. 11-17. – 162 с.

4 Электронний ресурс - <http://forbes.ua/ua/news/1381041-ukrayina-znizhuvai-virobnictvo-elektroenergiyi> За матеріалами: Інтерфакс-Україна останнє звернення 18.01.15.

5 Закон України «Про енергозбереження» <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вп> // 1994, N 30, 1994 - ст.284: Інтерфакс-Україна останнє звернення 18.01.15.

6 Можливості підвищення енергоефективності теплових мереж шляхом впровадження когенерації [Текст] / С. Ю. Андрєєв, В. А. Маляренко, І. О. Темнохуд, О. В. Сенецький // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.:НТУ «ХП», 2015. - №17(1126). 147-155 с. – ISSN 2078-774X.

7 Перелік законодавчих актів, що регулюють ринок відновлюваних джерел енергії в Україні [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://banisaenergy.com/uk/normativno-pravova-baza> — Останнє звернення : 04.05.2015. – Загол. з екрану.

8 Березин, С. Р. Технология энергосбережения на базе паровой винтовой машины [Электронный ресурс] / С. Р. Березин, А. И. Богачева; Издается порталом по энергосбережению ЭнергоСовет.ру <http://www.energosoвет.ru> // Электронный журнал «ЕНЕРГО-СОВЕТ». – 2010. – август-сентябрь. – № 7(12). – С. 33–38. – Электрон. дан. (1 файл). – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/news.php?zag=1285913666>. – 12.12.2014.

PLANNING, CONTROL AND MONITORING OF PROJECTS OF DISTRIBUTION OF GRID EXPANSION

V. M. Rodríguez, msc. in Electrical Engineering

Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL)

Building Vista Development, Round About Centro America 700 m to the west, Villa Fontana, Managua, Nicaragua

e-mail: vrodriguez@enatrel.gob.ni ; yrodriguezna@yahoo.com

INTRODUCTION

The companies of different economic sectors are constantly confronted with the need for varied projects that are vital to their development and competitiveness. Within the areas of knowledge management and project management, Planning, Project Monitoring and Control is an essential for the successful implementation of development investments. At the end of the program participants will learn the conceptual and be able to apply a rational and efficient planning, monitoring and controlling of process projects. Also apply the tools and methodologies for planning, monitoring and control of projects.

OBJETIVES

- Distinguish the importance and the role of planning, monitoring and control for effective project management.
- Understand the conceptual basis and be able to apply a rational and effective to plan, monitor and control projects process.
- Perform an important practical contribution to the implementation of concrete projects related to their specific work environment.

ABSTRACT

The project as a system

A project is a set of interrelated activities and coordinated to achieve a target within the limits set by budget, and qualities previously established time frame previously defined.

Financial Analysis

Before deciding the execution of a project is necessary to perform a cost benefit analysis thereof defining the physical and financial variables to be taken into account to determine if it is profitable, through a cash flow which considered all Expenditures that we he performed during the execution of all project activities and Income we will throughout the evaluation period thereof including the projected benefits, then is calculated **Net (NPV) Present Value**.

In business investment projects is used to set the discount rate as the average cost of capital that is holding the company, thus if the NPV of the investment project analyzed is positive (greater than zero) indicate that it will generate wealth for the company beyond the return on capital invested in the project and fully funded by others, indicating that we are demanding a wealth of project contribution above that minimum rate.

In addition to the NPV is necessary to calculate the **Internal Rate of Return (IRR)**. If we finance the investment at an equivalent cost to that rate the project would not bring wealth and economic cost any.

Finally **Period Return on Investment (PRI)** is calculated, to know the payback period of the investment, if the Rate of Return on Investment (IRR) is less than 14% and the NPV is negative the Project is Profitable.

Planning and control of projects

To plan, manage and monitor projects Distribution Network Expansion at all stages, you need to define indicators of control and monitoring of all the activities that make up a project, in the case of the indicators of the project mentioned above is necessary to define the most important financial indicators and the most relevant Physical Indicators required to daily monitoring.

The most important to follow a project **financial indicators** are: Approved Budget Plan Works Available Budget, Budget Incurred, % Committed Budget and Budget Execution.

Physical Indicators to consider include: KmsGrid Medium Voltage, Low Voltage GridKms, No. Transformer, Apparent Power Installed, Number of Housing Benefited.

Software Development for Control and Monitoring Indicators

Before starting with the development of software for control and monitoring of all project activities, it is necessary to have the Construction Standards Electrical Distribution Lines, then must calculate the cost structure of all activities associated with the project implementation, i.e. it is necessary to calculate Personnel Costs, Transportation Costs and Labor costs.

Calculate Cost Structure Project Implementation Activities

Cost estimates Manpower performed considering the payment of all benefits established by the existing labor law in the country, such benefits as: Salary, Social Security, retirement fund provisioning, thirteenth month payment wage and Administrative Expenses

Description	Basic Salary	2% Training	15% Social Security	8% Holidaytime	8% ThirteenthSalary	8% Clearance	15% Administration	12% Utility	Total
Lineman B	C\$ 7,683.50	C\$ 153.67	C\$ 1,152.53	C\$ 640.04	C\$ 640.04	C\$ 640.04	C\$ 1,636.47	C\$ 1,309.18	C\$ 13,855.45
Lineman C	C\$ 7,196.20	C\$ 143.92	C\$ 1,079.43	C\$ 599.44	C\$ 599.44	C\$ 599.44	C\$ 1,532.68	C\$ 1,226.15	C\$ 12,976.71

You need to determine the cost of a Time / Man for each charge of Personnel that will participate in the implementation of all project activities such:

Descr iption	Basic Salary	Monthly Salary Including Benefits and Utilities	Replacement Cost Uniform Tools and Safety Equipment	Total Cost	Cost Time / Man
Lineman B	C\$ 7,683.50	C\$ 13,855.45	C\$ 895.66	C\$ 14,751.11	C\$ 186.72
Lineman C	C\$ 7,196.20	C\$ 12,976.71	C\$ 863.47	C\$ 13,840.18	C\$ 175.19

Regarding calculations on Transportation Costs to move the Personal and Work teams to the site of the work, it is necessary to consider all the variables that affect the calculation of one-hour use of a means of transport necessary for the execution of a work as described below:

CONCEPT NAME	COST OF ACTIVITY	FREQUENCY	COST/HOUR
Maintenancecosts 4-ton truck			C\$ 460.92

CONCEPT NAME	COST OF ACTIVITY	FREQUENCY	COST/HOUR
Preventive Maintenance	C\$ 7,979.40	Cada 5,000 Kms.	C\$ 80.15
Changing tires	C\$ 19,948.50	Cada 35,000 Kms.	C\$ 32.72
Batteryreplacement	C\$ 3,989.70	Cada 50,000 Kms.	C\$ 8.01
Insurancepayment	C\$ 1,462.89	1x per year	C\$ 3.25
Fuel consumption	C\$ 336.80	Each 106 Kms.	C\$ 336.80
Administrative costs for the use of 4-ton truck			C\$ 124.45
Administration (15%)			C\$ 69.14
Utilities (12%)			C\$ 55.31
Hourly Cost Depreciation use 4-ton truck	C\$ 540,697.34	Accumulated in 5 years	C\$ 20.79
Financing costs to purchase 4-ton truck	C\$ 209,124.12	Once in 5 years	C\$ 9.29
Total cost of Use by Time 4-ton truck			C\$ 615.45

Before calculating the **costs of materials** necessary for the execution of works standardize the names of all the materials distribution, i.e. ensure that all items of the same type have the same description, then a quote unit price is of all materials requesting this information to all the major suppliers of the local market.

Knowing the Unit Cost of Manpower handling charges and the cost of using an hour of a means of transport, it is necessary to measure the time required for implementation of each activity execution of a project with the total cost of each activity the sum of costs of Manpower, Sum of Transport costs plus the sum of the cost of all necessary to implement this activity materials as detailed below.

Assemble: 0314301000 Alignment and angle to 5 °

LABOR

CATEGORY	MAN HOURS	UNIT PRICE OF TIME MAN	COST OF LABOR
Foreman	0.18	C\$ 340.46	C\$ 61.28
Lineman B	0.18	C\$ 186.72	C\$ 33.61
Lineman C	0.18	C\$ 175.19	C\$ 31.53
LABOR COST			C\$ 126.42

TRANSPORTATION

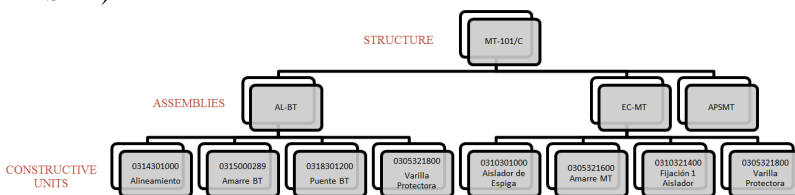
CATEGORY	HORAS DE USO	TRANSPORT UNIT PRICE PER HOUR	TRANSPORTATION COST
4 Ton Truck	0.06	C\$ 615.45	C\$ 36.93
TOTAL COST TRANSPORTATION			C\$ 36.93

MATERIALS

Material Code	AL-BT Assembly Materials description	Quantity	Unit. Cost	Total Cost
104010812	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE - ANSI 53-2	1	C\$ 14.19	C\$ 14.19
104020835	ARANDELA GALV. CURVA CUADRADA 2-1/2" X 2-1/2" x 3/16" p/p 5/8"	1	C\$ 14.85	C\$ 14.85
104020836	ARANDELA GALVANIZADA DE PRESION P/P 5/8	1	C\$ 2.97	C\$ 2.97
104020958	PERNO DOBLE TOPE PARA NEUTRO 5/8"x10"	1	C\$ 112.06	C\$ 112.06
102050310	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO P/PERNO 5/8	1	C\$ 76.32	C\$ 76.32
102010105	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 7 HILOS NO 2 AWG	0.25	C\$ 57.33	C\$ 14.33
TOTAL MATERIAL COSTS				C\$ 234.72

As we can see the total cost for the AL-BT assembly (Labor + Transport + Materials) is C\$ 398.07.

Scheme of forming a structure of the Standard Building Distribution Lines in Nicaragua(MT-101/C formed by the Assemblies: AL-BT, EC-MT y APSMT)



Lifecycle of a Project

A project is developed in the following stages: Diagnosis, Design, Tendering, Award, Recruitment, Execution, Billing.

Diagnosis of a project: It is a process of analysis and synthesis of a social reality, detected a problem or need, you should provide a description of the various components of this social reality, in addition to determining the link between the different elements of the problem. Any diagnosis aims to gain knowledge that will enable us to make design changes aimed to solve problems or meet needs that we detected in a community.

Designing a Project: is the process of developing the proposed work according to guidelines and systematic procedures as already mentioned, a good design should identify beneficiaries and stakeholders; identify possible strategies to face it and justify it; project objectives (general and specific); results or expected outputs and activities and necessary minimum resources, project designs expansion of distribution networks electromechanical memories calculations, voltage drop calculations and selection of drivers, Budget Execution and descriptive project plans are made.

In project management software expansion of distribution networks are enlisted annual work plans, defining works plan, uploading documents electromechanical design and budgeting works with bases values previously entered into the system.

Bidding Works: is the process of invitation to tender services expanding distribution networks, evaluating the most suitable proposal for the Company in Software Management Works are enlisted all contracts for execution of works for the system to apply prices of execution of works contract when a job is awarded to a particular contractor.

Works Division and Award: This is a management software module works in which the activity of Distribution Budget Design is performed on all jobs that have been divided on a work, then a contractor is awarded for the system applied the prices of contract.

Execution of Works: This is a Works Management module in which the following implementation activities are performed: Payload field Rethinking Work, Work Order Generation, Generation output document materials, processing Reforming the scope of jobs, Materials and Balance Act of Settlement of final Scope of work (Act Technical Labour Front).

Billing: This is a module Management Software Works where the process of forming bill received all jobs performed by the supervisor.

CONCLUSIONS

In conclusion to be in control and monitoring of all projects to expand distribution networks, it is necessary to make a good analysis of profitability, have a working tool for the proper control and monitoring of all activities carried out in the project development.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

*В. І. Абеleshov, к.т.н., доцент
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
Email: abeleshev65@yandex.ru*

Сучасні технології використовують енергію сонячної радіації для виробництва електроенергії, як правило, двома способами: 1) з прямим перетворенням енергії сонячної радіації в постійний електричний струм; 2) з трансформацією енергії сонячної радіації в електроенергію в сонячних електростанціях.

На широті міста Києва на 1 м² площі горизонтальної поверхні за стандартного природного освітлення за 1 годину надходить сонячна радіація еквівалентна 1 кВт електроенергії.

Панель сонячної батареї – це сукупність об'єднаних напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів (зазвичай кремнієвих), які безпосередньо перетворюють енергію сонячної радіації в постійний електричний струм.

Перевагами сонячних батарей є: незначні маса та розміри, відносна простота конструкції, значний термін експлуатації (до 20 – 25 років).

Недоліками сонячних батарей є: значна залежність від кліматичних та погодних чинників; залежність вихідної електричної потужнос-

ті від кута падіння сонячних променів на світлочутливу поверхню (викликає необхідність використання автоматичних систем орієнтування в просторі); основною проблемою експлуатації є необхідність очищення їх поверхні від пилу, снігу, льоду.

Слід зазначити, що вартість панелей сонячних батарей на основі монокристалічного кремнію є досить значною (одна панель площею 1 м² коштує до 400 \$), але вона поступово зменшується.

Розрізняють 3 покоління фотоелектричних перетворювачів: 1) кристалічні (монокристалічні та полікристалічні кремнієві); 2) у вигляді тонких плівок (кремнієві аморфні, мікрокристалічні, нанокристалічні; на основі телуриду кадмію, на основі селеніду міді - індію (галію); 3) органічні, неорганічні, на основі каскадних структур, наноантени.

Коефіцієнт корисної дії панелей на основі монокристалічного кремнію є найвищим і становить 17 – 18%, а максимальний коефіцієнт корисної дії фотоелементів може досягати 30%. Тобто за годину з 1 м² поверхні панелей на основі монокристалічного кремнію можна отримати 150 – 160 Вт/годин електроенергії. За десятигодинний світловий день реально можна отримати з 1 м² поверхні таких панелей 1,5 кВт (з 10 м² – 15 кВт, з 100 м² – 150 кВт) електроенергії. У холодну пору року умови для вироблення електроенергії з використанням сонячної радіації погіршуються (світловий день складає лише 5 годин). Тому в широтах України для отримання такої ж кількості електроенергії слід передбачати семиразовий запас потужності. Слід зазначити, що звичайна квартира споживає в середньому за добу 3 – 5 кВт електроенергії.

За останні роки у світі виготовили панелей сонячних батарей встановленою потужністю у декілька сотень МВт. Основними галузями використання сонячних батарей традиційно є дрібні одиночні споживачі електроенергії (морські маяки та бакени), автономні (без електричних дротів) ліхтарі тощо.

Новітні технології надають можливість використовувати для виробництва електроенергії не тільки панелі сонячних батарей, а й сонячні приймачі – з отриманої теплоти можна виробляти електроенергію.

Сонячні електростанції можна вважати одним з видів теплових електростанцій, тому що вони також мають паротурбінний привід електрогенератора. Відмінністю сонячних електростанцій є інший тип генератора водяної пари (замість котла для використання органічного палива – «сонячний котел», в якому теплова енергія для отримання водяної пари надходить від сонячної радіації).

Перевагами сонячних електростанцій є незалежність їх розташування від джерел органічного палива та вагомі екологічні показники.

Сонячні електростанції можуть використовувати висококонцентровану сонячну радіацію в якості енергії для приведення в дію теплових чи інших машин (парових, газотурбінних, термоелектричних та ін.).

Одним з типів сонячних приймачів є ті, що концентрують. Їх основним елементом є концентратор для збільшення щільності енергії сонячної радіації (як правило, з полірованого металу), у фокусі якого розташований сприймаючий теплоту елемент («сонячний котел»), заповнений теплоносієм (як правило, водою чи незамерзаючою рідиною). Якщо у якості теплоносія використовують воду, то вночі у холодну пору року систему слід спорожнити для запобігання її замерзання.

Для підвищення ефективності використання енергії сонячної радіації концентратор слід постійно спрямовувати чітко на Сонце. Для цього концентратор обладнують системою спостереження, що містить датчик напрямку на Сонце, електронний блок перетворення сигналів, електродвигун для переміщення в 2 площинах.

Класифікація сонячних приймачів, що концентрують: 1) рефракторні (опуклі лінзи чи призми); 2) рефлекторні (сферичні або параболічні дзеркала, параболічні циліндри зі ступенем концентрації до 10000 разів).

Значною перевагою сонячних приймачів, що концентрують, є здатність отримання водяної пари для вироблення електроенергії.

Недоліками сонячних приймачів, що концентрують, є їх значна вартість, необхідність витрат енергії на привід системи спостереження за рухом Сонця, потреба у великих акумуляторах теплоти.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ В МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

*І. Г. Абраменко, к.т.н., В. В. Ганусовський, ст. гр. Хар ЕСЕ09-1з
Харківська національний університет міського господарства імені
О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email simba_kharkov@mail.ru*

Підвищення енергоефективності зараз є, поряд з інформатизацією й комп'ютеризацією, одним з основних напрямків технічної політики у всіх розвинених країнах світу. Істотною складовою цієї проблеми є енергозбереження електричної енергії. Енергозбереження зводиться до зниження марних втрат енергії. Аналіз структури втрат у сфері вироб-

ництва, розподілу й споживання електроенергії показує, що визначальна частка втрат - до 90 % - доводиться на сферу енергоспоживання, тоді як втрати при передачі електроенергії становлять лише 9...10 %. Тому основні зусилля по енергозбереженню повинні бути сконцентровані саме в сфері споживання електроенергії. Основним споживачем електроенергії є електропривод (більше 60 %), і саме на нього звернена головна увага світової технічної громадськості, що працює в сфері енергозбереження.

Всі електроприводи за винятком малопотужних (частки кіловатів) електроприводів побутової техніки можна умовно розділити на дві великі групи.

Перша використовується в агрегатах, що обслуговують технологічні процеси, нездійсненні без точного керування технологічними координатами, наприклад прокатні стани, металообробні верстати, роботи й т.д. До цієї групи відносяться не більше 10 % всіх електроприводів, вона завжди користувалася увагою фахівців, і в ній, як правило, уже здійснені сучасні ефективні технічні рішення.

Друга група (близько 90 % всіх електроприводів) використовується в простих агрегатах - насосах, вентиляторах, транспортерах, конвеєрах і т.д. Цій групі донедавна приділялося мало уваги, тому що в подібних агрегатах звичайно використовуються найпростіші електроприводи з не завжди правильно обраними двигунами, але саме в цій групі існує основний резерв енерго - і ресурсозбереження.

Це зв'язано головним чином з об'єктивно існуючим протиріччям: переважна більшість таких електроприводів (більше 95 %) нерегульовані з короткозамкненими АД, а технологічні процеси, що обслуговуються ними, як правило, мають потребу в керуванні технологічними координатами: швидкістю, тиском, витратою, температурою й т.п. Тому керування здійснюється енергетично неефективно й приводить до великих втрат енергії, породжує недосконалість самого технологічного процесу.

Характерним прикладом може служити широко використовуванний нерегульований асинхронний електропривод насосних станцій водопостачання будинків. У більшості випадків він створює надлишковий у даний момент напір, тобто підводить до гідравлічної системи зайву потужність. За цю витрачену енергію платить споживач, крім того, надлишковий напір приводить за рахунок зростання витоків до більших втрат води (7-9% на кожну зайву атмосферу), гідравлічним ударами при пуску системи, розривам труб, зайвому шуму і т.д.

Багато фахівців вважають, що економічний потенціал енергозбереження в електроприводі практично вичерпаний, якщо розглядати

індивідуальні компоненти електропривода, то вони вже досить досконалі. Разом з тим залишається великий потенціал по вдосконалюванню проектування систем і оптимізації їхніх параметрів у цілому.

Радикальний спосіб енергозбереження в електроприводі - перехід від нерегульованого електропривода до регульованого, тобто подача до робочого органа технологічної установки тієї потужності, що вимагається в даний момент, при мінімальних втратах у всіх елементах силового каналу.

Технічно це може бути реалізовано включенням між мережею та двигуном перетворювача частоти ПЧ (рисунок 1), який керує режимом роботи двигуна.

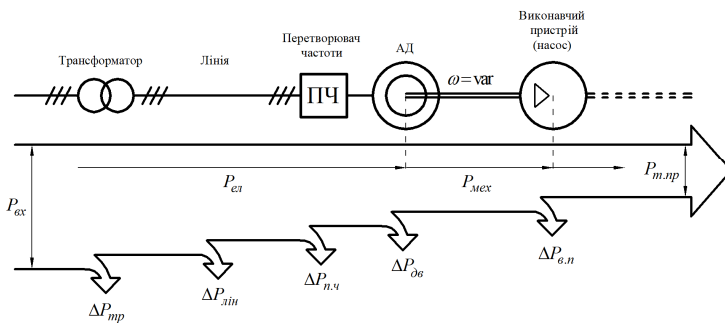


Рисунок 1 - Схема енергетичного каналу електроприводу

Викладене дозволяє сформулювати наступні завдання підвищення енергоефективності електроприводів з короткозамкненим АД:

- проведення аналізу передачі потужності від джерела до споживача як взаємозалежної системи з урахуванням особливостей всіх елементів силового каналу;
- синтез узагальненого критерію ефективності процесом енергоспоживання;
- вибір сучасної перспективної системи керування короткозамкненим АД, що дозволяє проводити модернізацію зі збереженням існуючого встаткування й розробляти нові електроприводи;
- складання відповідного математичного опису енергетичних процесів у системі й реалізація його програмним забезпеченням;
- розробка ефективних енергозберігаючих алгоритмів керування.

Література

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов.–Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 392 с.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ГРУБИХ КОРМІВ В ТВАРИННИЦТВІ

В. В. Гузенко, аспірант

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 61052, Україна, м.Харків, вул Артема 44

E-mail: hnagh@inbox.ru

Як відомо, на сьогоднішній день, зоотехнічною наукою і практикою передових господарств встановлюються все більші вимоги до енергоефективності технологічних ліній, призначених для приготування кормових сумішей, що включають грубі корми. Від якості заготівлі та переробки цих кормів на переробних лініях, які за оцінними критеріями працюють по енергоефективним режимам, істотно залежить продуктивність тварин.

З аналізу досліджень, присвячених вивченню механізованих процесів в кормоприготуванні, встановлено, що питанням комплексного дослідження процесів підготовки до згодовування сіном, соломкою не приділялося належної уваги. З цієї причини не вирішувалися проблеми підвищення ефективності функціонування потокових технологічних ліній для переробки грубих кормів. Тому цей напрям є актуальним.

Метою роботи є обґрунтування оптимальних зоотехнічних вимог до структур потокових ліній і параметрів робочих органів для переробки грубих кормів на тваринницьких фермах.

В роботі проаналізовані найбільш поширені електроприводи подрібнювачів “Волгарь-5”, ИГК-30Б, ИРТ-165, ИРТ-Ф-80, подрібнювач-змішувач ИСК-3А, агрегат АПК-10А, лінія ЛИС-10.

Розроблена енергоефективна технологічна лінія та розроблена методика розрахунку параметрів дозуючих пристроїв у спеціалізованій програмі розрахунку в пакеті Visual Basic.

Сучасний підхід до постійного вдосконалення енергетичних технологій враховує в собі постійне дослідження всіх ланок системи з використанням програмного забезпечення. А це в свою чергу дає: високу продуктивність; можливість регулювання продуктивності та якості подрібнення; мінімальні енерговитрати; оптимальні техніко-економічні показники.

КОРОТКИЕ ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ

Е. Д. Дьяков, к.т.н., Е. А. Притыкина, магистрант

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

Распространённой причиной возникновения аварийных ситуаций являются короткие замыкания (КЗ) в электрических сетях и электрооборудовании. Различают металлическое КЗ и дуговое КЗ. Отличительной особенностью дугового КЗ является большое выделение энергии в месте КЗ и уменьшение величины тока по сравнению с металлическим КЗ. Как правило, возникновение дугового КЗ является основной причиной возникновения возгораний в электрических сетях, а также уменьшения чувствительности устройств релейной защиты. Результаты экспериментальных исследований приведенные в [1] показали, что изменение тока металлического КЗ по сравнению с дуговым КЗ может достигать 32-56%.

Влияния электрической дуги на изменение электрических параметров электрических сетей предлагается учитывать введением дополнительного активного сопротивления в эквивалентную схему рассматриваемой цепи. Так в [2] приведена методика расчета токов в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ, необходимых для выбора и проверки электрооборудования по условиям КЗ, а также для выбора коммутационных аппаратов, уставок релейной защиты и заземляющих устройств. При определении минимального значения тока КЗ рекомендуется учитывать влияние на ток КЗ активного сопротивления электрической дуги в месте КЗ.

Для определения переходного активного сопротивления дуги в месте КЗ (r_d) предлагается использовать формулу

$$r_d = 16 \frac{\sqrt{L_d}}{I_{под}^{0,85}}, \quad (1)$$

где $I_{под}$ - начальное действующее значение периодической составляющей тока в месте КЗ, определяемое с учетом сопротивления дуги, кА;

L_d - длина дуги, см,

Величина r_d , определяемая по этой формуле зависит от тока КЗ и длины дуги. В реальных условиях длина дуги может изменяться в широком диапазоне в зависимости от внешних факторов. Поэтому при расчётах величина этого параметра, как правило, принимается равной реальному расстоянию между электродами. В свою очередь ток КЗ

зависит от целого ряда факторов и, в первую очередь, от сопротивления питающей системы, мощности трансформатора и места КЗ. Таким образом, даже незначительное изменение каждого из этих параметров, может привести к существенному изменению переходного активного сопротивления дуги. Приведенные в [2] приближенные значения активного сопротивления дуги находятся в пределах от 2 до 15мОм.

Замена электрической дуги активным сопротивлением является отступлением от физического природы этого элемента электрической цепи и не позволяет учесть влияние его нелинейной вольтамперной характеристики (ВАХ) на режим работы сети. Причём отличительной особенностью электрической дуги является падающая ВАХ, для которой $\frac{dU}{dI} < 0$.

Для горения дуги необходимо определённое сочетание параметров внешней цепи и самой дуги. При работе дуги последовательно с активным сопротивлением длительное её горение возможно при условии $(R + \frac{dU_d}{dI}) > 0$. Особенностью данного режима работы дуги является возникновение токовых пауз.

Исследования электрической дуги, проведенные различными авторами показали, что при практически синусоидальной форме мгновенного значения тока форма напряжения на электрической дуге имеет форму трапеции с чётко выраженным пиком перезажигания. Осциллограммы тока и напряжения на электрической дуге при возникновении её в электрической цепи, которая обладает активным и индуктивным сопротивлениями приведены на рисунке 1.

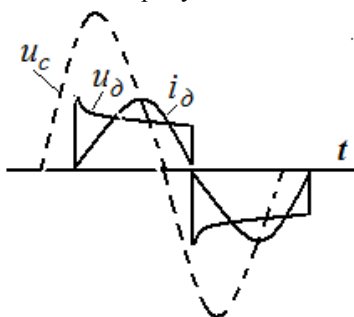


Рисунок 1 – Осциллограммы тока и напряжения на электрической дуге

Из приведенных осциллограмм следует, что электрическую дугу, как элемент электрической цепи, следует рассматривать не как активное сопротивление, а как генератор с внутренним сопротивлением рав-

ним нулю. При этом напряжение на электрической дуге можно представить в виде [3]

$$u_d = U_d(1 + \delta - 2\delta\alpha / \pi) \quad (2)$$

где U_d – действующее напряжение на электрической дуге;

δ - относительный спад напряжения на электрической дуге за один полупериод.

Список джерел:

1. М.А.Шиша, В.А Александров, В.Н. Рычагов Влияние электрической дуги на ток кз в сетях напряжением до 1 кВ. // Новости энергетики, 2011, №6
2. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.
3. Краснополский А.Е. О дифференциальном уравнении газоразрядной лампы. // Светотехника, 1977, №12, с.12.

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Д. М. Калюжний, к.т.н.

Раджаб Хомам, магістрант

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

Email: KalyuzhniyDN@mail.ru

Пошкодження ліній електропередачі приводить до порушення нормального режиму роботи електроенергетичних систем і, як наслідок, до порушення нормального електропостачання споживачів, зниженню якості електричної енергії й підвищенню втрат електроенергії в мережі. Для відновлення нормального режиму роботи необхідно якнайшвидше відновити пошкоджену лінію. Основну частину часу відновлення пошкодженої лінії займає процес визначення місця пошкодження. Виходячи із цього, розв'язок завдання визначення місця пошкодження повинне бути одночасно швидким і точним.

Різноманітність видів і характеру пошкоджень, а також структури й умов роботи електричних мереж привело до великої різноманітності методів визначення місць пошкоджень, які можна розділити на дві великі групи – дистанційні й топографічні [1-4]. Дистанційні методи визначення місць пошкодження полягають у вимірі відстані до місця пошкодження від кінця або кінців лінії. Ця група методів, з одного боку, задовольняє вимозі швидкості визначенню місць пошкоджень, але з іншого боку – має обмежену точність. Топографічні методи визначення місць пошкодження полягають у визначенні місця пошко-

дження на трасі лінії електропередачі, тобто топографічної точки розташування місця пошкодження. Дана група методів має високу точність, але вимагає значної кількості часу.

Для виконання вимог по швидкості й точності визначення місць пошкодження доцільне застосування двох методів – дистанційного й топографічного. Спочатку за допомогою дистанційного методу визначення місць пошкодження визначають зону, у якій перебуває місце пошкодження, а потім, використовуючи топографічний метод, встановлюється точне місце пошкодження.

Список джерел:

1. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях. - М.: Энергоатомиздат, 1982. – 312 с.
2. Шалыт Г.М., Айзенфельд А.И., Малый А.С. Определение мест повреждений линий электропередачи по параметрам аварийного режима. / Под. Ред. Г.М. Шалыта. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Аржанников Е.А. Дистанционный принцип в релейной защите и автоматике линий при замыканиях на землю. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 176с.
4. Автоматизированные методы и средства определения мест повреждения линий электропередачи: Уч. пособие / О.Г. Гриб, А.А. Светелик, Г.А. Сендерович, Д.Н. Калюжный. Под общей редакцией О.Г. Гриба. – Харьков: ХГАГХ, 2003. -146 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО ВНЕСКУ У ПОНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ТОЧЦІ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЄДНАННЯ

Д. М. Калюжний, к.т.н.,

Шаріф Шіван, магістрант

*Харківський національний університет міського господарства ім.
О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email: KalyuzhniyDN@mail.ru.*

Сьогодні у системах електропостачання з одного боку спостерігається велика кількість нелінійних та несиметричних споживачів електричної енергії, які призводять до погіршення її якості, а з другого – споживачів чутливих до цього. Передача та споживання електричної енергії пониженої якості є причиною значних економічних збитків як електропостачальних організацій, так і споживачів електричної енергії. Так, за даними, опублікованим в [1], фінансові втрати деяких споживачів можуть досягати 6 000 000 євро/година за одну подію зниження якості електричної енергії. Якщо розглядати щорічні збитки, то по даним [2-4] для окремих країн, вони становлять порядку 10-20 млрд. дол. США. Очевидно, що при виникненні питання про компенсацію еконо-

мічних збитків стає завдання про визначення винуватців зниження якості електричної енергії і розподілу між ними фінансової компенсації збитку потерпілій стороні. Це завдання вирішується на основі визначення фактичного (часткового) внеску приєднань у зниження якості електричної енергії у точці загального приєднання, під яким розуміється дійсне значення частки показника якості електроенергії, яка внесена кожною зі сторін на границі розподілу у процесі споживання електричної енергії.

Практичне визначення фактичного внеску здійснюється на основі вимірювань параметрів режиму роботи мережі. Не зважаючи на достатню кількість різноманітних методів вирішення цієї задачі базується на використанні принципу накладення для окремих гармонійних та симетричних складових. Цей прийом лінеаризації математичних моделей призведе до основного недостатку існуючих методів визначення фактичного внеску, а саме, до зневаги взаємного впливу однієї на іншу окремих складових електроенергетичних систем.

Список джерел:

1. Чэпмэн, Д. Цена низкого качества электроэнергии / Д. Чэпмэн // Энергосбережение. - 2004. - N 1. - С. 66–69.
2. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
3. CiurasS., Gos W., Szewc B. Economic aspects of electricity supply quality // Збірник праць IV Міжнародної наукової конференції „Ефективність і якість електропостачання промислових підприємств”. Маріуполь. 2000. С. 325–330.
4. Zhezhelenko I., Sayenko Y. Economic aspects of problem of higher harmonics in power supply // EPN*98. Zielona Gora. S/ 59–67.

ДІАГНОСТИКА ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ НЕРУЙНУЮЧИМИ МЕТОДАМИ

С. В. Швець, к.т.н., доц., І. О. Колеснікова

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email: se_sx@bk.ru*

Відомо близько півтора десятків тільки найбільше широко застосовуваних показників якості ізоляції кабелів. Значна частина їх визначається на основі руйнуючих випробувань проб ізоляції, що неприйнятно для багатьох відповідальних об'єктів енергетики, які не мають зразків-свідків або резервних ліній електропостачання. Інша частина показників носить інтегральний характер і дає уявлення про властивості ізоляції в цілому, не розрізняючи її окремих складових. Третя частина

показників (рефлектограми) у принципі дозволяє виявити локальні ушкодження, але тільки по довжині кабелю. Чутливість цих методів поки ще така, що діагностуються тільки грубі ушкодження ізоляції або захисних покриттів кабелів.

Загальна довжина кабельних трас зростає приблизно у два рази кожні 5 років - для локальних обчислювальних мереж, 10 років - для силових мереж загальнопромислового та міського призначення. При номінальному терміні служби 25 - 30 років для більшості кабелів в експлуатації продовжують перебувати вироби, випущені 40 - 50 років тому. Їхня своєчасна заміна - складна техніко-економічна проблема. З одного боку, важко виконати технічну діагностику кабелів, які знаходяться в експлуатації. З іншого боку, вибіркова заміна кабелів у кабельних трасах може приводити до пошкодження інших кабелів. Зрештою, одночасна заміна цілих трас технічно та економічно важко здійсненна.

Пропонується методика електричного контролю стану окремих компонентів конструкції – фазної й поясної ізоляції силових кабелів, ізоляції окремих жил і захисної оболонки контрольних кабелів. Для цього використовуються сукупні вимірювання характеристик компонентів одночасно.

Отримана методика електричного контролю стану окремих компонентів конструкції силових кабелів стійка стосовно зовнішніх шумових впливів, точність сукупних вимірювань діагностичних параметрів ізоляції багатожилевих кабелів відповідає нормам і вимогам безпечної експлуатації енергетичних об'єктів.

Література

1. Привалов И.Н. Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий номинальным напряжением 6-35 кВ // Электротехнический рынок. – 2008. – № 2.
2. IEC 1026 Standard, Guidelines for application of analytical test methods for thermal endurance testing of electrical insulating materials, First issue 1991.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СМІР ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПЕРЕХІДНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Я. О. Цвіркун, студент; С. О. Лактіонов, студент.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м Харків, вул. Революції 52*

Описання технології. СМІР являє собою комплекс реєструючих приладів, каналів передачі інформації між реєстраторами, концентра-

торами даних і центрами управління, а також засобів обробки отриманої інформації. Реєстратори встановлюються у великих енерговузлах, на міжсистемних зв'язках, на електростанціях вторинного регулювання.

Огляд технології. Вперше такі пристрої з'явилися на Заході й були успішно застосовані в енергосистемах США. Після суттєвого зменшення вартості приймачів сигналів точного часу від супутників GPS ОЕС України отримала свій високоточний реєстратор – ЕВРП «Регіна Ч». Перспектива об'єднання ОЕС України з енергосистемами Західної Європи на паралельну роботу прискорила впровадження цих реєстраторів для забезпечення спостережуваності величезного енергооб'єднання. Так почалося створення вітчизняної системи моніторингу перехідних режимів (СПМР), званої в світі як Wide Area Monitoring System – (глобальна) система моніторингу режимів. В останні роки в ЕЕС інтенсивно впроваджуються технологія гнучких ліній електропередач та технологія моніторингу перехідних процесів - Wide Area Measurement Systems (СМПР – WAMS). СМПР реалізує технологію векторного вимірювання параметрів режиму ЕЕС з високою точністю і з забезпеченням синхронізації вимірювань, що є однією з пріоритетних технологій розвитку найбільших енергосистем світу. У ряді робіт відзначаються перспективні напрямки використання СМПР. Одним з напрямків використання є забезпечення якісно нового рівня моделювання за рахунок верифікації і корекції моделей на основі поточного режиму та використання даних про протікання перехідних режимів в енергосистемі в методах розпізнавання еталонів режимів.

Основна частина. Контроль параметрів перехідного процесу за допомогою СМПР дозволяє виконати ідентифікацію моделі управління енергосистемою в режимі реального часу. Задача ідентифікації моделі управління передбачає визначення матриці ВВП. До основних вимірюваних параметрів відносяться модулі і кути напруг по кінцях контрольованої електропередачі, активна і реактивна потужності у вузлі генерації. Матриця ВВП дозволяє використовувати кутові характеристики потужності для визначення меж переданих потужностей за контрольованими перетинами, запасів статичної та динамічної стійкості для генераторів у режимі реального часу. Оцінка динамічної стійкості та її запасу може бути виконана за енергетичним критерієм по відношенню до взаємного руху роторів.

Висновок. Використання сучасних математичних методів і засобів мікропроцесорної техніки дозволило істотно підвищити рівень управління перехідними режимами в цілому, але ефективність вирішення задач в темпі підвищилася незначно. Ефективність управління

на основі математичного моделювання визначається не тільки адекватністю математичних моделей елементів і режиму в цілому, не тільки достовірністю вихідної інформації та швидкістю її надходження в систему управління, але і гнучкістю математичної моделі адаптуватися до поточної ситуації і мети управління. Існуюча невизначеність інформації, складності обліку безлічі різних факторів в реальній енергосистемі визначали необхідність енергетиків страхуватися і передбачати додаткові запаси при налаштуванні порогів спрацьовування систем протипожевної автоматики, що врешті рещт веде до недовикористання первинного обладнання, що суперечить вимогам ефективності управління в умовах ринкових відносин в електроенергетиці.

Перелік посилань.

1. Тундаєва Д.В. Применение системы мониторинга переходных режимов для идентификации модели управления энергосистемой // Наука. Технологии. Инновации: Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. Ч.3. С. 254–256.

2. Аюев Б.И., Куликов Ю.А. Перспективные направления использования системы мониторинга переходных процессов ЕЭС/ОЭС // Труды международной конференции «Релейная защита и автоматика энергосистем». — Чебоксары, 9–13 сентября 2007.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Я. О. Цвіркун, студент; С. О. Лактіонов, студент.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м Харків, вул. Революції 52

Описання технологій. Сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу. Конкретніше, це комп'ютерна система, що забезпечує можливість використання, збереження, редагування, аналізу та відображення географічних даних.

Огляд технологій. Геоінформаційні технології на сьогоднішній день знайшли широке розповсюдження серед дослідників та фахівців, що займаються плануванням та будівництвом електростанцій. Зокрема, є три основні напрямки, де використання ГІС є доцільним і виправданим:

1. Визначення придатних територій. ГІС дозволяють враховувати одночасно велику кількість просторової інформації, такої як екологічні обмеження, місця археологічної та культурної спадщини і т. ін.

2. Оцінка вже розроблених проектів. За допомогою ГІС можна відносно простим і економічно ефективним способом оцінити зони візуального впливу і розрахувати зони теоретичної видимості турбін.

3. Моніторинг розвитку енергетики. Для керівних органів доцільним є створення інформаційної системи, що включає компоненти географічних інформаційних систем, для спостереження за розвитком енергетики (в тому числі врахування запланованих, але ще не реалізованих проектів). Це може допомогти розробити програму регіонального розвитку та слідкувати за ступенем її виконання.

Основна частина. Енергетика є найважливішою складовою економіки, ключовим фактором забезпечення життєдіяльності держави. Управління в сфері електроенергетики потребує використання інноваційних інформаційних технологій, що повинні забезпечити його високу ефективність. В світовій практиці ГІС зарекомендували себе як потужний інструмент для інтелектуального аналізу енергосистем та бізнес аналітики. Компанія ESRI, лідер на ринку ГІС-технологій, має багатий досвід впровадження геоінформаційних систем в ІТ-архітектуру енергетичних компаній, і вже розробила спеціальний програмний модуль для енергетики на основі ГІС — ArcGIS for Electric. Такі іноземні енергетичні компанії як KPCO, GTC, Dong Energy. ГІС можуть використовуватися майже в усіх службах, відділах та департаментах енергетичної компанії. Більшість компаній функціонують за єдиним алгоритмом (життєвим циклом), який включає наступні процеси: планування, управління активами, проектування нових об'єктів та реконструкція старих, будівництво ЛЕП. Розглянемо шляхи впровадження ГІС в зазначені процеси. При плануванні розвитку енергосистем ГІС може стати потужним допоміжним засобом. Інженери з проектування електричних систем постійно стикаються з проблемою багатоваріантності. Завдяки реалізованому в ГІС принципу версійності, можна оперувати декількома варіантами (версіями) розвитку електричних системи одночасно на основі єдиної бази даних. Таким чином, якщо відбуваються зміни у сучасній версії можна побачити, як вони вплинуть на майбутній стан системи. Можна прослідкувати поточний стан системи у відношенні до запланованого чи альтернативного стану.

Висновок. ГІС в енергетиці сьогодні це основа для систем підтримки прийняття рішень, моніторингу стану та управління в галузі електроенергетики. Вони використовуються на всіх етапах життєвого циклу функціонування енергетичних підприємств — планування, проектування, будівництво, експлуатація. Потужна, працездатна корпоративна ГІС — це міцний фундамент для повноцінного впровадження «розумних мереж» і отримання максимальної віддачі від наданих ними

переваг. Впровадження ГІС у вітчизняну енергетику є одним з важливих етапів.

Перелік посилань.

1. Секнин А. А. ГИС в электроэнергетике: интеллектуальные энергосистемы/А. А. Секнин//ArcReview. — 2012. — № 2 (61).
2. Сергиенко Д. Особенности применения ГИС в электроэнергетике/Д. Сергиенко// — Соедст. Мир связи. — 2012. — № 3

ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАНУ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. Ф. Рой**, д. ф.-м. н., проф., **С. В. Швець**, к.т.н., доц., **Д. Г. Маршалов

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

Email: se_sx@bk.ru

Випробування кабелів підвищеною постійною іспитовою напругою не дозволяє одержати достовірну інформацію про реальний технічний стан силових кабелів, а для силових кабелів, що довгостроково експлуатуються, часто закінчується пробоем ізоляції. Тому такі випробування класифікують як випробування, що руйнують ізоляцію кабелів. Випробування підвищеною постійною напругою доцільно проводити при введенні нових КЛ в експлуатацію, після ремонту кабельних ліній, а також при відсутності можливості застосування для діагностики силових КЛ засобів неруйнуючого контролю. В інших випадках технічний стан ізоляції КЛ слід оцінювати на основі застосування неруйнуючої діагностики.

Останні десять років в Україні й за рубежом ведуться інтенсивні роботи з удосконалювання неруйнуючих методів діагностики ізоляції й випуску призначеної для цього апаратури. Ці методи орієнтовані на діагностичні випробування силових кабелів і кабельних ліній в експлуатації. Достовірна діагностика стану ізоляції неруйнуючими методами дозволяє відмовитися від профілактичних випробувань ізоляції руйнуючими методами контролю, які в багатьох випадках приводять до зменшення ресурсу, несвоєчасному й непередбаченому пробоем ізоляції.

Поява вітчизняних нових сучасних цифрових приладів для вимірювання ємності й тангенса кута діелектричних втрат дає можливість одержувати інтегральні характеристики стану ізоляції кабелів і кабельних ліній у цілому. Ці прилади працюють на промисловій частоті 50

Гц, що пов'язане з виключенням резонансних явищ при діагностуванні протяжних КЛ. Вони мають відносно низьку вартість у порівнянні з іншими діагностичними системами, високу надійність, простоту у використанні, завадостійкість, малий час випробувань.

Однак обґрунтовані критерії оцінки по параметру $\text{tg}\delta$ – тангенсу кута діелектричних втрат, який можна використовувати при проведенні діагностичних обстежень в експлуатації для оцінки технічного стану силових кабелів енергосистем із паперово-масляною ізоляцією, відсутні.

Дослідження орієнтовані на підвищення якості діагностики кабельної продукції за рахунок введення систем послідовного резонансу та розповсюдження досвіду діагностики кабелів АЕС на силові кабелі енергосистем по тангенсу кута діелектричних втрат і постійній часу саморозряду ізоляції з визначенням впливу розподілу напруженості зондувального електричного поля для дипольного та квадрупольного випадків.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

¹ *Н. В. Кулалаєва, канд. хім. наук, доцент*

² *В. О. Михайлюк, канд. техн. наук, професор*

¹*Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, Київ*

²*Національний університет кораблебудування імені адмірала Маркова, Миколаїв*

Сучасний розвиток суспільства знаходить відбиття в постійному зростанні необхідності задоволення його нагальних потреб. Більша частина з них залежить від споживання енергії, що безпосередньо пов'язано з її виробництвом і, таким чином, є важливою складовою сталого соціально-економічного розвитку країни. Вагомим фактором економічного розвитку, який засвідчив на практиці, що в багатьох випадках зручніше (дешевше) здійснити заходи з економії енергії або взагалі уникнути її використання, ніж поширювати виробництво, є енергозбереження. За його реалізації, фінансові ресурси, призначені для збільшення обсягів генерування енергії, можна було б спрямувати на інші види людської діяльності з підвищення власного життєвого рівня. Окрім вказаного, від вивільнення значних фінансових ресурсів, з'являється й відчутний безпосередній вплив зростання ефективності використання енергії на виробничу діяльність у плані підвищення про-

дуктивності та конкурентоспроможності останньої. На скільки це важливо видно з прогнозів аналітиків, які стверджують, що незважаючи на істотне вповільнення темпів зростання енергоспоживання в світі з середини 70-х років ХХ століття, при збереженні існуючої динаміки до 2030 р. у промислово розвинених країнах воно подвоїться. Останнє також вимагає радикального звернення до повсюдного поширення енергозбереження, що гостро постало в нашій державі через значне підняття тарифів на енергоносії для населення, суб'єктів господарювання (СГ), підприємств і організацій і зажадає нового випереджального мислення, в першу чергу, від керівників СГ, їх персоналу та суспільства взагалі для прийняття адекватних стратегії й тактики, його реалізації. Відбувається таке і за прийдешніх змін у енергозабезпеченні держави, котрі пов'язані, головним чином, із тривалою соціально-політичною кризою, що спровокувала сучасну енергетичну. Її усуненню може допомогти відповідна діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна) усього населення країни, котра має бути спрямована на раціональне застосування й ощадливі витрати власних природних енергетичних ресурсів, первинної та використаної енергії в господарчій діяльності й реалізується із застосуванням технічних, економічних і правових методів.

Перша спроба розв'язання проблеми енергозбереження у сучасній історії (1973-1991 роки) пов'язана з різким зростанням цін на нафту й газ. Через це, та не контрольований підйом вартості електричної й теплової енергії, а в деяких випадках і з тривалими затримками їхнього подання, у більшості розвинених держав в Європі та США було прийняті рішення про створення спеціальних програм щодо економії енергії. Відбулося спрямування значних бюджетних коштів на здійснення науково-дослідних і конструкторських розробок в області використання нетрадиційних джерел енергії, зниження енергоспоживання в різних галузях промисловості та запровадження законодавчих ініціатив, які мали забезпечити зниження споживання енергетичних ресурсів, що стало найголовнішим на цьому етапі.

У цей період учені вели активні пошуки альтернативних джерел енергії, розробляли конструкції сонячних батарей, вітряних, приливних і геотермальних електростанцій, теплових насосів для використання енергії землі, експериментували з біопаливом; активізувалися роботи з атомної енергетики, розроблялися різні технології енергозбереження. На основі всіх досліджень було створено цілісну ідеологію економії енергії. На жаль, більшість робіт, початих у ті роки, згодом показали недостатню ефективність і тривалу (іноді й позамежну) окупність через недосконалість технологій і матеріалів, які були тоді в

розпорядженні фахівців. Крім того, ціни на нафту почали швидко знижуватися, тому урядові асигнування на розробку альтернативних і нетрадиційних енергетичних ресурсів до середини 80-х років минулого століття були значно скорочені. Але, ця спроба виявилася дуже корисною. Фактично було скореговане традиційне мислення, засноване на використанні винятково вуглеводневої енергетики, визначені найбільш перспективні напрямки подальшої роботи. Тобто почалося формування нового світогляду населення.

Підвищення енергетичної ефективності повинне розглядатися сучасним суспільством як виявлення й реалізація заходів і інструментів з метою забезпечити задоволення потреб у послугах і товарах при найменших економічних і соціальних витратах на необхідну енергію й збереження природного середовища в гармонії зі сталим розвитком на об'єктовому, місцевому, національному, регіональному та державному рівнях. Основним показником енергоефективності є питома величина споживання паливно-енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції будь-якого призначення. Обмеження в області енергозабезпечення, пов'язані з охороною навколишнього середовища, у сукупності з економічними суттєво впливають на визначення дій щодо забезпечення необхідної якості життя всіх мешканців планети, нинішніх і майбутніх поколінь, тобто стратегії сталого розвитку суспільства. Така стратегія заснована, насамперед, на перегляді концепції потреби в енергії. Ідея полягає в тім, що сталий розвиток може забезпечуватися за використання значно меншої кількості енергії, ніж тої, що споживається у цей час, при загальних витратах також значно нижче існуючих рівнів. Зрозуміло, що організаційною, науковою, практичною та інформаційною основою енергозбереження є діяльність державних органів, юридичних і фізичних осіб, яка має бути спрямована на зниження витрат і втрат паливно-енергетичних ресурсів у процесі їхнього видобутку, переробки, транспортування, зберігання, використання та утилізації.

Зауважимо, що сучасна енергетика заснована на використанні викопних видів палива (нафта, газ, вугілля) і тому є відповідальною за проблему зміни клімату на Землі, пов'язану зі збільшенням концентрації парникових газів. Раціональне використання та ощадлива витрата ресурсів органічного палива (вугілля, нафти, природного газу), підвищення ефективності кінцевого споживання енергії в усіх секторах економіки, розвиток поновлюваних джерел енергії (біомаси, гідро електроенергії, сонячної та енергії вітру, геотермальної й від інших джерел) - все разом узятє, може забезпечити потреби людства в енергії й, одночасно, знизити антропогенний тиск у глобальному масштабі. Але «мо-

жливість» і «фактичне забезпечення» не є тотожними поняттями, оскільки між ними знаходиться мабуть найважливіша ланка – «людський чинник». І починати (а точніше продовжувати) реалізацію стратегії енергозбереження на нашу думку слід саме з останнього. Треба повернутися до прищеплення знань, умінь і навичок енергозбереження на всіх рівнях виховання і освіти людини, починаючи з дитячого садка, навчальних закладів освіти та подальшого функціонального навчання. Тільки сформувавши енергозберігаючий світогляд людини можна досягти бажаної мети – сталого розвитку.

Систематизація загальних вимог до енергоефективності сучасних технологій і аналіз існуючих енергогенеруючих засобів реалізації стратегії енергозбереження свідчить, що позитивний результат, а саме - зниження споживання енергії (до 40-50%) можливо у випадку, якщо суспільство буде плідно працювати за наступними основними напрямками:

- формування енергозберігаючого світогляду людини за широкого залучення усіх верств суспільства;

- усвідомлення загалом наявності безпосереднього взаємозв'язку розвитку економіки й стану навколишнього середовища на об'єктовому, місцевому, регіональному та державному рівнях;

- гнучкою енергетичною та економічною політикою державних органів у кожному регіоні й країні в цілому;

- посиленням міжнародного співробітництва в області енергозбереження в межах існуючої діяльності регіональних і міжнародних організацій, банків розвитку, двосторонніх угод та ін.

Таким чином, питання підвищення енергоефективності економіки та одночасно зниження антропогенного тиску на довкілля викопних видів палива сьогодні є пріоритетним напрямом для сталого розвитку України.

Література

1. Кызылбаева С. С. Шляхи сталого розвитку енергозбереження в Республіці Казахстан [Текст] / С. С. Кызылбаева, М. М. Татиева // Молодий учений. - 2014. - №2. - С. 472-474.

2. Лаврентьев Н., Жуков Д. Как выйти из энергетического кризиса? / Н.Лаврентьев, Д. Жуков.//Энергетика и ТЭК – 2007. - №3. – С. 36-37.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В НАРУЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ

А. В. Сапрыка, д. т. н., Ю. П. Кравченко, к.т.н.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства
им. А. Н. Бекетова*

Высокая материалоемкость и достаточно низкая надежность усложняет эксплуатацию осветительных систем наружного освещения. Одним из выходов в сложившейся ситуации является переход на электроснабжение от возобновляемых источников энергии. Это обычно осветительный прибор, в котором питание электроэнергией производится от двух возобновляемых источников энергии: преобразованием энергии солнечного излучения на фотоэлектрических солнечных батареях с использованием высокоэффективных элементов на основе многопереходных каскадных гетероструктур и преобразованием энергии ветрового потока ветротурбинами. В качестве источника света в таком приборе применяются светодиоды или светодиодные модули. Обычно электрогенерирующая часть схемы состоит из одной или двух солнечных батарей и миниатюрных ветротурбин, приводящих в действие электрогенераторы переменного тока со встроенными выпрямителями.

Международные и национальные организации разработали мероприятия по повышению энергоэффективности, в том числе и по реализации первоочередных мер по экономии электроэнергии в установках внутреннего и внешнего освещения. Согласно [1] снизить затраты электроэнергии на 10% и повысить энергоэффективность осветительных установок можно за счет таких мероприятий:

- широкого внедрения в осветительные установки компактных люминесцентных ламп и светодиодов путем прямой замены ими ламп накаливания;

- перехода на осветительные приборы с линейными люминесцентными лампами нового поколения с высокой световой отдачей (>105 лм/Вт);

- использования в осветительных установках электронных пускорегулирующих аппаратов вместо электромагнитных;

- автоматизированного контроля и управления освещением в зависимости от интенсивности естественного света.

На современном этапе развития наружного освещения автономные светильники на солнечных батареях производятся многими фирмами. Так примером практического воплощения в жизнь освещения от возобновляемых источников энергии является светодиодная лампа на

солнечной батарее для наружного освещения MHL-06 FX, выпускаемая известной транснациональной корпорацией DURALED (Lighting Technologies Corp.). Световой поток такой лампы составляет 65 лм. Солнечная батарея генерирующей мощностью 75 Вт при напряжении 12 В обеспечивает номинальный ток до 4,75 А.

Высокое качество солнечных батарей позволяет обеспечивать выработку электроэнергии даже в пасмурную погоду автономной системой освещения со сроком службы основного оборудования свыше 30 лет. Стоимость выработанной электроэнергии составляет 0,44 евро для северной Европы и 0,22 евро для юга. Светильники имеют высоту подвеса 2,5 м, при этом освещённость на поверхности составляет 8-10 лк, а также до 12 м с освещённостью до 15 лк. Изменение стоимости энергии, производимой солнечной фотоэнергетикой для различных регионов Европы, и прогноз изменения стоимости пиковой и базисной электроэнергии приведены на рисунке.

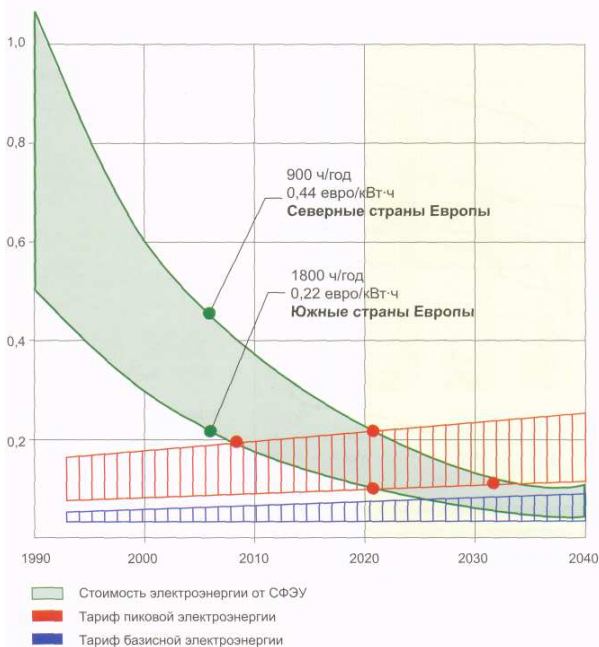


Рисунок - Изменение стоимости энергии, производимой солнечной фотоэнергетикой для различных регионов Европы, и прогноз изменения стоимости пиковой и базисной электроэнергии

Концерн Philips також розробив адаптивні освітельні пристрої нового покоління, які можуть працювати автономно і змінювати інтенсивність освітлення. Вони називаються Light Blossom і зовнішньо нагадують квітку. Джерелами світла є світлодіоди, які автоматично включаються, як тільки на вулиці темніє. Якщо поруч з Light Blossom нікого немає, то він працює в економному режимі, випромінюючи мінімум світла. При появі людини інтенсивність освітлення збільшується. Вони оснащені сонячними батареями, які використовуються для накопичення енергії. Коли сонця немає, положення лепестків змінюється, і фонарь перетворюється в вітряний генератор. Положення лепестків змінюється автоматично, залежно від погоди.

Світлодіодні освітельні пристрої за базовими характеристиками (економії електроенергії, експлуатаційним і іншим витратам) в вуличному освітленні, в яких живлення електроенергій виробляється від двох відновлюваних джерел енергії, є більш перспективними, ніж традиційні, незважаючи на більш високу ціну. Перехід на напівпровідникові джерела світла вирішить проблему утилізації розряджених ламп.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВИХ КАБЕЛІВ

В. Ф. Рой, д. ф.-м. н., проф., **С. В. Швець**, к.т.н., доц.,
К.С. Швець

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email: se_sx@bk.ru*

Старіння ізоляції кабелів з паперово-просоченою ізоляцією обумовлене термоокислювальними процесами та деструкцією целюлози, зволоженням ізоляції, стіканням просочувальної сполуки, старінням сполуки, що просочує, утворенням повітряних пор через стікання в'язкого просочення, утворенням воскоподібних відкладень під дією часткових розрядів у масляних прошарках і повітряних включеннях між шарами паперу. Слід враховувати також відмінність процесів старіння низьковольтних і високовольтних кабелів. При високій напрузі починають проявлятися граничні явища: нагромадження об'ємних зарядів у товщі зстареного діелектрика, що приводить до перерозподілу на-

пруженості електричного поля та утворенню дендритів; неповні пробої ослаблених ділянок ізоляції – часткові розряди.

Загальними ознаками повільних процесів старіння ізоляції кабелів, які можуть спостерігатися при контролі в експлуатаційних умовах, є: зниження опору ізоляції (або ріст струмів витоку при випробуваннях постійною напругою); ріст ємності й тангенса кута діелектричних втрат; ріст коефіцієнта абсорбції; ріст рівня часткових розрядів; поява локальних неоднорідностей.

Контролюючи ці характеристики в експлуатації, можна оцінити ступінь старіння кабелів з паперово-просоченою ізоляцією.

Силові кабелі мають два види ізоляції – фазну (навколо кожної жили окремо) і поясну (навколо трьох жил разом). Ізоляція виконується шляхом обмотки жил стрічками кабельного паперу. Після цього іде вакуумне сушіння бухт кабелю, а потім – вакуумне просочення масляно-каніфольними сполуками. Після просочення бухта кабелю витримується в просочувальній ванні до остигання, а потім направляється на прес для нанесення захисної (алюмінієвої) оболонки.

У вихідному стані властивості фазної й поясної ізоляції повинні бути ідентичними. У процесі старіння кабелів з'являються відмінності, викликані деструкцією целюлози й міграцією низькомолекулярних полярних продуктів її розкладання (води, фуранів) у більш холодну частину кабелю – до оболонки, у поясну ізоляцію. У результаті властивості поясної ізоляції згодом погіршуються: росте тангенс кута діелектричних втрат, падає опір ізоляції, зменшується механічна міцність кабельних паперів.

Робота присвячена підвищенню якості контролю та діагностики стану ізоляції силових кабелів за рахунок виявлення змін діелектричних характеристик ізоляційних проміжків в процесі теплового старіння.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЖЕРЕЛ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

*В. А. Маляренко, д.т.н., проф., С. В. Швець, к.т.н., доц.,
В.Г. Швець*

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12*

Email: se_sx@bk.ru

Діяльність щодо енергозбереження регулюється великою кількістю нормативних актів. Згідно вимог цих керівних документів підпри-

ємства та установи всіх форм власності повинні постійно розвивати діяльність у цьому напрямку. Потенціал енергозбереження для України в цілому складає близько 50%. Для енергозбереження характерна висока економічна ефективність. Витрати на тонну умовного палива, отриманого за рахунок енергозбереження, в декілька разів менші за витрати на його видобуток чи купівлю. Для України підвищення енергоефективності та енергозбереження є стратегічним шляхом розвитку економіки та соціальної сфери.

Хоча Україна має великі поклади вугілля, якого вистачило б на сотні років, для їх розробки необхідні великі капітальні вкладення, яких в умовах економічної кризи держава не може забезпечити.

Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах за рахунок власного їх видобутку менш, ніж на 50 %.

Видобуток власних паливно-енергетичних ресурсів проводиться в таких гірничо-геологічних умовах, які роблять їх неконкурентоздатними з імпортованими паливно-енергетичними ресурсами. Це перш за все відноситься до видобутку нафти і газу. Не краща ситуація склалася у вугільній промисловості, де більшість шахт мають низькі економічні показники.

Одним з шляхів вирішення вказаної проблеми є застосування альтернативних джерел електричної енергії.

При реконструкції систем електропостачання повинні розглядатися в тому числі такі питання: перспектива розвитку системи електропостачання з врахуванням раціонального сполучення споруджуваних об'єктів з існуючими; зниження втрат електроенергії; відповідність рішень, які приймаються, умовам охорони навколишнього середовища. При цьому повинні розглядатися й питання резервування.

Слід також враховувати ремонтні аварійні та післяаварійні режими, де резервним джерелом вважається незалежне джерело живлення, на якому зберігається напруга в післяаварійному режимі в регламентованих межах при зникненні його на іншому чи інших джерелах живлення.

ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 2

Охорона праці та інформаційні технології в енергетиці. Підготовка спеціалістів для електротехнічної галузі

КОМПЛЕКСНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕГЕТИКИ УКРАЇНИ

Я. О. Серіков, к. т. н.

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
E-mail: yserikov@yandex.ru*

Електроенергетика відноситься до галузей економічної діяльності, в яких значна кількість робіт характеризується підвищеною небезпекою. Логічно, що вимоги до організації процесу виконання робіт в електричних установках в цій галузі, дослідження причин виробничого травматизму для зниження рівня цього показника є важливими задачами.

Однією з головних умов забезпечення охорони і безпеки праці є розробка і здійснення ефективних заходів, які сплановані (і виконуються) на основі чіткої організації роботи, знання технологічних процесів, фактичного стану виробництва й причин нещасних випадків. Як показав аналіз виробничого травматизму, кожний нещасний випадок має не одну причину.

У середньому на кожну травму доводиться 2-3 причини. Причому, як показує статистика, більшість причин виробничих травм (82,9%) носять організаційний характер.

Після ранжирування основних причин виробничого травматизму в галузі електроенергетики України, їх можна класифікувати залежно від їхньої вагомості в такий спосіб:

1. Застосування небезпечних прийомів при виконанні робіт і порушення правил безпеки – 16,4%.
2. Незадовільна організація праці – 12,7%.
3. Необережні дії потерпілого – 8,9%.
4. Порушення технологічного процесу й низька виробнича дисципліна – 7,3%.

5. Низька трудова дисципліна – 5,6%.

Отже, в результаті виходить, що 50,9% всіх виробничих травм походить від цих п'яти причин.

Причому, слід зазначити, що важливим фактом є те, що розробка й реалізація заходів щодо усунення перелічених вище причин виробничого травматизму не вимагає матеріальних витрат.

Проведемо аналіз причин виникнення наведених факторів.

Перша причина викликається недостатнім знанням безпечних прийомів виконання робіт, що обумовлено недостатнім рівнем навчання працюючих (як правило, це відноситься до персоналу, що має малий стаж роботи в електричних установках), зневагою до дотримання регламентованих заходів для безпечного виконання робіт (це відноситься до персоналу, який має значний досвід роботи в електроустановках), а також умовами, що змушують діяти працюючого неправильно.

Друга причина полягає в недостатньому рівні забезпечення і виконання організаційних заходів з охорони і безпеки праці.

Третя причина може бути пов'язана як із самою особистістю працюючого – наприклад, його психологічним станом, станом його здоров'я, так і з виробничими умовами, при яких стався нещасний випадок.

Четверта причина, за аналогією з першою, може бути викликана як незадовільним знанням працюючим правил безпечного виконання операцій технологічного процесу, так і умовами праці, які сприяють цьому порушенню.

Низька трудова дисципліна (п'ята причина) цілком залежить від організації праці.

На другому етапі статистичного аналізу причин виробничого травматизму розглянемо основні негативні фактори, які є супутніми виробничому процесу і з причин дії яких формується основне значення розглядуваного показника виробничої діяльності електроенергетичної галузі. Статистичний аналіз показує наступне:

20,3% травм трапляється внаслідок ураження електричним струмом, в тім числі при обслуговуванні механізмів, устаткування;

13,54% – при падінні предметів;

13,14% – при падінні людини з висоти;

11,15% – при падінні на території підприємства;

10,75% – у дорожньо-транспортних випадках.

У сумі це становить 68,9% всіх травм.

Наведений метод комплексного статистичного аналізу виробничого травматизму в галузі електроенергетики дає можливість визначити ефективний напрямок, у якому необхідно розробляти заходи щодо зниження його рівня.

Наведений приклад використання методу комплексного статистичного аналізу причин і факторів, за яких виникають нещасні випадки на виробництві, показує, що основним напрямком попередження нещасних випадків є удосконалення організації безпечного виробництва робіт.

Література:

1. Сериков Я.А., Стрижак С.В. До методики зниження рівня професійної захворюваності // Н-Т сб. «Комунальне господарство міст». К.: «Техніка», вип. 20. 1999. – С. 174 – 177.
2. Серіков Я.А. «Проведення досліджень у сфері охорони праці житлово-комунальної галузі України з метою забезпечення належного стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища» / Звіт про науково-дослідну роботу / ХНАМГ 2011. – 134 с.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ РЕАКТОРІВ ЗА РАХУНОК НОВІТНІХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ

¹*І. О. Темнохуд, асистент кафедри електропостачання міст*

²*А. А. Семененко, студент*

³*Є. С. Дзюба, інженер*

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції 12.*

Email: innatempokhud@mail.ru

²*ТОВ «АкваАналітікс», 125222, Росія м. Москва вул. Рословка б.кorp 1.*

³*ТОВ "Медтехніка", 61058, Україна м. Харків вул. Культури 14.*

Питання безпеки та екології стають найважливішими для всіх видів видобутку енергії. На поточний момент в Україні функціонує 5 атомних електричних станцій (АЕС), на яких встановлено 11 енергоблоків, що в середньому відпрацювали більше 20 років. Атомна енергетика в цілому має високі показники надійності і безпеки. Не зважаючи на це, досвід Чорнобильської катастрофи і Фукусіми показав, що ядерна аварія може бути пов'язана з дуже важкими наслідками, зокрема привести до радіоактивного забруднення в масштабах країни і регіону.

Як наслідок, питаннями безпеки, в сукупності з регламентованими вимогами вносять вагомі корективи в розвиток ядерної енергетики. З метою зниження масштабів реальних і можливих аварій здійснюються і надалі будуть впроваджуватись конструктивні заходи. Впроваджені методи і заходи покращення контролю критичних параметрів змен-

шати імовірність виникнення аварійних ситуацій роботи реактора і систем АЕС. Внутрішня безпека конструкцій і стабільності технологічних процесів може бути підвищена шляхом включення пасивних систем безпеки на основі контролю аналітичних і фізичних параметрів з високим ступенем точності і, що не менш важливо, високими показниками швидкодії при вимірюванні.

Використання новітніх методів контролю параметрів є одним з пріоритетних напрямків в області безпечної роботи реактора і супутніх систем. Покращення в даній області дозволять своєчасно запобігти виникненню аварійної ситуації, а контроль параметрів і підтримання їх на заданому рівні збільшить термін служби систем, тим самим підвищивши рентабельність в цілому.

Аналіз параметрів розчиненого кисню і водню в системах охолодження реакторів. Успіх будь-якої хімічної програми у будь-якому охолоджувальному реакторі залежить від мінімізації хімічної корозії обладнання, що впливає на цілісність охолоджувальної системи реактора (RCS). Зазвичай основними цілями програми є: зниження загальної кількості радіоактивних домішок, присутніх в системі, що зменшує витрати на ремонт обладнання, підвищує ефективність роботи АЕС в цілому, скорочує ураження персоналу заводу іонним опроміненням. Корозія обладнання та труб в охолоджувальних системах реактора збільшується в присутності невеликих кількостей розчиненого кисню. У деяких випадках у RCS може бути присутнім розчинений водень для зменшення концентрації розчиненого кисню, що з'являється в результаті радіолізу. Таким чином, для підтримки нормального контролю процесу необхідно знати точні значення розчинених водню і кисню в RCS.

На поточний час, загальний метод аналізу розчиненого водню в охолоджувачі реактора - газова хроматографія. Визначення розчиненого водню методом газової хроматографії має кілька недоліків, зокрема: вибірковий аналіз, що надає «фотографію» концентрації в часі; мінімум одна година для відбору проби; точність аналізу газової хроматографії в більшості залежна від техніки відбору проб. Використання систем вимірювання, що працюють у реальному часі, дозволяє контролювати і оперативно запобігати виникненню аварійних ситуацій і пошкодженню у результаті корозії технологічних систем та обладнання.

Вимірювання водню електрохімічним методом. В основу електрохімічного методу вимірювання покладено протікання струму по мембрані в рідинному середовищі електролітичного розчину. Коротко можна сказати, що електрохімічна комірка складається з металевих

анода і катода, занурених в розчин електроліту, який контактує з цими електродами. Електроди і електроліт відокремлені від рідкої або газо-подібної проби мембраною, що пропускає газ на молекулярному рівні.

Використання методів вимірювання кисню на основі флюоресценції. Використання флюоресценції світла підвищує реакцію захисних систем АСУ. Дослідження в галузі флюоресценції вже на поточний момент дозволяють створювати пристрої швидкої реакції на зміни стану, ефективність яких перевищує раніше встановлену в рази. В основі принципу покладено випромінювання світлового потоку визначеного спектру на киснечуттєвий елемент і обчислення значення кисню на основі референсного та повернутого сигналу. У зв'язку з використанням світлового потоку швидкість реакції даних систем в рази перевищує швидкість реакції систем заснованих на протіканні хімічної реакції (ЕС методи вимірювання розчиненого кисню) [1].

Висновок. Використання даних методів дозволяє мінімізувати ризики виникнення аварійних ситуацій і тим самим підвищити безпеку роботи систем в цілому. При їх використанні можлива мінімізація ризиків опромінення для персоналу, що працюють на АЕС. Використання модульних систем вимірювання, повірка та калібрування можлива за межами небезпечних зон. Своєчасне усунення і не допуск кисню в технологічні системи збільшує термін служби і підвищує безперебійність роботи всіх систем, в тому числі і трубопроводів.

Використані джерела:

1. Електронний ресурс - web: www.aquaanalytics.ru За матеріалами: ТОВ «АкваАналітікс» останнє звернення 04.04.15.

ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

С. О. Лактіонов, студент гр. ЕСЕ, 4 к., Я. О. Серіков, к.т.н.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, Харків, вул. Революції, 12

Email: yserikov@yandex.ru

Email: Canon.ice_1993@mail.ru

Вступ. В природному середовищі існує два види хвиль: механічні й електромагнітні. Механічні хвилі поширюються в речовинах: газі, рідині чи твердому тілі. Електромагнітні хвилі не потребують для свого розповсюдження будь-яких речовин. Електромагнітне поле (ЕМП) може існувати і у вакуумі, тобто в просторі, що не містить атомів. Залежно від виду, частоти, напруженості електромагнітного поля, часу

його дії, організм людини піддається різним типам ушкодження здоров'я.

Збільшення потужності ЕМП, поширення використання електричних установок, що працюють в діапазоні електромагнітних випромінювань і на систему «людина – житлове середовище» ставить завдання вивчення процесу впливу цього негативного фактора на людину і розробки засобів захисту. Актуальність цього завдання обґрунтована також інтенсивністю розвитку, різноманітністю видів ЕМП, їх характеристик, що обумовило недостатньо ефективне вивчення процесів взаємодії в системі «людина – параметри ЕМП». Це, в свою чергу, викликало недостатньо високий рівень розробки заходів і засобів захисту людини як у виробничих, так і житлових умовах.

Виклад основного матеріалу. Електромагнітні поля – це особлива форма існування матерії, що характеризується сукупністю електричних і магнітних характеристик. Основними параметрами, що характеризують електромагнітне поле, є: напруженість, частота, довжина хвилі. За джерелами генерування ЕМП класифікуються на природні й антропогенні.

Природні джерела електромагнітних полів поділяють на дві групи.

Перша група – електромагнітне поле Землі, що включає електричну й магнітну складові. Природне електромагнітне поле Землі створюється надлишковим негативним зарядом на її поверхні. Його напруженість знаходиться в діапазоні від 100 до 500 В/м.

Друга група – радіохвилі, що генеруються космічними джерелами (Сонце, зірки тощо) та атмосферними процесами – розряди блискавок і т. п. Друга група природних електромагнітних полів характеризується широким діапазоном частот. Його напруженість може змінюватись, наприклад, при грозових явищах. (Грозові явища можуть збільшувати напруженість поля до десятків – сотень кВ/м.)

Антропогенні джерела також поділяють на 2 групи:

Перша група – джерела низькочастотних випромінювань (0 - 3 кГц). Ця група включає в себе всі технологічні системи виробництва, передачі і розподілу електроенергії (лінії електропередачі, трансформаторні підстанції, електростанції, кабельні системи); домашню та офісну електро- і електронну техніку, в тому числі й монітори ПК; транспорт, що працює на електроприводі, залізничний транспорт і його інфраструктуру, а також метрополітен, тролейбусний і трамвайний транспорт. Транспорт на електроприводі є потужним джерелом магнітного поля в діапазоні від 0 до 1000 Гц. Максимальні значення індукції магнітного поля в приміському електротранспорті досягають 75 мкТл,

середні – близько 20 мкТл. Усереднені значення цього параметру на транспорті з приводом від постійного струму зафіксовані на рівні 29 мкТл.

Електромагнітні хвилі, що виникають при русі транспорту, створюють перешкоди теле- і радіотрансляції, а також можуть шкідливо впливати на організм людини.

Друга група – джерела височастотних випромінювань (від 3 кГц до 300 ГГц). До цієї групи відносяться функціональні передавачі – джерела електромагнітного поля, що використовуються з метою передачі чи отримання інформації. Це комерційні передавачі (радіо, телебачення); радіотелефони (авто-, радіотелефони, радіо СВ, аматорські радіопередавачі, виробничі радіотелефони); спрямований радіозв'язок (супутниковий радіозв'язок, наземні релейні станції); навігація, що використовується в повітряному сполученні, суднопластві; локатори (суднопластво, контроль за повітряним транспортом). До цієї групи відносяться й технологічне обладнання, що використовує СВЧ-випромінювання – змінні (50 Гц - 1 МГц) й імпульсні електромагнітні поля, побутове обладнання (НВЧ-печі), засоби візуального відображення інформації на електронно-променевих трубках (монітори ПК, телевізори тощо). В медицині для наукових досліджень застосовують струми ультрависокої частоти, електромагнітні поля яких також викликають певну професійну шкідливість.

Ступінь біологічного впливу електромагнітного поля на організм людини залежить від його напруженості, частоти коливань та інтенсивності, режиму генерації (імпульсне, безперервне), тривалості опромінення. Біологічний вплив полів різних частотних діапазонів неоднаковий. Чим коротше довжина хвилі, тим більшою енергією вона володіє. Височастотні випромінювання можуть іонізувати атоми або молекули в соматичних клітинах, що викликає порушення стандартних, протікаючих у них процесів.

Електромагнітні коливання довгохвильового діапазону хоч і не вибивають електрони із зовнішніх оболонок атомів і молекул, але здатні нагрівати органічні тканини в результаті надання молекулам теплового руху. Причому, це тепло є внутрішнім, що є особливо небезпечним для організму людини.

Первинним проявом дії електромагнітної енергії є нагрів, який може призвести до змін і навіть до пошкоджень тканин і органів. Механізм поглинання енергії ЕМП живими тканинами організму людини досить складний. Найбільш чутливими до дії електромагнітних полів є центральна нервова (суб'єктивні відчуття при цьому – підвищена стомлюваність, головні болі) та нейроендокринна системи.

Можливі також зміна частоти пульсу, судинних реакцій. Описано зміни кровотворення, порушення з боку ендокринної системи, метаболічних процесів, захворювання органів зору. Особливо чутливі до негативного впливу електромагнітних полів ембріони й діти.

Було встановлено, що клінічні прояви впливу ЕМП найбільш часто характеризуються астенічними, астеновегетативними і гіпоталамічними синдромами:

1. Астенічний синдром. Цей синдром, як правило, спостерігається в початкових стадіях захворювання і характеризується скаргами на головний біль, підвищену стомлюваність, дратівливість, порушення сну, періодично виникаючими болями в області серця.

2. Астеновегетативний або синдром нейроциркулярної дистонії. Цей синдром характеризується ваготонічною спрямованістю реакцій (гіпотонія, брадикардія та ін.).

3. Гіпоталамічний синдром. При цьому хворі є підвищено збудливі, емоційно лабільні, в окремих випадках виявляються ознаки раннього атеросклерозу, ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби.

Захист людини від небезпечного впливу електромагнітного опромінення здійснюється рядом методів, основними з яких є:

- організаційні заходи захисту;
- зменшення рівня випромінювання безпосередньо від самого джерела;
- екранування джерела випромінювання;
- екранування робочого місця;
- поглинання електромагнітної енергії;
- застосування індивідуальних засобів захисту.

Для реалізації цих методів застосовуються: екрани, поглинальні матеріали, атенюатори, еквівалентні навантаження та індивідуальні засоби захисту.

Екрани призначені для ослаблення електромагнітного поля у напрямку поширення хвиль. Ступінь ослаблення ЕМП залежить від параметрів випромінювання, конструкції екрану (тип матеріалу, товщина, розміри). При цьому товщина екрану, в основному, визначається частотою і потужністю випромінювання і мало залежить від застосованого матеріалу (металу).

Досить часто для екранування застосовують металеву сітку. Екрани з сітки мають ряд переваг. Вони прозорі, пропускають потік повітря, дозволяють досить швидко ставити і знімати екрануючі пристрої.

Висновок. Наведений аналіз даної проблеми дає змогу зробити висновок, що працюючі в умовах надмірного рівня електромагнітних випромінювань підлягають ушкодженню здоров'я, що полягає в швид-

кому втомлені, скаргах на головні болі, загальну слабкість, болі в області серця тощо. У окремих осіб при тривалому опроміненні з'являються судоми, спостерігається зниження пам'яті, відзначаються трофічні вищипи (випадання волосся, ламкість нігтів тощо).

Таким чином, вивчення шкідливого впливу ЕМП на організм людини, його систематизація дасть змогу розробити комплекс ефективних заходів і засобів як працюючих, так і забезпечити необхідний рівень безпеки життєдіяльності людини в житловій сфері.

Список джерел

1. Korzeniowski L.F. Serikov Y.A. EUROPEJSKI WYMIAR SECURITOLOGII. Kraków : EAS, 2011. – 244 s.
2. Серіков Я.О. Безпека життєдіяльності / Навч. посібник для студентів ВНЗ. Х.: ІОЦ ХНАМГ, 2005. – 298 с.
3. Серіков Я.О., Коженевські Л. Ф. Безпека життєдіяльності – секюрітологія. Проблеми, завдання, шляхи вирішення. Монографія. Харків - Краків: 2012. Ч. 1 – 170 с., Ч. 2 – 332 с.

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРАВЛЕНОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

Д. С. Шимук, к.т.н.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

Email: shimukds@yandex.ru

Постановка проблеми. Умовою розробки ефективних релейних захистів є чітке розуміння їх функціонування в умовах широкого діапазону зміни параметрів мережі живлення, навантаження, можливих пошкоджень об'єкту, що захищається. Досягнення такого розуміння забезпечується абстрактним представленням процесів, що відбуваються в реальному об'єкті у вигляді адекватної та наочної математичної моделі. Тому вважається актуальним розробка відповідних комп'ютерних моделей, що забезпечують можливість аналізу процесів як в об'єкті, що захищається, так і в пристроях релейного захисту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] автори надають інформацію про розробку сучасних систем релейного захисту на основі Simulink, що входить до пакету програм MATLAB.

За допомогою спеціалізованої системи RTDS [2] (Real-Time Digital Simulator), за думкою авторів, можливо моделювати електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси в реальному часі. Режим жорсткого реального часу дає змогу задіяти в процесі розробки не тільки віртуальні моделі, але й реальні пристрої контролю, захисту та

управління. На спеціалізованому ресурсі обговорюється [3] програма Multisim. Характерно, що при моделюванні в Multisim уникають моделювання пристроїв, що містять багатофазні двохомоткові трансформатори та гальванічні розв'язані контури. В статті [4], автор коротко описує модернізацію поляризованого реле, а саме, описує оптимізацію повітряного зазору для забезпечення необхідної швидкості спрацювання і підбір жорсткості і переднатягу утримуючої пружини. Моделювання відбувалося у програму ANSYS Maxwell 3D, Simplorer.

В [5] наводяться основи застосування програми Multisim як зручного засобу для моделювання електричних схем.

Метою доповіді є опис імітаційної моделі спрямованого релейного захисту паралельних ліній, що дозволяє наочно спостерігати за процесами, що відбуваються в елементах схеми при різних видах і місцях виникнення коротких замикань та проведення аналізу функціонування захисту.

Побудова моделі реле на основі Multisim викладено в роботі [6]. Там же наведені результати дослідження характеристик моделі та порівняння її характеристик з результатами випробувань реального реле типу РБМ171/1. В даній роботі використана удосконалена модель (рисунк1), в якій на виході помножувача (A7) з метою усунення впливу гармонійної складової миттєвої потужності встановлено паралельний резонансний фільтр-пробку (L22, C2).

Модель реле напрямку потужності виконана наступним чином.

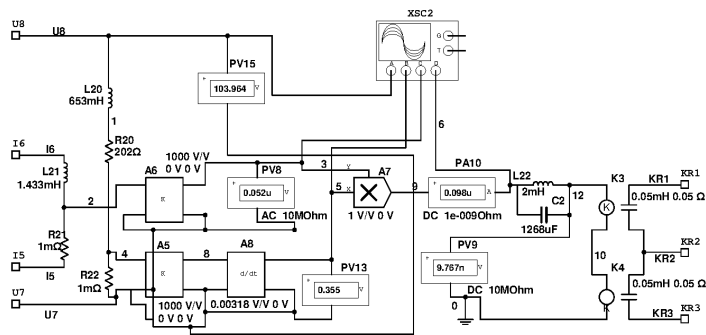


Рисунок 1 – Модель реле напрямку потужності

Напряга від вимірювального трансформатора напруги подається на затискачі U8, U7 віртуального реле (рисунок 1), а сигнал, що імітує вторинний струм від трансформатора струму – на клеми I5, I6. Факт спрацювання реле полягає в замиканні контакту реле K3 або K4 в залежності від рівня і напрямку активної потужності.

Поданий сигнал напруги на клему U8 проходить через елементи, що імітують індуктивний L20 та активний R20 опір обмотки напруги реле. На шунтуючому резисторі R22 має місце падіння напруги, що пропорційне струму в цій обмотці. Врахування реальних значень струму здійснюється шляхом збільшення сигналу, за допомогою використання підсилювача напруги A5. Потім сигнал, що надходить до диференціюючої ланки A8, на виході якої напруга дорівнює похідній за часом від вхідної напруги. Описаний вихідний сигнал напруги надходить на один з входів множника A7, а саме на вхід X.

На клему I5 подається сигнал струму, який проходить через котушку індуктивності L21, яка імітує індуктивний опір обмотки струму. Далі надходить на шунтуючий резистор R21, на якому відбувається падіння напруги, пропорційне струму в обмотці струму. Наступним кроком є збільшення сигналу струму у підсилюючій ланці A6, після чого даний сигнал надходить на вхід множника Y.

Обертальний момент $M_{вр}$, що діє на ротор реле визначається виразом:

$$M_{вр} = k_1 \cdot I_n \cdot I_p \cdot \sin \varphi, \quad (1)$$

де k_1 – постійний коефіцієнт для даної конструкції реле; I_n – струм в обмотці напруги; I_p – струм, який підводиться до реле; φ – фазовий кут між векторами потоків Φ_m та Φ_n .

Реалізація виразу (1) здійснюється множителем A7. На виході A7 має місце сигнал миттєвої потужності, який, у загальному випадку, містить у своєму складі постійну складову, що пропорційна активній потужності (корисний сигнал), та гармонійну складову подвоєної частоти, амплітуда якої пропорційна реактивній потужності (завада). Гармонійна складова причиняє помилкове спрацювання вихідних реле K3, K4, тому для її усунення застосовано паралельний резонансний фільтр L22, C2 з резонансною частотою 100 Гц. Імітація різних видів коротких замикань в лініях здійснюється замиканням вимикачів S1, S2 (див. рисунок 2). На рисунок 2 наведені результати моделювання процесів в лінії в сталому режимі при відсутності пошкоджень.

Імітація різних видів коротких замикань в лініях здійснюється замиканням вимикачів S1, S2 (див. рисунок 2). На рисунок 2 наведені результати моделювання процесів в лінії в сталому режимі при відсутності пошкоджень.

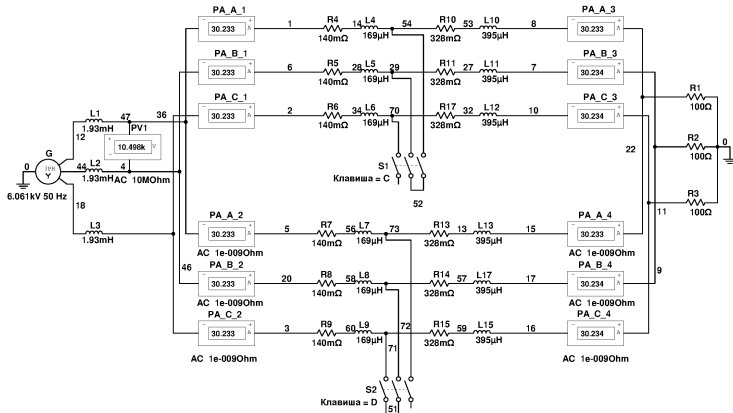


Рисунок 2 – Модель паралельних ліній

На рисунку 3 наведено модель для режиму двофазного короткого замикання фаз A, B в лінії W1. Такий режим створено шляхом комутації вимикача S2. За показами приладів можна наочно впевнитись, що має місце різке зростання струму в пошкоджених фазах, з'явився перекіс напруг в первинних і, відповідно, у вторинних колах трансформаторів напруги як з боку живлення, так і з боку навантаження. Особливу цікавість представляє значення різниць вторинних струмів однойменних фаз лінії. Наведені дані в цілому адекватно відображають процеси в лініях при даному виді пошкоджень

В залежності від фазового зсуву φ між струмами обмоток напруги та струму і діючих значень I_H та I_p значення і напрямки дії обертаючого моменту змінюється відповідно до (1). В свою чергу, в залежності від напрямку (позитивного чи негативного знаку активної потужності) відбувається спрацювання на замикання реле K3 (при позитивному знаку), або K4 (при негативному знаку активної потужності). Факт спрацювання реле в той чи інший бік може бути зафіксовано за допомогою додаткових елементів індикації, що містяться в бібліотеці компонентів Multisim.

Модель паралельних ліній у програмі Multisim зображена на рисунку 2. Вона являє собою дві паралельні трифазні лінії з однобічним живленням. Лінії мають однакові складові активного та індуктивного опору кожної фази, живляться від трифазного генератора G та передають енергію до симетричного активного навантаження R1, R2, R3. Для можливості реалізації K3 на різному віддаленні від джерела живлення активний та індуктивний опори фаз лінії представлено у вигляді двох резисторів та двох індуктивностей, сумарне значення яких імітує повний опір за довжиною лінії. При зміні параметрів цих компонентів в їх налаштуваннях можна змінювати місце K3. На кожній фазі ліній вста-

новлені амперметри, як на початку лінії, так і в кінці. Це зроблено для того, щоб надалі контролювати величини струмів, що протікають по фазах.

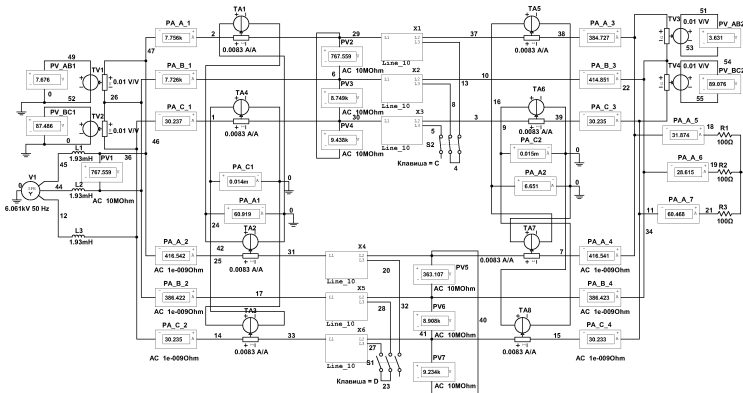


Рисунок 3 – Струми і напруги в паралельних лініях при двофазному короткому замиканні фаз А,В на лінії W1

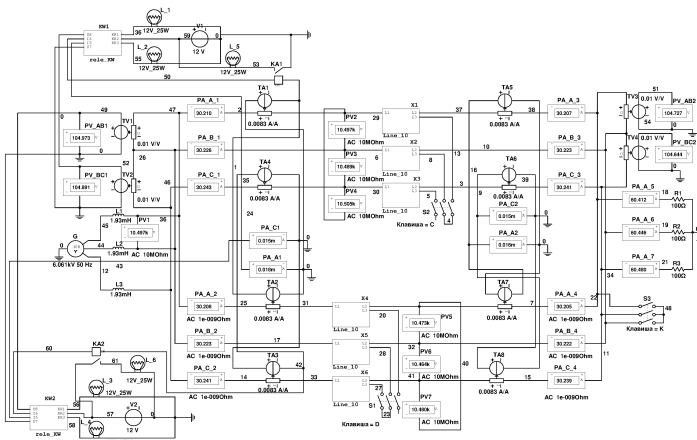


Рисунок 4 – Модель мережі з двох паралельних ліній із встановленим напрямним поперечним струмовим захистом з боку живлення

На рисунку 4 наведено модель мережі згідно рисунку 3 з додатково встановленими субблоками KW1, KW2 реле напрямку потужності (маркування виводів на рисунку 5 відповідає маркуванню виводів на рисунку 1). При цьому додатково до вихідних клем KR1-KR3 кожного з реле KW1, KW2 підключені елементи індикації з відповідними джерелами оперативного постійного струму. Наявна можливість оглядки

моделі шляхом доступу до внутрішнього змісту моделей реле напрямку потужності шляхом звертання до відповідного модуля.

Висновки:

1. Розроблено імітаційну субблочну модель функціонування реле напрямку потужності з відстроюванням впливу гармонійної складової миттєвої потужності на вихідний сигнал.

2. Побудовано на базі програми Multisim модель паралельних ліній з однобічним живленням, яка дозволяє вивчати взаємозв'язок процесів в мережі як при нормальному режиму функціонування, так і при можливих пошкодженнях на різній віддаленості від джерела живлення.

4. Модель дозволяє вивчати процеси в аналогічних колах при зміні параметрів мережі в широкому діапазоні і може бути використана в навчальному процесі і при проведенні передпроектних досліджень при розробці і вдосконаленні релейних захистів.

Список посилань:

1. Ершов Ю.А. Моделирование устройств релейной защиты в среде MATLAB 2011. 148 с. Электронный ресурс. Режим доступа <https://www.palmarium-publishing.ru/> 20.05.13.

2. Решение задач релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Электронный ресурс. Режим доступа 20.05.13 <http://www.vniir.ru/rtds/abs-vniir-raschet.pdf>.

3. Форум. Электронный ресурс. Режим доступа <http://www.forum.softweb.ru/showthread.php?t=28636>

4. Моделирование поляризованного реле Алексей Клявлин. Электронный ресурс. Режим доступа http://www.cae-expert.ru/sites/default/files/modelirovanie_polyarizovannogo_rele.pdf.

5. Программа схемотехнического моделирования Multisim. Кирина М., Фомина К. Электронный ресурс. Режим доступа http://ikit.edu.sfu-kras.ru/CP_Electronics/pages/soft/multisim/manual.pdf

6. Шимук Д.С., Ажель А.А. Моделирование реле направления мощности на ПК. / Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. №6 (112). 2013 С. 66-71.

АКТИВНІ ФІЛЬТРИ ГАРМОНІК

*Є. С. Беляк, магістрант, О. А. Якунін, інженер каф. ЕМ
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м Харків, вул. Революції 52*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. В побуті та в промисловості широко використовуються електронні пристрої, які в силу принципу своєї роботи споживають несинусоїдальний струм, який можна розкласти в ряд синусоїдальних гармонік. Наявність гармонік в електричній мережі може порушити роботу обладнання, наприклад, створити перевантаження в нульовому робочому

провіднику, збільшити втрати в трансформаторі або змінити момент обертання електродвигуна, несприятливо впливають на роботу конденсаторів компенсації реактивної потужності.

Мета дослідження. Дослідити сучасні фільтри високих гармонік та методи керування ними.

Основні матеріали досліджень. Фільтр гармонік – це пристрій який призначений для відсікання гармонік деякої частоти. Для обмеження впливу гармонік можна використовувати конденсаторні батареї, проте при цьому можливе виникнення резонансу, що блокується включенням реактору (індуктивності) послідовно з конденсатором, це й буде найпростіший фільтр гармонік. Активні фільтри гармонік (АФГ) реалізуються за допомогою мікропроцесорної техніки та силової електроніки.

АФГ мають с своєму складі систему керування, що аналізує дані з датчиків, проводить необхідні розрахунки й подає сигнал на робочу частину, де генерується тієї ж гармоніки оберненої полярності. В результаті, в ідеальному випадку, можлива повне знешкодження непотрібних гармонік.

Основна перевага активних фільтрів полягає в тому, що вони гарантують ефективну компенсацію гармонік навіть при зміні режимів роботи установок.

Принцип роботи активних фільтрів високих гармонік (АФВГ) полягає в наступному: трансформатор струму вимірює вміст гармонік в струмі навантаження, і керує генератором струму, що генерує відповідні гармоніки з протилежною фазою до виміряних, вони подаються в мережу і компенсує спектр вищих гармонік, найчастіше рівень компенсації досягає 90% гармонік.

Висновки. Керовані фільтри гармонік мають низку переваг перед стаціонарними, що виявляється у гарантовано високому рівні компенсації при зміні навантаження чи режиму мережі живлення.

АКТИВНІ КОНДЕНСАТОРНІ УСТАНОВКИ

*О. С. Калугіна, магістрант, О. А. Якунін, інженер каф. ЕМ
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м Харків, вул. Революції 52*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки питанням зниження витрат електроенергії приділяється значна увага. Так одним із підходів є компенсація реактивної потужності. При цьому широко вживаються конденсаторні установки.

Мета дослідження. Дослідити сучасні конденсаторні установки та методи керування ними.

Основні матеріали досліджень. Найпоширенішим навантаженням є електродвигуни, що мають індуктивний характер (споживають реактивну потужність), то для їх компенсації використовуються конденсаторні установки (КУ), що виробляють реактивну потужність. За ступенем керування вони поділяються на регульовані та нерегульовані. Активні (автоматичні) конденсаторні установки (АКУ) призначені для підвищення коефіцієнту потужності в системах електропостачання та автоматичного регулювання режимів компенсації реактивної потужності. Компенсація реактивної потужності дозволяє: знизити плату постачальникові за спожиту електроенергі, та струмові навантаження елементів системи електропостачання.

При проектуванні і експлуатації керованих конденсаторних установок виникає проблема комутації, яка пов'язана з тим, що при відключенні конденсаторів напруга на їх затискачах протягом всього процесу відключення залишається практично постійною завдяки наявності в конденсаторі електричного заряду.

Сучасні системи керування є автоматизованими комплексами на базі високопродуктивної обчислювальної техніки, що дозволяє реалізовувати складні алгоритми керування. Методологія попереджувального керування заснована на вирішенні завдань поточної оптимізації процесів в реальному часі, за заданих технічних умов.

Алгоритми попереджувального керування ґрунтуються на виборі дій, що керують технологічним процесом, та розрахунку реакції на них, з метою оптимізації поведінки у майбутньому, починаючи з теперішнього моменту часу до певного прогнозованого горизонту.

Висновки. Враховуючи переваги попереджувального керування пропонується використання даного підходу при керуванні конденсаторною установкою, планується розробка активного компенсуючого пристрою, керування яким базується на попереджувальному керуванні.

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ АНАЛІЗІ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

*І. Г. Абраменко, к.т.н., Д. М. Жданов, ст. гр. ХарС ЕСЕ09-23
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email simba_kharkov@mail.ru*

Проблемі контролю й забезпечення якості електроенергії в останні роки приділяється велика увага. І це не випадково, тому що недотримання нормованих показників якості веде до матеріального збитку на підприємствах, що оснащуються усе більш тонкою й досконалою технологією з високим ступенем автоматизації виробничих процесів. У промислових електротехнічних системах у силу наявності нелінійних елементів, динамічно змінюючихся навантажень і комутацій, електричні режими мають нестационарний характер, що проявляється у відхиленні струмів і напруг від синусоїдальної форми. Для оцінки й дослідження поведінки таких об'єктів застосовуються різні методи математичного моделювання, аналізу й статистичної обробки гармонійного складу струмів і напруг [1].

Традиційним математичним апаратом, що використовується для аналізу гармонійного складу струмів і напруг, є перетворення Фур'є, зокрема, його дискретна форма ДПФ [2].

Перетворення Фур'є є ефективним засобом дослідження сигналів. Разом з тим цей підхід має ряд недоліків, які особливо помітно проявляються на нинішньому етапі науково-технічного розвитку. Справа в тому, що сучасні системи обробки інформації й керування все більшою мірою орієнтуються на роботу зі складними сигналами в реальному часі з урахуванням наявних перешкод. Підвищення вимог до точності й швидкодії при обробці нестационарних сигналів (а таких в електроенергетиці більшість) створюють серйозні труднощі для застосування ДПФ.

Серед проблем, що виникають при використанні ДПФ для обробки складних сигналів, виділимо наступні:

- базисною функцією для розкладання в ряд Фур'є є гармонійне (синусоїдальне) коливання, що математично визначене в інтервалі часу від $-\infty$ до ∞ й має незмінні в часі параметри;

- у результаті окремі особливості сигналу (наприклад, розриви або піки) викликають незначну зміну частотного образу сигналу у

всьому інтервалі частот від $-\infty$ до ∞ , які "розмазуються" по частотній осі, що робить їхнє виявлення по спектру практично неможливим;

- по складу вищих складових спектра практично неможливо оцінити місце розташування особливостей на часовій залежності сигналу і їхній характер.

Проблеми гармонійного аналізу сигналів, обмежених у часі й нестационарних сигналів, частково вирішуються переходом до короткочасного або віконного перетворення Фур'є (ВДПФ) [2,3]. Ідея віконного перетворення полягає в сегментуванні сигналу на фрагменти (вікна), у межах яких його можна вважати стаціонарним, із застосуванням дискретного перетворення Фур'є для цих фрагментів. У цьому випадку з метою зменшення впливу кінцевої довжини ділянок на якість одержуваних спектральних оцінок кожний фрагмент сигналу множиться на вісову (віконну) функцію $W(t, \tau)$, що повинна спадати до країв сегмента (τ - параметр, що задає зміщення вікна на часовій осі).

Віконне перетворення Фур'є не дозволяє міняти ширину вікна в процесі перетворення - віконна функція фіксована протягом усього перетворення.

На практиці віконна функція звичайно застосовується з перекриттям у часовій області з наступним усередненням результатів ВДПФ.

Множення сигналу на вагову функцію відповідає згортці спектрів сигналу й вагової функції. Це приводить до того, що піки, що є в спектрі сигналу, розширюються. Однак при цьому стає можливо зменшити рівень бічних пелюстків спектральної функції. Платою за це є розширення центрального пелюстка частотної характеристики.

Для проведення гармонійного аналізу сигналів за допомогою ВДПФ в електричних мережах у режимі реального часу авторами розроблено алгоритм програми, орієнтованої на виявлення частот у заданому діапазоні без твердої лімітації на кількість відрхунків.

Аналіз використання цього алгоритму показав, що шляхом підбору типу віконної функції й ширини вікна можна одержати хороше розв'язання за часом, але погане по частоті (рисунок 1а), або хороше розв'язання по частоті, але погане за часом (рисунок 1б).

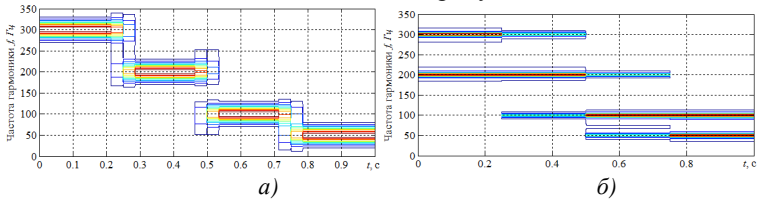


Рисунок 1 - Порівняння здатності розв'язання ВДПФ по частоті й часу

У той же час у системах електропостачання необхідно контролювати гармоніки в діапазоні 50-2000 Гц. Оскільки віконне перетворення оперує з вікнами, що мають однакову ширину, протиріччя розв'язання відповідно до принципу Гейзенберга для цього методу нерозв'язно.

Тому доцільно провести дослідження можливості застосування для аналізу таких сигналів напрямку у гармонійному аналізі, що з'явився зовсім недавно - методів вейвлет-аналізу, які орієнтовані на аналіз нестационарних процесів у частотно-часовому просторі [2,3].

Основна концепція побудови вейвлет-методів складається в представленні сигналу у вигляді сукупності зміщень і стисків деякої функції - вейвлета. Вейвлет-функція локалізована в часі й частоті, що забезпечує вейвлет-перетворення властивістю виявляти локальні короткочасні особливості сигналу. Саме за рахунок зміни масштабів вейвлети здатні виявити розходження в характеристиках на різних шкалах, а шляхом зміщення проаналізувати властивості сигналу в різних точках на всьому досліджуваному інтервалі.

При контролі якості електроенергії на базі вейвлет-методів актуальним є реалізація завдань математичного моделювання таких об'єктів. В якості програмного забезпечення цього доцільно використання засобів програми Matlab (Matrix Laboratory) компанії *The MathWorks*.

Література

1. Висяшев А.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах: Учеб. для вузов по направлению 650900 «Электроэнергетика». – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. - 693 с.
2. Айфичер Э., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 992 с.
3. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. - 656 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ ПОБУДОВИ ВЕКТОРНИХ 3-фазних ДІАГРАМ НАПРУГ і СТРУМІВ в середовище MS EXCEL

Д. В. Бородін, ст. викладач каф. ЕМ, О. О. Швець, студент групи МЕСЕ2010-1

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Багато цифрових засобів вимірювальної техніки мають можливість зберігати результати вимірювань діючих значень напруг, струмів

і фазних зсувів в формі таблиць, але лише дякі з них мають відповідне програмне забезпечення для наочної графічної візуалізації цих результатів.

Завдання роботи полягає в розробці програми на мові Visual Basic, що в середовище MS Excel на базі початкових результатів вимірювань буде класичну фазову діаграму напруг і струмів з урахуванням додаткових вимог:

- біля кінців векторів напруг і струмів відображаються їхні діючі значення;
- на векторну діаграму фазних напруг накладається полярна координатна сітка;
- на векторну діаграму фазних струмів накладається власна координатна сітка аналогічного типу;
- розраховуються та відображаються в лівому верхньому куті діаграми коефіцієнти несиметрії напруг;
- діаграма будується покроково з затримкою, що регулюється.

$Ku2 = 4.88 \%$
 $Ku0 = 44.74 \%$

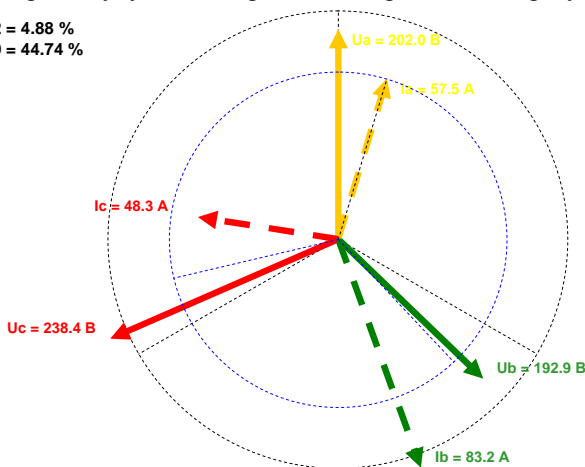


Рисунок 1. Приклад векторної діаграми

Розроблена програма може бути використана для аналізу якості електричної енергії в мережах 0,4 кВ, для використання в навчальному процесі, для залучення абітурієнтів.

Перелік використаних джерел:

1. Д.В. Бородин, О.Г. Гриб и др. Анализ качества электрической энергии в сетях общего пользования 0,4 кВ. — Світлотехніка та електроенергетика, 03. 2007 р., №1, с. 53.
2. Слепцова Л.Д. Программирование на VBA. Самоучитель. – М.: Изд.дом «Вильямс», 2004. – 384 с. : ил.

СИМЕТРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

В. М. Гаряжа, доцент, В. О. Грініна, інженер, Є. О. Грінін, магістрант

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

Email: viktoriagrini@gmail.com

Розвиток електрифікації в сучасних умовах, характеризується збільшенням потужностей навантажень, розвитком електротехнології й автоматизації технологічних процесів, а також підвищенням ступеня використання електричного устаткування.

Ефективність використання електричної енергії визначається в основному створенням таких умов її споживання, за яких забезпечується необхідна якість електричної енергії (ЯЕЕ) і мінімум непродуктивних втрат. ЯЕЕ на місці виробництва не гарантує її якості на місці споживання. Актуальність питання поліпшення якості й зменшення втрат електричної енергії особливо зростає в умовах об'єктивно несиметричної роботи споживачів в комунальних розподільних мережах напругою 0,38 кВ.

Низька якість електричної енергії впливає, як на робочі, так і на техніко-економічні характеристики елементів мережі й електроприймачів, виникає ряд негативних електромагнітних явищ у мережах, збільшуються додаткові втрати електричної енергії, зумовлені несиметрією струмів.

Численні дослідження, присвячені аналізу режимів роботи мереж низької напруги показали, що несиметрія струмів зумовлена роботою комунально-побутового навантаження, основну частину якого становлять нерівномірно розподілені однофазні електроприймачі, що мають випадковий характер вмикання. При загальному розгляді мережі 0,38 кВ можна виділити такі несиметричні режими роботи:

1. Режими, що виникають при аварійних ситуаціях (коротке замикання, втрата фази).
2. Режими, викликані нерівномірним розподілом однофазних споживачів (систематична або випадкова несиметрія).
3. Режими, що виникають при випадковому характері вмикань і вимикань однофазних електроприймачів протягом часу доби (імовірна несиметрія).
4. Неповнофазні (двох- і однофазні) режими роботи розподільних мереж.

У низьковольтних мережах внаслідок несиметрії навантажень і нерівномірності графіка споживання значно збільшуються втрати потужності, погіршується якість електричної енергії у споживачів (в низьковольтних мережах розрахункова втрата електричної енергії повинна бути 2 – 3 % від переданої потужності, у дійсності вона становить 12 – 18 %). Внаслідок несиметрії напруг у мережі, сумарні додаткові втрати потужності у двигунах становлять 37,3 % від сумарних втрат у цих же машинах, якщо вони працюють при середньому навантаженні й номінальній напрузі. Несиметрія струмів приводить до зростання втрат потужності й енергії в мережах на 30 – 50 %, у порівнянні із симетричним режимом. Крім того, причиною низької якості електричної енергії в мережах 0,38 кВ є досить високий рівень реактивної потужності, яка пов'язана із застосуванням великої кількості асинхронних електродвигунів і відсутністю відповідних пристроїв компенсації.

Таким чином, рішення завдань енергозбереження й поліпшення якості електричної енергії в низьковольтних мережах 0,38 кВ тісно пов'язане з рішенням проблеми зниження несиметрії струмів у цих мережах. Тому актуальним і своєчасним є розгляд питань, пов'язаних з розробкою способів зниження несиметрії струмів і підготовкою практичних рекомендацій використання заходів щодо зменшення втрат електричної енергії.

На даний час використовують такі методи симетрування навантажень:

1. Природний шлях вирівнювання навантаження у всіх фазах за допомогою рівномірного розподілу струмових навантажень, найпростіший спосіб і найбільш реально нездійснений.

2. Підвищення перерізу проводів та значення потужності живильних трансформаторів.

3. Зменшення опору нульового проводу.

Всі ці способи не відрізняються ефективністю за рахунок того, що вимагають значної перевитрати і застосування дорогих матеріалів. При використанні цих способів вирівнювання напруги по фазах не вдається повною мірою через збільшення і нерівномірність завантаження фаз підключенням потужних однофазних струмоприймачів.

Ефективними способами симетрування є:

1. Перетворення і рекуперація електроенергії, виконувана за схемою 3-фазна мережа - 3-фазний електродвигун - 1-фазний генератор - пофазне навантаження. Спосіб не поширений через значну номінальну потужність і високу вартість обладнання, а також втрат електроенергії в мережах.

2. Циклічна комутація резистивного однофазного навантаження до фаз мережі за рахунок застосування твердотільних реле і радіаторів.

3. Фільтровий метод за рахунок відмінності параметрів працюючих електричних машин, що використовуються як фільтр, задіяних не на повну потужність. Недолік способу в чутливості двигуна до перекоосу навантаження і напруги і поява зростаючих мережевих втрат, нагріву обладнання, зменшення показників потужності, зниження експлуатаційних термінів роботи машини.

4. Компенсаційний метод заснований на рівномірному підключенні несиметричних навантажень фаза за рахунок використання симетрувальних трансформаторів в 4-провідних мережах.

Компенсаційний спосіб є найбільш ефективним та має ряд переваг:

- Високі енергетичні показники симетрування.
- Велике значення ККД.
- Низьку встановлену потужність.
- Здатність забезпечити симетрію високої точності за рахунок застосування стандартного устаткування.
- Простота пристрою, відносно невисока вартість.
- Разом вирівнюванням існує можливість поліпшення якості електроенергії.
- Збільшення коефіцієнта потужності електромережі.
- Регулювання напруги.
- Продавлення вищих гармонік.

Найбільш доцільно, на думку авторів, для поліпшення якості електроенергії використовувати симетрувальні трансформатори.

Такі трансформатори сприяють підвищенню ступеня надійності та тривалості безпечної експлуатації джерел живлення. Вони вирівнюють значення напруги на фазах мережі, сприяють енергозбереженню за рахунок збереження рівня напруги і симетрування фазного навантаження.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКУСТИЧНОГО КОМФОРТУ ПРАЦЮЮЧИХ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

¹*Я. О. Серіков, к.т.н.,* ²*Г. С. Долгополова, інженер служби охорони праці,*

³*Л. В. Аладишева, директор,* ³*О. Н. Журба, зав лабораторії*

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, 161002, Україна, Харків, вул. Революції, 12, ХНУМГ*

Email: yserikov@yandex.ru

²*Акціонерна компанія «Харківобленерго», Харків*

³*Науково-дослідний інститут профілактичної медицини, Харків, 1024, Україна, м. Харків, вул. Гуданова, 18*

В епоху урбанізації, внаслідок створення антропогенних систем, технологічні процеси в яких супроводжуються генеруванням підвищеного рівня шуму. У зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення на таких робочих місцях, в сельбищній зоні комфортного акустичного клімату. Аналіз показує, що в частковості, до таких систем, які функціонують в електроенергетичній галузі, відноситься трансформаторне обладнання. При чому, шум трансформаторного обладнання негативно впливає і на екологію, а в тому випадку, коли технологічні установки розташовані безпосередньо в житлових районах, - на здоров'я людини.

За результатами атестації робочих місць, що надані *Науково-дослідним інститутом профілактичної медицини (м. Харків)*, визначено, що в енергетичній галузі України більше, ніж на 30% постійних робочих місцях електротехнічного персоналу рівень шуму перевищує нормативні значення.

Еквівалентний рівень шуму у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати 80дБА. Згідно з даними, цей показник в ряді місць на виробництві знаходиться в діапазоні від 81 до 114 дБА, що свідчить про перевищення його допустимого значення на величину до 35 дБА. В результаті виходить, що електротехнічний персонал більше 50% робочої зміни знаходиться під впливом підвищеного рівня шуму, що негативно впливає на стан його здоров'я протягом усієї трудової діяльності.

Медичне обстеження осіб електротехнічного персоналу, які знають вплив підвищеного рівня шуму, виявило ряд відхилень у стані їх здоров'я, які не обмежуються зниження рівня слуху. З таких відхилень найбільш вираженими є підвищення артеріального тиску (при

рівнях звуку вище 85 дБА). При цьому, негативний вплив на нервову систему людини проявляється навіть при невеликих рівнях шуму (≥ 40 дБА). Працюючі в умовах тривалої дії шуму відчувають дратівливість, головні болі, запаморочення, підвищену стомлюваність, зниження пам'яті, апетиту, біль у вухах тощо. Все це веде до зниження працездатності людини, якості і безпеки праці.

Основними акустичними методами захисту від шуму є звукопоглинання, звукоізоляція і екранування шуму. Невід'ємним етапом при цьому є проведення акустичного розрахунку: - виявлення джерел шуму і визначення їх шумових характеристик; - вибір розрахункових точок у приміщеннях і на прилеглий території; - встановлення шляхів поширення шуму від джерел шуму до розрахункових точок; - оцінку очікуваних рівнів шуму у розрахункових точках; - визначення допустимих рівнів шуму в розрахункових точках; - визначення необхідного зниження рівня шуму.

Звукопоглинання. Звукопоглинальні матеріали знаходять застосування в більшості сучасних засобів захисту від шуму. Вони входять до складу всіх відомих засобів для безпосереднього поглинання звуку акустичним облицюванням конструкцій, стін, стелі приміщень.

Звукоізоляція. Одним із ефективних напрямків забезпечення звукоізоляції приміщень, де працюють електроенергетичні установки, є улаштування підвісних стель, звукоізоляція технологічного обладнання. Найбільший ефект шумоізоляції досягається при установці трансформаторів, як одного з найбільш потужних джерел підвищеного рівня шуму, в окремих приміщеннях.

Шумозахисні екрани. Конструктивно шумозахисні екрани являють собою акустичні панелі, які поглинають або відбивають звукові коливання. На даний час розроблені екрани, застосовувані всередині приміщень. Ефективність екрану залежить від його конструктивних особливостей, спектральних характеристик шуму, акустичних характеристик середовища.

Комплексна оцінка рівня організації умов праці, в розглядуваному випадку за фактором шуму, визначення його рівня, що впливає на працюючих, виконується під час проведення атестації робочих місць працюючих за умовам праці. Атестація робочих місць за умовами праці фактично є інструментом у встановленні об'єктивних показників умов праці на робочому місці кожного працюючого. Результати атестації є базою для розроблення плану комплексних заходів з поліпшення стану охорони, безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, головною метою якого є усунення на робочих місцях небезпечних і шкідливих виробничих факторів або максимальне зниження їх негатив-

вної дії на працівників. Дослідження показують, що реалізація результатів атестації, впровадження заходів з поліпшення умов праці, надання працівникам пільг і компенсацій за роботу у важких чи шкідливих умовах праці дозволяє на 3-5 років уповільнити виникнення професійного захворювання.

Організаційно-технічні заходи, призначені для забезпечення акустичного комфорту працюючих включають такі основні позиції: - створення карт шуму виробничих приміщень та території підприємства з розміщенням на них електроенергетичного обладнання; - розроблення плану та реалізація організаційних заходів і технічних засобів захисту працівників від підвищеного рівня шуму; - проведення періодичного контролю рівня шуму на визначених робочих місцях; - хронометраж перебування працівників на визначених робочих місцях протягом робочої зміни; - проведення періодичних медичних оглядів працівників.

Отже, атестація робочих місць є ефективним офіційним інструментом для розроблення та впровадження заходів і засобів з метою зниження шкідливого та небезпечного впливу на здоров'я працюючих підвищеного рівня шуму електроенергетичного обладнання.

Література

1. Korzeniowski L.F. Serikov Y.A. Europejski wymiar securitologii. Kraków : EAS, 2011. – 244 s.
2. Сериков Я. А. Коженевски Л. Ф. Безопасность жизнедеятельности – секьюритология. Проблемы. Задачи. Пути решения. Монография. Харьков – Краков, 2012. Ч. 1 – 172 с. Ч. 2 – 346 с.
3. Сериков Я.А., Стрижак С.В. К методике оценки и снижения уровня профессиональной заболеваемости // Тезисы докладов 4-й Всероссийской научно-практической конференции «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности», СПб : 1999, т. 3. С. 236 – 238.
4. Суворов Г.А., Лебедева Н.В., Кропиво С.Г. Профессиональная заболеваемость, обусловленная действием вибрации и шума, в ведущих отраслях промышленности и основные задачи ее профилактики // Гигиена труда и профессиональные заболевания. М. : 1991. № 1. – С. 1-5.
5. Тупов В. Б. Снижение шума от энергетического оборудования: учебное пособие для вузов / В. Б. Тупов. – М. : МЭИ, 2005. – 232 с.
6. Строганов Ю. Снижение шума и вибрации трансформаторов и реакторов в эксплуатации // Электрооборудование : эксплуатация и ремонт. – 2008. – № 10. – С. 9–20.
7. Серіков Я. О., Долгополова Г.С. Стан охорони та безпеки праці в акціонерній компанії «Харківобленерго» / Матер. Міжнар. наук.-техн. конф. Енергоефективна техніка та технології в житлово-комунальному господарстві. // Н-техн. зб. Комунальне господарство міст. – Х. : 2015. С. 152–154.
8. Сериков Я.А., Тюрин К.П. Исследование и анализ причин возникновения производственного травматизма на предприятиях электроэнергетики Украины / Материалы IX Междунар. научно-практ. конф. «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах Кемерово», 2011, с. 125 – 130.
9. Серіков Я.О., Українцева К.Л., Семенов В.Т., І.В.Іщенко Розробка стратегії визначення і прогнозування економічної ефективності заходів з охорони праці на підпри-

РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕВІРКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРА ІЗ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЮ НАМОТКОЮ ОБМОТОК

І. Т. Карпалюк, к.т.н., А. В. Дорохов, к.т.н., А. О. Карюк, асистент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м Харків, вул. Революції 52
Email: humpway@gmail.com*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. В останній час в мережі Інтернет з'явилося багато публікацій на тему використання ефектів, що виникають в трансформаторах напруги які намотані нетрадиційним способом [1, 2].

Більшість авторів звертають увагу на можливість існування магнітно-електричних ефектів в трансформаторах при перпендикулярній намотці котушок. Ці ефекти описуються як імпульси, короткі за часом (значно менші за період струму джерела) і значні по амплітуді струму.

Відносно класичних представлень Фарадея і дослідями Столетова по вимірюванню магнітного потоку [3] відомо, що магнітний потік пропорційний площі проекції рамки, в якій наводиться ЕРС.

Щоб перевірити інтернет публікації, була зібрана лабораторна установка на якій і проводилися експерименти по з'ясуванню, чи спростуванню ефектів трансформаторів із перпендикулярно намотаними котушками.

Мета дослідження. Дослідити трансформатори із перпендикулярно намотаними котушками на предмет виявлення електромагнітних ефектів.

Основні матеріали досліджень. Було зібрано три трансформатори із перпендикулярно намотаними котушками.

Трансформатор №1. Трансформатор намотано на феритовому осерді з магнітною проникливістю 2000Н. Розміри $D_{\text{зовн}} = 46$ мм, $D_{\text{внутр}} = 28$ мм, Висота = 15 мм.

На ізольоване осердя намотувалися дві обмотки: перша обмотка вздовж кола осердя 45 витків, друга радіально до осердя (традиційна намотка) 135 витків. Намотка виконана мідним дротом в лаковій ізоляції діаметром 0,5 мм.

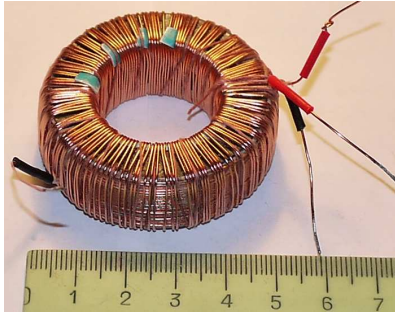


Рисунок 1. - Трансформатор перпендикулярних обмоток №1. Чорні виводи обмотки повздожньої намотки (нетрадиційної), червоні – поперечної намотки витків на магнітопровід (традиційна намотка)

Для зображення в схемах прийняли наступний рисунок принципової схеми перпендикулярного трансформатора такої збірки (Рисунок 2).

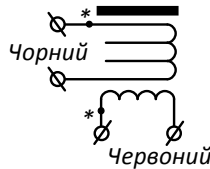


Рисунок 2. – Зображення схеми принципової трансформатора №1 перпендикулярної намотки

Визначення коефіцієнта трансформації проводили за наступними схемами:

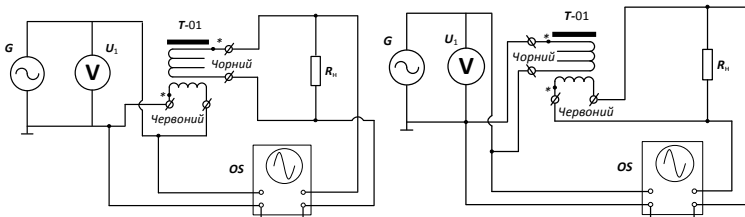


Рисунок 3. - Схема електрична принципова для визначення коефіцієнта трансформації трансформатора №1 варіант А (зліва) варіант В (справа)

Результат визначення коефіцієнтів трансформації для трансформатора №1 представлено на рисунках:

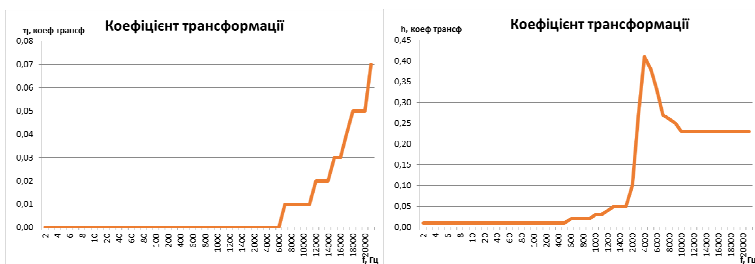


Рисунок 4. – Коефіцієнт трансформації трансформатора №1 за схемою А (зліва), за схемою В (справа)

Трансформатор №2. Експериментальний трансформатор було зібрано на тороїдальному паперовому каркасі.

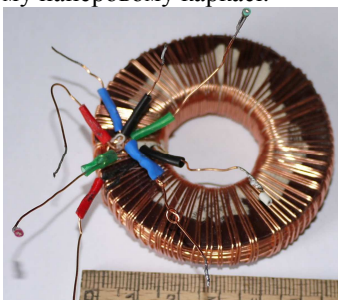


Рисунок 5. - Трансформатор перпендикулярних обмоток №2 без осердя. Зелени виводи обмотки породільної намотки (нетрадиційної), червоні – поперечної намотки витків (традиційна намотка)

Для зображення в схемах прийняли наступний рисунок принципової схеми перпендикулярного трансформатора такої збірки (Рисунок 6).

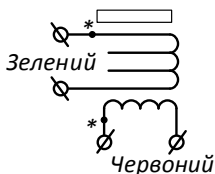


Рисунок 6. – Зображення схеми принципової трансформатора №2 перпендикулярної намотки без осердя

Визначення коефіцієнта трансформації поводили за схемами Рисунок 3.

Результат визначення коефіцієнтів трансформації для трансформатора №2 представлено на рисунках:

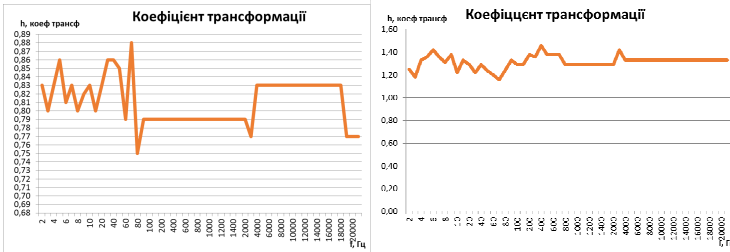


Рисунок 7. – Коефіцієнт трансформації трансформатора №2 за схемою А (зліва), за схемою В (справа)

Трансформатор №3. Експериментальний трансформатор було зібрано на металевому осерді з пластин трансформаторного заліза товщиною 0,6 мм розмірами 46x46 мм, висота пакета 17,5 мм.

На ізольоване осердя намотувалися обмотки перпендикулярно одна до однієї. Намотка була виконана таким чином, щоб жодна обмотка не мала переваг. Перший виток обмотки А накладався на перший виток обмотки Б, а другий виток обмотки Б накривав перший виток обмотки А (Рисунок 8). Намотка взаємне перекриття (косичка).

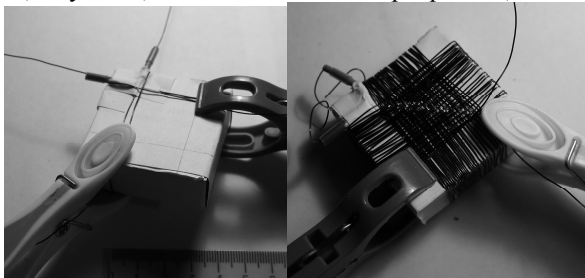


Рисунок 8. – Закріплені початки обмоток червона і синя (зліва). Перший шар витків обмоток завершено (справа)

Розрахунок обмоток проводили по існуючим методикам [4].

Кількість витків в обмотках по 50 вит., мідним дротом діаметром 0,28 мм в лаковій ізоляції.

Для зображення в схемах прийняли наступний рисунок принципової схеми перпендикулярного трансформатора такої збірки (Рисунок 9).

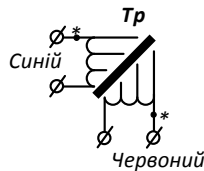


Рисунок 9. – Зображення схеми принципової трансформатора

перпендикулярної намотки

Коефіцієнт трансформації визначали за наступними схемами (Рисунок 10). Щоб виявити несиметричність дії такого трансформатора проводили заміри і у зворотному напрямку.

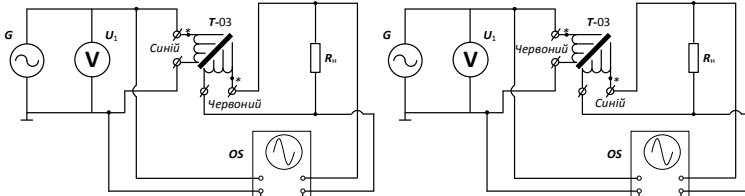


Рисунок 10. – Схема електрична принципова для визначення коефіцієнта трансформації трансформатора №3 варіант А (зліва) варіант В (справа)

Результати вимірювань показали, що коефіцієнт трансформації такого трансформатора не піднявся вище 0,07 на частотах до 20000 Гц.

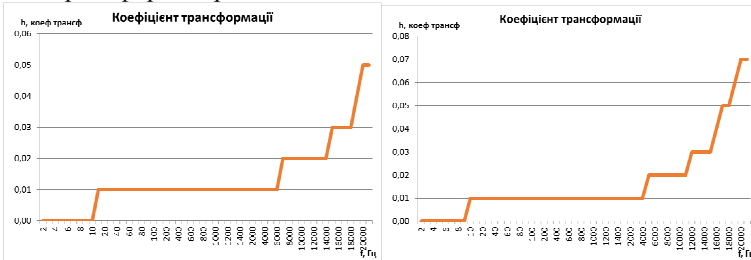


Рисунок 11. – Коефіцієнт трансформації в залежності від частоти. За схемою А (зліва), за схемою В (справа)

Висновки. Трансформатори напруги із перпендикулярною намоткою обмоток на металевому сердечнику, не мають придатного коефіцієнта трансформації на частотах від 10 до 20000 Гц., але трансформатор із перпендикулярною намоткою без сердечника показав придатні значення коефіцієнта трансформації. З’ясувалося, що параметри таких трансформаторів залежать від виконання. Наприклад, трансформатор на прямокутному сердечнику не представляє інтересу, в той же час тороїдальне виконання трансформатора показало такі значення параметрів, що дослідження із такими трансформаторами є сенс продовжити.

Список джерел:

1. Free Energy Device - 1 Watt Akula TPU Dismantling - no hidden batteries <https://www.youtube.com/watch?v=2cqk7fijGG8&list=PLRYhzUMB2BKiy62NfrHAQIOuI0HVygzf>
2. Flux and Frequencies <https://www.youtube.com/watch?v=1gpJrxGwwvo&index=6&list=PL40782423442E34F5>
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. — М.: Наука, 1978. — С. 190.

4. Расчет силового трансформатора <http://radiocon-net.narod.ru/page10.htm>

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В. Н. Охрименко, к.т.н., доцент.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. М. Бекетова, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
E-mail: slava003@mail.ru*

Проектирование систем электроснабжения осуществляется на основании стандартов, нормативных и инструктивных документов различного характера и назначения. Становление нормативной базы происходило в течение многих десятилетий в рамках интеграционных процессов европейского и международного характера. В настоящее время решение задач проектирования систем электроснабжения сопряжено с рядом сложностей, обусловленных слабой структурированностью, а иногда и отсутствием соответствующей нормативной проектной документации. Некоторые национальные стандарты в Украине находятся в стадии разработки, и проектировщики пользуются российскими и международными стандартами.

Вопросам проектирования систем электроснабжения также уделяется много внимания и при подготовке инженеров-электриков. Они находят отражение в ряде дисциплин учебных планов. В частности, на кафедре "Электроснабжение городов" ХНУГХ им. А. Н. Бекетова при изучении курсов "Электрические системы и сети", "Электроснабжение городов и промышленных предприятий", "Проектирование систем электроснабжения".

Важным фактором эффективного выполнения проектов электроснабжения, освоения начинающими инженерами-проектировщиками, вчерашними выпускниками вузов, технологии процесса проектирования является наличие модели проектной деятельности, которая бы отображала все механизмы и принципы взаимосвязи разных задач в рамках проектирования систем электроснабжения.

Объектом данного исследования является проектирование систем электроснабжения, а **предметом исследования** – процесс проектирования систем электроснабжения, в частности взаимосвязи составляющих (задача) процесса проектирования и механизмы их реализации (решения) в ходе разработки проекта системы электроснабжения.

Цель исследования – разработка модели процесса проектирования системы электроснабжения. Такие модели выступают инструментарием создания и модернизации компьютерных систем поддержки

принятия проектных решений, а также эффективным средством повышения наглядности изучения самого процесса проектирования.

Для реализации поставленной задачи использована методология системного анализа, которая позволяет рассматривать *процесс* проектирования как *систему*. В терминах теории систем мы рассматриваем систему как комплекс взаимосвязанных составляющих (подсистем и элементов), которые выполняют определенную функцию. А совокупность функций каждого элемента и подсистемы обеспечивает реализацию основной функции системы, или другими словами, реализацию цели деятельности системы.

В нашем случае *функция* – это задача разработки проекта системы электроснабжения (развития системы электроснабжения): предприятия, промышленного района, микрорайона города и т.д.

Таким образом, объект исследования система, определенная как "процесс проектирования электроснабжения" (ППЭ). Рассматривая *процесс проектирования* как *систему* в нем необходимо выделить состав, закономерности иерархии и взаимосвязи между составляющими системы, а также связи с "внешней средой" ППЭ. Факторами "внешней среды" в нашем случае будут, в первую очередь, требования технического задания на разработку системы электроснабжения. А составляющими системы ППЭ – задачи, подзадачи, вопросы и конкретные расчеты, которые нужно выполнить и решить в процессе проектирования.

Исходя из вышесказанного, **процесс проектирования электроснабжения** определен как система, представляющая собой целостную совокупность определенного множества взаимодействующих частей (рассмотрение внутри системы ППЭ) и одновременно как составляющая более общей системы (процесса проектирования вообще, процесса создания нового).

При разработке модели ППЭ во внимание принимались структурный и функциональный аспекты исследования. Структурный аспект предполагает решение двух взаимосвязанных задач: выявление состава (подсистем и элементов) и определение связей между составляющими системы. Функциональный аспект исследования системы также предполагает решение двух задач: изучение внутреннего функционирования, механизма взаимодействия компонентов системы и анализ внешнего функционирования – взаимодействия системы с внешней средой.

С учетом вышесказанного мы можем определить **проектирование системы электроснабжения** как процесс, который реализуется в некоторой последовательности изменения стадий выполнения проекта и включает совокупность действий, направленных на реализацию ис-

полнителями проекта требований технического задания на проектирование.

Для практической реализации задачи разработки моделей ППЭ предлагается использовать инструментальные средства функционального моделирования деловых процессов, ориентированные на методологию семейства IDEF [1]. Сегодня в семейство методик функционального, моделирования и проектирования входит четырнадцать IDEF-методологий [2]. Некоторые из них стандартизированы в США, России и странах Западной Европы. Стандарты IDEF позволяют эффективно создавать и анализировать модели функционирования сложных систем различного назначения.

Важной особенностью методологии функционального моделирования является наглядность моделей исследуемых систем. На первом этапе исследования систему представляют как функциональный блок (модель типа "черный ящик"), который в дальнейшем подлежит декомпозиции. В процессе декомпозиции функциональный блок, отображающий в контекстной диаграмме систему как единое целое, подлежит детализации на диаграмме следующего уровня (применение принципа иерархической упорядоченности). Полученная диаграмма второго уровня (дочерняя диаграмма) содержит функциональные блоки, которые отображают главные подфункции функционального блока контекстной диаграммы. Каждую из подфункций дочерней диаграммы можно детализировать путем дальнейшей декомпозиции соответствующего функционального блока.

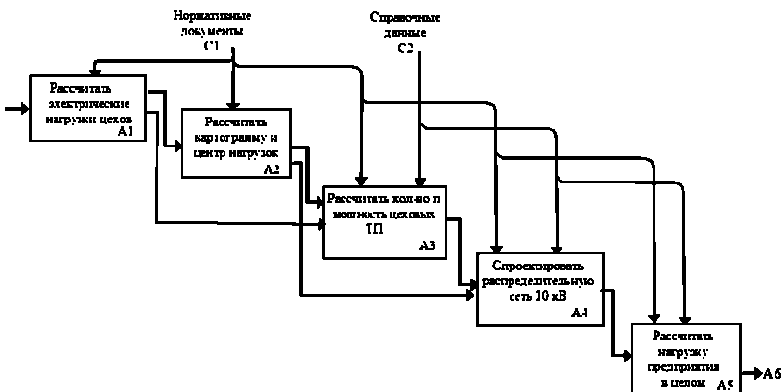


Рисунок – Фрагмент IDEF диаграммы второго уровня процесса проектирования электроснабжения промышленного предприятия

На рисунку приведено приклад фрагмента контекстної діаграми другого рівня для моделі ППЭ промислового підприємства. Складаючі діаграми другого рівня проектування системи зовнішнього електропостачання, розрахунок струмів короткого замикання і т.д., в силу обмеженого місця не показані. Модель містить базу нормативних (С1) і справочних (С2) даних. На діаграмах третього і наступних рівнів розкрито зміст, взаємозв'язки і алгоритми рішення кожної конкретної задачі проектування.

Наявність програмних продуктів, наприклад редактора Dia [3], що забезпечують моделювання бізнес-процесів за методологією родини IDEF, дозволяють розробляти моделі процесу проектування систем електропостачання і використовувати їх на практиці проектних організацій. Застосування запропонованого підходу до розробки моделей ППЭ в навчальному процесі кафедри "Електропостачання міст" ХНУГХ дозволяє підвищити наочність матеріалу, що викладається, дисципліни і ефективність засвоєння студентами вивчаємого матеріалу.

Література:

1. РД IDEF0 – 2000. Методологія функціонального моделювання. Керівний документ. Госстандарт Росії [Електронний ресурс] / М. : ИПК Изд-во стандартів, 2000. -75 с. – Режим доступу: <http://www.nsu.ru/smk/sdef.pdf/>.
2. Сайт «Вікіпедія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/IDEF>.
3. Сайт компанії Dia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://projects.gnome.org/dia/>

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РІШЕННЯ ЗАВДАЧІ БАЛАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

П. П. Рожков, к.т.н.

В. Є. Щербина, магістрант

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

Email rozhkov-PP@mail.ru

У сучасних умовах робота електроенергетичної системи (ЕЕС) України піддається серйозним впливам, які пов'язані із втратою потужностей, що генерують, раптовим падінням навантаження й порушеннями цілісності мережі. Тому, збереження високого рівня надійності функціонування ЕЕС є актуальним завданням.

Надійність ЕЕС, у загальному випадку (як єдиного об'єкта функціонування), визначають їх основні структурні підсистеми (генерувальна частина й системотвірна мережа), а також система керування режимами й система ресурсного забезпечення [1]. Тому єдине завдання аналізу надійності ЕЕС розділяють на наступні основні напрямки:

- аналіз балансової надійності електроенергосистем та електроенергооб'єднань;
- аналіз режимної надійності системотвірної мережі;
- аналіз перехідної надійності ЕЕС;
- аналіз надійності ресурсного забезпечення ЕЕС.

Під балансовою надійністю ЕЕС розуміють здатність забезпечувати сукупний попит на електричну енергію й потужність споживачів у межах заданих значень й обмежень на поставку енергоресурсу з обліком запланованих, і обгрунтовано очікуваних незапланованих перерв у роботі його елементів експлуатаційних обмежень.

Математичний апарат теорії балансової надійності ЕЕС ґрунтується на математичних методах і процедурах загальної теорії надійності технічних систем, структурної й режимної надійності ЕЕС.

Розрахунки показників балансової надійності виконуються як при плануванні, так і при експлуатації ЕЕС із метою визначення й розподілу резервів активної потужності, обґрунтування уведення установок, що генерують, і міжсистемних зв'язків, планування капітальних ремонтів основного встаткування, формування тарифів на електроенергію й потужність.

У математичному аспекті основним завданням балансової надійності є визначення імовірнісних характеристик (функції розподілу, частоти, математичного очікування, дисперсії й ін.) дефіциту потужності й енергії окремих систем, що працюють у складі об'єднання з міжсистемними зв'язками обмеженої пропускної здатності. На підставі отриманих функцій розподілу можна обчислити очікуваний збиток від недовідпустки електроенергії споживачеві, а, отже, і вирішити завдання, наприклад, про ефективність інвестицій на розвиток ЕЕС.

У складі основного завдання можна виділити два напрямки - аналіз балансу потужності й балансу енергії.

Одним з головних факторів у завданні балансової надійності є обмежена пропускна здатність міжсистемних зв'язків. Залежно від того, урахується або не враховується даний фактор, використовується той або інший математичний апарат, а загальне завдання конкретизується як балансова надійність концентрованої ЕЕС або балансова надійність ЕЕС зі слабкими зв'язками.

При формулюванні завдання балансової надійності, як правило, вважаються заданими [2]:

- топологія ЕЕС;
- склад генерації й характеристики навантаження у вузлах ЕЕС;
- склад й імовірнісні характеристики пропускну здатності міжсистемних зв'язків;
- графіки капітальних ремонтів основного встаткування ЕЕС;
- план введення в експлуатацію нового й виводу з експлуатації існуючого встаткування;
- технічні характеристики складених елементів ЕЕС.

Для ідентифікації состава працюючих агрегатів при рішенні завдань балансової надійності попередньо повинна бути вирішена проблема оптимального планування капітальних і середніх ремонтів основного встаткування ЕЕС. Тут можливі два підходи: состав агрегатів, виведених у капітальний ремонт, визначається в рамках єдиної розрахункової процедури оптимізації планових й аварійних резервів в ЕЕС і, по-друге, планування капітальних ремонтів у вигляді окремого етапу, що передує розрахункам показників балансової надійності.

Система генерації окремої ЕЕС представляється у вигляді груп однотипних агрегатів з біноміальним законом розподілу ймовірностей їхніх станів, з наступним їхнім об'єднанням у вигляді імовірнісного ряду. Часто використовується апроксимація імовірнісного ряду деяким безперервним розподілом (нормальне, гама й ін.).

Пропускні здатності міжсистемних зв'язків звичайно представляється своїми імовірнісними рядами. Тут апроксимація функції розподілу безперервним розподілом небажаний, оскільки число станів зв'язку, як правило, невелике (при одній лінії - це два стани: включений, відключена).

Література:

1. Журахівський А.В., Кінаш Б.М., Пастух О.Р. Надійність електричних систем і мереж: Навчальний посібник. – Львів: Вид. Львівської політехніки, 2012, - 280 стр.
2. Обоскалов В.П. Надежность обеспечения баланса мощности электроэнергетических систем: Монография. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет – УПИ, 2002, - 210 стр.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЛІНІЙНОЇ МАШИНИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ

¹*П. П. Рожков, к.т.н. ²С. П. Рожков, аспірант*

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*

²*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Email rozhkov-PP@mail.ru*

Розглянемо трьохфазну багатосекційну циліндричну лінійну машину (ЦЛМ) з комбінованою обмоткою, у якій співвідношення пар полюсів до пазів на одну секцію складає чотири до трьох, та кількість елементарних магнітних секцій складає 7.

Замінімо кільцеві магніти збіркою з шести прямокутних магнітів, що для попередніх розрахунків дозволяє використовувати циліндричну модель [1], [2]. Виходячи з цього вся машина була орієнтована на шестигранну конструкцію. Виходячи з потребуємих габаритів, обрано розміри магнітів, які утворюють магнітну збірку Халбаха, а також геометричні параметри пазів та зубців ЦЛМ. Співвідношення геометричних розмірів зубців до пазів обмоткової частини ЦЛМ дорівнює 0,6...0,7. Співвідношення геометричних розмірів аксіально намагнічених магнітів до радіально намагнічених у магнітній збірці Халбаха для ЦЛМ дорівнює 0,65...0,68. Конструктивні параметри обмоткової та магнітної частин ЦЛМ надано у табл. 1.

У моделі було використано характеристики магнітів виробництва НПО «Полус-Н» з рідкоземельних елементів NdFeB з залишковою намагніченістю $B_r = 1,25$ (Тл) та коерцитивною силою $H_c = 880$ (кА/м).

Проведемо моделювання розподілу магнітних полів квазіХалбах магнітної збірки у пакеті FEMM. За допомогою моделі було визначено амплітуду магнітної індукції В (рисунок 1).

Таблиця 1 – Конструктивні параметри ЦЛМ

Назва параметру	Позначення	Значення
Довжина робочої частини штоку	L_a	336 мм
Вписаний діаметр шестигранного штоку	d_1	17 мм
Вписаний зовнішній діаметр шестигранного зубу	d_2	26 мм
Висота зубу по вписаній окружності	h_t	4,5 мм
Товщина зубу	s_t	3,8 мм
Висота кондуктивного кільця	h_c	5,5 мм
Товщина шини кондуктивного кільця	s_c	0,3 мм
Діаметр проводу фазної обмотки	d_f	0,25 мм
Довжина магнітної частини	L_M	196 мм
Довжина магнітного полюсу	L_M	8,6 мм
Ширина магнітного полюсу	b_M	7 мм
Глибина магнітного полюсу	s_M	15 мм
Робочій зазор	σ	1 мм

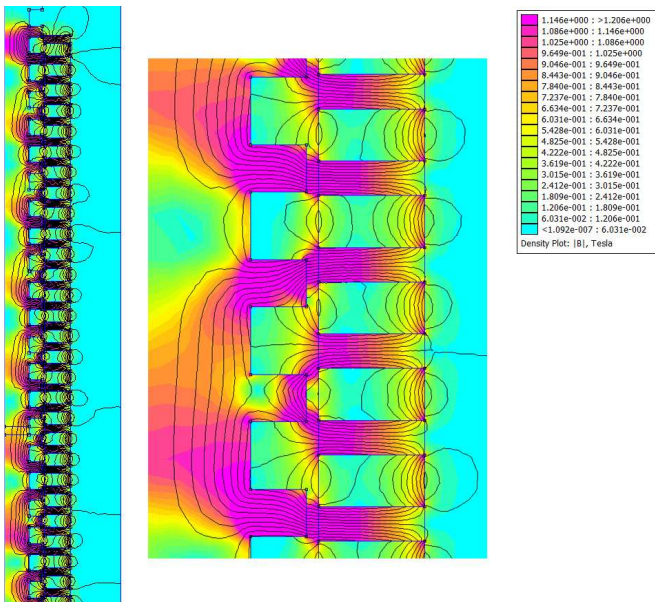


Рисунок 1 – Розподіл магнітних полів ЦЛМ

Моделювання дозволило розрахувати силу на штоці ЦЛМ та побудувати робочі характеристики.

Література:

1. Koen J. Meessen. Halbach permant magnet shape selection for slotless tubular actuators: IEEE transactions on magnetics / Koen J. Meessen, Bart L. J. Gysen, Johannes J. H. Paulides, and Elena A. Lomonova // Industry Applications, IEEE transactions on. Vol. 44. – 2008 – pp. 4305 – 4308.
2. Koen J. Meessen. Three-Dimensional Magnetic field modeling of a cylindrical halbach array / Koen J. Meessen, Bart L. J. Gysen, Johannes J. H. Paulides, and Elena A. Lomonova // Industry Applications, IEEE transactions on. Vol.46 – 2010 – pp. 1733 – 1736.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

С. А. Приведений, інженер, Інститут «Укрсіленьергопроект», м. Полтава

В. Ф. Рой, д.т.н., Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, 61002, Україн, м. Харків, вул. Революції, 12

Розвиток сучасних технологій, що почав активно розвиватись з кінця ХХ століття, призвів до зменшення електроспоживання у промисловості і зростання її в комунально-побутовому секторі. До того ж ряд економічних криз, який призвів до розвалу промислових гігантів і розбалансування існуючої енергетичної системи країни прискорив цей процес. До усіх, вище названих факторів, які впливають також на якість електроенергії і, як наслідок, правильність розрахунків за неї - є будівництво заміських котеджів, розширення існуючих будинків в кварталах з одноповерховою забудівлею та велика кількість малих приватних підприємств, які розміщуються хаотично (дуже часто в житлових кварталах), що висунуло проблему ефективного обліку та управління споживання електроенергією. За останні 10 років електропостачальними компаніями були впроваджені різні типи автоматизованих систем обліку електроенергії (АСОЕ), які побудовані по ієрархічному принципу. Це означає, що система обліку розділяється на ряд підсистем, які знаходяться на різних рівнях підпорядкування. Система вищого рівня, орієнтується на загальні показники обліку електроенергії, видає данні по споживанню окремих локальних об'єктів, а також видає команди по управлінню (відключення, включення, обмеження потужності і ін.) цих об'єктів. Локальні підсистеми обліку електроенергії виконують функції безпосереднього обліку та управління споживанням електроенергії. Являючись нижнім ієрархічним рівнем АСОЕ, локальні підсистеми виконують також функції вимірювання парамет-

рів мережі, обліку електроенергії, управління (відключення та включення абонента) електроенергією.

Але не завжди дані системи показують реальну величину спожитої електроенергії. Основними причинами отримання некоректних даних за спожиту електроенергію є її якісні показники на які впливають такі фактори, як: хаотична забудова житлового сектору, несиметричне і нестабільне навантаження споживачів електроенергії та ін. фактори [1]. Причинами некоректності даних обліку, а отже і платежів за спожиту електроенергію, є відсутність попереднього моделювання майбутнього споживання та втрат електроенергії.

Проводячи моделювання для розробки математичних моделей систем обліку, зазвичай використовують три основні методи: аналітичний, експериментальний, та комбінований. Виходячи з того, що система АСОЕ, яка розглядається нами, частково знаходиться (більша її частина) на території приватного споживача електроенергії і має велику розгалуженість (довжина лінії від трансформаторної підстанції в сільській місцевості може сягати 1,5 км та мати до 80 абонентів) та можливість отримання даних з існуючих приладів обліку, для побудови математичної моделі АСОЕ доцільно використовувати комбінований метод. Основним компонентом системи АСОЕ є лічильник електроенергії (ЛЕ) найпростіший з яких – індукційний. Індукційний лічильник можливо описати у вигляді двох індукційних котушок, увімкнених в електричну мережу паралельно і послідовно (рисунок 1).

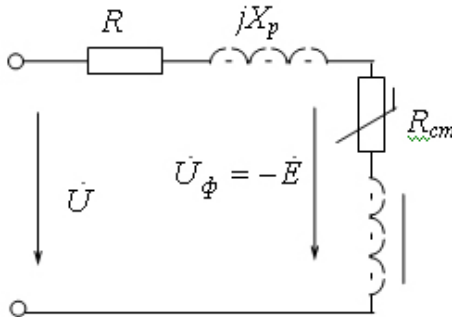


Рисунок 1 Схема заміщення індукційного лічильника

В теперішній час на зміну індукційним приходять електронні лічильники. Даний лічильник по своїй структурі розділяється на первинні засоби вимірювання – перетворювачі струму та напруги, системи збору та обробки інформації, та системи виводу інформації [2]. Дві останні частини електронного лічильника не мають безпосереднього

контакту з енергосистемою, а на відміну від них, – первинні засоби вимірювання активно приймають участь в роботі енергосистеми.

Перетворювачі струму та напруги можна описати схемами заміщення трансформаторів струму та напруги (рисунок 2).

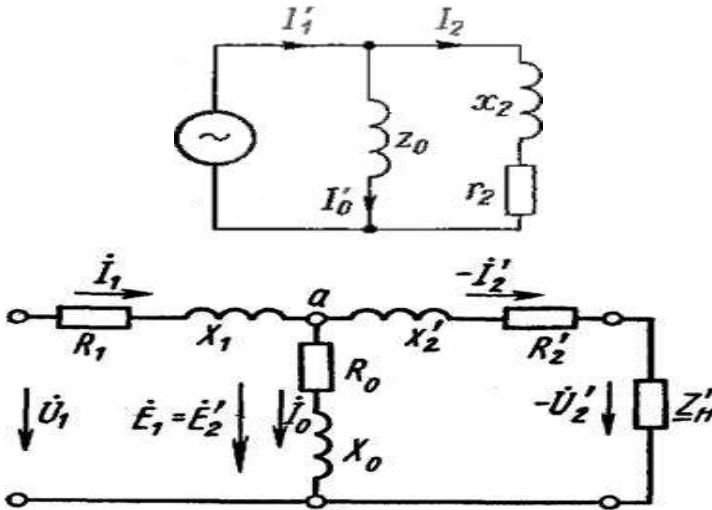


Рисунок 2 Схеми заміщення трансформатора струму та напруги.

Отже, електронний ЛЕ можливо описати математичними моделями трансформаторів струму та напруги. На вид математичної моделі, залежно від складу та розгалуженості АСОЕ можуть впливати характеристики джерел живлення, ліній електропередач, силових трансформаторів і т.п. Також, використовуючи дані, що отримані з існуючих точок обліку, в разі розробки проекту з розширення мережі або для побудови нових електромереж, беручи данні з мереж аналогічної конфігурації, можливо провести розрахунок математичної моделі АСОЕ методом від супротивного для виявлення слабких місць в роботі енергосистеми.

Побудова математичної моделі дає можливість ще на стадії проектування АСОЕ та мережі електропостачання, визначити результати роботи системи для даної конкретної ситуації, а також розрахувати можливий розвиток та результати виникнення аварійних ситуацій.

Література:

1. ПотребичА.А., Ткачѐв В.И. К вопросу об определении уровня потерь электроэнергии и объемов ее хищения в электрических сетях энергосистем. // энергетика и электрификация. №5 – 2000. С. 30-32
2. Інструкція по експлуатації лічильника Меркурій 230, С-Пб, - 2010. с. 15

ДВОХПАРАМЕТРОВИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ ШЛЯХОМ ПРЯМИХ ВИМІРЮВАНЬ

С. В. Швець, к.т.н., доц., А. О. Яцюк

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

Email: se_sx@bk.ru

У багатожильних кабелях є ряд ізоляційних проміжків типу "жила-жила" або "жила-екран". Вимірюючи ємності й тангенс кутів діелектричних втрат цих проміжків, можна зробити ряд обґрунтованих висновків щодо стану ізоляції жил і захисних оболонок кабелів.

Похибки вимірювань часткової ємності, а особливо тангенса кута діелектричних втрат, можуть бути настільки більшими, що обстеження втрачає всякий зміст. Причиною цього є ємнісні струми паразитних ланцюгів, що відводяться на екран приладу. Для зменшення їх впливу можна обмежити область використання прямої схеми тільки такими випадками, коли ємність вимірюваного проміжку превалює над ємностями паразитних ланцюгів. При цьому частина ізоляційних проміжків кабелю залишається не обстеженою, а саме параметри цих проміжків сильніше всього залежать від наявності в кабелі низькомолекулярних домішок – продуктів розкладання полімерної ізоляції в результаті термоокислення або радіолітичних процесів старіння.

Поява та застосування сучасних цифрових автоматичних мостів (вимірювачів імітанса E7-14; мостів змінного струму SA-7100 і «Тангенс-2000»; високовольтних мостів змінного струму P-5026, P-502M, реалізованих на винаході Гарольда Шеринга) при прямих вимірюваннях із трьома електродами не знімає проблеми високої похибки при вимірюваннях $\text{tg}\delta$ багатожильних кабелів. Відкритими залишаються питання аналізу та інтерпретації одержуваних результатів вимірювань.

Міст Шеринга — вимірювальний міст змінного струму, призначений для вимірювання електричної ємності і тангенса діелектричних втрат у діелектриках на високій напрузі. Міст Шеринга – це одинарний міст, що має чотири плечі, в одне плече якого включається магазин ємностей і паралельно приєднаний до нього постійний активний опір, у протилежне плече включається випробуваний об'єкт, умовно позначуваний паралельним з'єднанням ємнісного та активного опору, в третє плече включається магазин активних опорів, у четверте — еталонний конденсатор.

Метою досліджень є підвищення точності електричного двохпараметрового контролю стану ізоляції кабелів шляхом прямих вимірю-

вань часткових ємностей (C) і тангенсів кутів діелектричних втрат ($\text{tg}\delta$) за рахунок виявлення залежності цих параметрів від ємнісних струмів паразитних ланцюгів, що приділяються на екран вимірювального приладу, та процесів старіння ізоляції.

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ПРИ ВИБОРІ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРОВОДІВ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Д. М. Степанчиков, к.ф.-м.н.

Херсонський національний технічний університет, 73008, Україна, м. Херсон, Бериславське шосе, 24

E-mail: dmitro_step75@ukr.net

Повітряні та кабельні лінії електропередачі забезпечують транспорт електроенергії від джерел потужності до споживачів і є одним з основних елементів електроенергетичних систем. При проектуванні ліній електропередачі головними вимогами є надійність, велика пропускну здатність, малі втрати електроенергії. Переріз проводів – найважливіший параметр лінії електропередачі. Із збільшенням перерізу проводів лінії з одного боку зростають витрати на її спорудження, з іншого – зменшуються втрати електроенергії та їх річна вартість. Вибір оптимальних перерізів проводів ліній електропередачі є актуальною задачею, вирішення якої сприяє зниженню збитків при транспортуванні електроенергії. Такий вибір відбувається за трьома критеріями: економічність, допустимі втрати напруги, умови нагріву.

Основними методиками вибору перерізу проводів ліній електропередачі на сьогодні є метод економічної густини струму та метод економічних інтервалів [1]. Ці методики розроблені понад п'ять десятирічків тому і не відображають у повному обсязі сучасну економічну ситуацію. Великий об'єм вихідної інформації та можливих меж зміни головних параметрів визначає широкий інтервал граничних економічних навантажень, що потребує впровадження у практику проектування нових підходів.

Вибір оптимального перерізу проводів лінії електропередачі це типова задача з різними за характером невизначеностями, яка передбачає багато розв'язків при варіюванні різних вихідних показників. В умовах невизначеності основна складність полягає у побудові моделей, адекватних реальній обстановці, а також у виборі математичних засобів прийняття рішень. Це означає, що слід говорити не про неви-

значеність реальної ситуації, а про невизначеність моделі, на підставі якої приймається рішення. Одним з математичних методів прийняття рішень в умовах невизначеності є теорія статистичних ігор [2]. Метою нашої роботи є застосування математичного апарату теорії ігор як засобу прийняття рішення при виборі оптимального перерізу проводу лінії електропередачі. Такий підхід до цієї задачі використовується вперше, а отже, крім актуальності, має певну новизну.

Теорія ігор являє собою частину великої теорії, що вивчає процеси прийняття оптимальних рішень. Вона дає формальну мову для опису процесів прийняття свідомих, цілеспрямованих рішень за участю одного або декількох осіб в умовах невизначеності і конфлікту. Невизначеність може бути викликана дефіцитом інформації і даних про розглянуте явище. У цьому випадку можна говорити про конфлікт людини з природою. При такому підході будують так звану платіжну матрицю (1), яка є спрощеною формалізованою моделлю реальної конфліктної ситуації [2].

$$A = \left(\begin{array}{c|cccc} & P_1 & P_2 & \cdots & P_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} & \alpha_1 \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} & \alpha_2 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} & \alpha_m \\ \hline & \beta_1 & \beta_2 & \cdots & \beta_n & \end{array} \right) \quad (1)$$

де m – число можливих стратегій, які визначають правила дії особи, що приймає рішення A_1, A_2, \dots, A_m , n – число можливих станів зовнішнього середовища P_1, P_2, \dots, P_n , a_{ij} – значення переваг від прийнятого рішення в умовах невизначеності, $\alpha_i = \max a_j$, $\beta_j = \max a_i$.

Для розв'язку задачі про знаходження оптимального перерізу проводу у якості стратегій A_1, A_2, \dots, A_m можна обрати площу перерізу проводу або його матеріал, у якості можливих станів середовища P_1, P_2, \dots, P_n – розрахунковий струм лінії. Елементами матриці a_{ij} можуть бути, наприклад, приведені витрати, взяті з протилежним знаком, відносна ефективна річна вартість проводу, енергоефективність та ін. При цьому можна варіювати різні вхідні (зовнішні) показники. Аналіз отриманих матриць проводять за критеріями Лапласа, Вальда, Гурвіца, Байєса [2]. Кожен з цих критеріїв вказує на перевагу певної стратегії. Шляхом перехресного порівняння отриманих результатів та підрахунку кількості стратегій, що збігаються за різними критеріями та

при різних наборах елементів a_{ij} матриць, визначають ту стратегію (площу перерізу), яка буде найбільш оптимальною при даних фіксованих зовнішніх вхідних показниках. Подібні дії повторюють для іншого набору фіксованих зовнішніх показників. Таким чином, маємо складне (позиційне або багатоетапне) рішення, яке зручно представляти у формі дерева рішень – графічного зображення послідовності рішень і станів середовища з відміткою відповідних виграшів для будь-яких комбінацій альтернатив і станів середовища.

Література:

1. Зуев Э.Н., Ефентьев С.Н. Задачи выбора экономически целесообразных сечений проводов и жил кабелей. – М.: МЭИ, 2005. – 86 с.

2. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv Е.Ю. Моделирование рисковvх ситуаций в экономике и бизнесе. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 176 с.

ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ ЯК НАСЛІДОК ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Я. О. Цвіркун, студент гр. ЕСЕ, 4 к., **Я. О. Сєріков**, к.т.н.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, Харків, вул. Революції, 12*

Email: yserikov@yandex.ru

Email: 1992cvirkun@mail.ru

Вступ. З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності, виробничих функцій працюють, використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому завдання забезпечення належного рівня електробезпеки набуває особливого значення.

Постановка завдання. Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, які спричинені дією електричного струму, характеризується порівняно незначною кількістю і складає близько 1 %. Однак, із загальної кількості смертельних нещасних випадків в електроенергетичній сфері, частка електротравм вже складає 20 – 40% і займає одне з перших місць. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі із смертельними наслідками, відбувається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх більшим поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В менш часті, що обумовлено меншим за кількістю поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом. Основними

причинами електротравматизму на виробництві є: випадкове доторкання до неізольованих струмоведучих частин електроустановки; використання несправних ручних електроінструментів; застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 – 127 В; робота без надійних електрозахисних засобів та запобіжних пристосувань; доторкання до незаземлених корпусів електроустаткування, що опинилося під напругою внаслідок пошкодження ізоляції; недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил безпеки при експлуатації електроустановок тощо. Електроустановки, з якими доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становлять значну потенційну небезпеку ще й тому, що аналізатори сприйняття людиною навколишнього середовища не здатні дистанційно виявляти наявність електричної напруги. В зв'язку з цим, захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричного струму.

Виклад основного матеріалу. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію. Термічна дія струму проявляється у вигляді опіків окремих ділянок тіла, нагріванням кровонесних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів. Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві зміни їх фізико-хімічного складу. Механічна дія струму проявляється ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту. Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним неадекватним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання, кровообігу.

Виходячи з вищесказаного формулюється висновок, що на додаток до підвищення рівня підготовки персоналу, необхідне й удосконалення системи засобів і заходів, що забезпечують електробезпеку. Ця система включає:

- комплекс організаційних заходів;
- комплекс колективних технічних заходів і засобів;
- комплекс індивідуальних, в основному, електрозахисних засобів.

Технічні колективні технічні заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні й монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями комплекс технічних колективних засобів забезпечення електробезпеки

поділяється на дві групи:

- технічні заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- ізоляцію струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- розділення електричних мереж;
- компенсацію ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів;
- засоби орієнтації в електроустановках.

Основні технічні заходи забезпечення електробезпеки при аварійному режимі роботи електроустановок (ЕУ) включають: пристрої блокування; захисне заземлення; занулення.

Висновки. При вирішенні завдання вибору заходів і засобів захисту працюючих в ЕУ необхідно враховувати їх конструкцію, призначення, умови експлуатації.

Список джерел

1. Korzeniowski L.F. Serikov Y.A. (współautor, 50%): Europejski wymiar securitologii. Kraków: EAS, 2011. – 244 s.
2. Серіков Я.О. Основи електробезпеки / Навч. посібник для студентів ВНЗ. Х. : ХНУРЕ, 2011. – 311 с.
3. Серіков Я.О. Основи охорони праці / Навч. посібник для студентів ВНЗ. Х. : ІОЦ ХНАМГ, 2007. – 227 с.

ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ОДИНОЧНОГО СТЕРЖНЕВОГО БЛИСКАВКОВІДВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ РП 10 КВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РАЙОНУ МІСТА

Д. В. Рум'янець, ст. викл. каф. ЕМ,

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12*

E mail: red10_81@mail.ru

М. В. Нікуліч, інженер 2 категорії з релейного захисту і електроавтоматики, ДТЕК Запорізька ТЕС.

Згідно з РД 34.21.122-87 «Інструкція по устройству молниезащиты зданий и сооружений» відповідно з призначенням будівель і

споруд необхідність виконання блискавковідводу та її категорія, а при використанні стержневих і тросових блискавковідводів, тип зони захисту визначаються в залежності від середньорічної тривалості гроз в місці знаходження будівлі, або споруди, а також від очікуваної кількості уражень його блискавкою в рік.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 клас вибухо - і пожежонебезпечної зон визначається технологіями разом з електриками проектної або експлуатуючої організації. Відповідно до діючої класифікації приміщень (зон) по пожежній небезпеці, установленій ПУЕ, зона розміщення РП може бути віднесена до вибухонебезпечних зон різного класу, для яких в основному, при використанні стержневих і тросових блискавковідводів відтворюється захист типу Б, при очікуваній кількості уражень $N < 0,02$

Для будівель і споруд прямокутної форми очікувана кількість уражень визначається за виразом:

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7,7^2] n \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

де h – найбільша висота зданій та споруджень, м;

n - середня річна кількість уражень блискавки в 1 км² земної поверхності (питоме значення уражень блискавки в землю) в місці знаходження спорудження;

S, L - ширина и длина здания или сооружения соответственно, м.

Встановлено, що середньорічна тривалість грози 10-20 годин на рік, в такому випадку питома щільність n ударів блискавки в землю складе 1/(км² *рік).

Визначимо очікувана кількість уражень:

$$N = [(2 + 6 \cdot 3) \cdot (16 + 6 \cdot 3) - 7,7^2] \cdot 10^{-6} = 620,71 \cdot 10^{-6} \text{ разів/рік.}$$

В нашому випадку очікувана кількість уражень $N \ll \ll$ нижче за 0,02 тому остаточно приймаємо захист с зоною Б.

Блискавкозахист КРПН в РП10кВ виконуємо у вигляді одиночного, окремо стоячого стрижневого блискавковідводу. Зона захисту при висоті $h \leq 150$ м являє собою конус рисунку 1. Необхідно визначити висоту блискавковідводу для створення зони захисту типу Б. Значення h_x і R_x зображені на рисунку 1. Зона захисту Б дає надійність 95% та вище.

Визначимо необхідну висоту стрижневого блискавковідводу h для зони захисту типу Б. Для зони Б одиночного блискавковідводу при відомих h_x і R_x :

$$h = (R_x + 1,63h_x) / 1,5, \quad (2)$$

де h_x - висота спорудження (за рисунком 1)

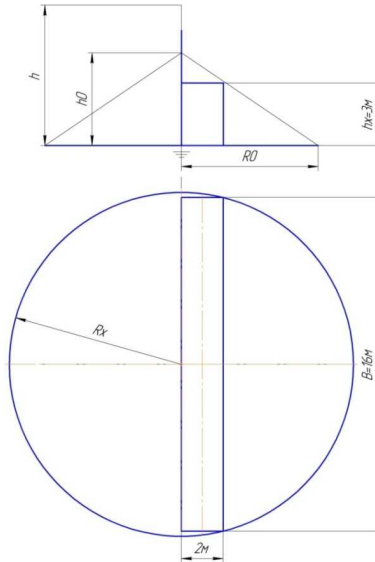


Рисунок 1 - Схема блискавковідводу спорудження РП району

Для визначення R_x використовуємо геометричне рівняння для трикутника, тоді:

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + A^2}, \quad (3)$$

де A - ширина спорудження (в нашому випадку рівна 2 м);

B - довжина спорудження(за рисунком 3.2).

Визначимо радіус R_x :

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{16}{2}\right)^2 + 2^2} = 8,25 \text{ м.}$$

Визначимо висоту блискавковідводу за виразом 2:

$$h = (8,25 + 1,63 \cdot 3) / 1,5 = 8,76 \text{ м.}$$

Визначимо висоту h_0 для зони захисту Б за виразом:

$$h_0 = 0,92h = 0,92 \cdot 8,76 = 8,06 \text{ м,} \quad (4)$$

Визначимо R_0 для зони захисту Б за формулою:

$$R_0 = 1,5h = 1,5 \cdot 8,76 = 13,14 \text{ м,} \quad (5)$$

Визначимо R_x для зони захисту Б за формулою:

$$R_x = 1,5(h - h_x / 0,92) = 1,5 \cdot (8,76 - 3 / 0,92) = 8,25 \text{ м,} \quad (6)$$

Будуємо схему блискавковідводу на рисунку 2.

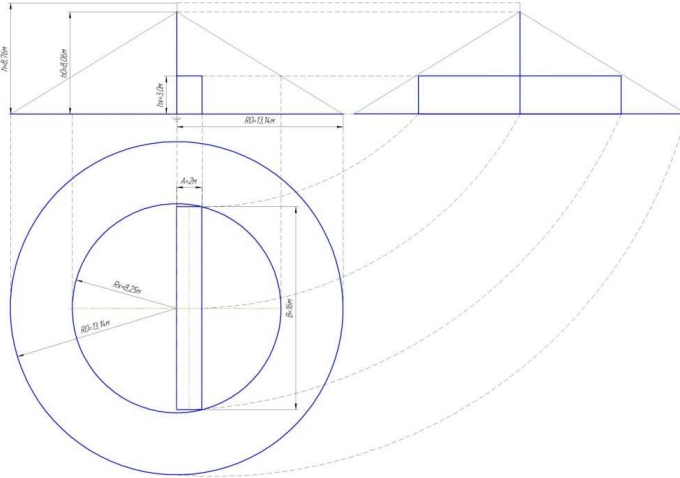


Рисунок 2 - Схема зони захисту КРПН в РП10кВ району міста, одиночним блискавковідводам

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВИЩИХ ГАРМОНІК В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА РОБОТУ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ Й АВТОМАТИКИ

Д. В. Рум'янець, ст. викл. каф. ЕМ,

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

E mail: red10_81@mail.ru

Р. Ю. Кащавцев

Системи релейного захисту й автоматики (РЗ й А) промислових підприємств здійснюють безперервний контроль стану всіх елементів системи електропостачання й реагують на виникнення ушкоджень і ненормальних режимів. Більшість пристроїв захисту, що перебувають в експлуатації, забезпечують виконання пропонованих до них вимог лише при синусоїдальній формі кривих струму й напруги. Погіршення показників якості електроенергії, обумовлено ростом кількості електроприймачів, робота яких супроводжується появою негативних факторів, що приводить до зростання ймовірності неправильної роботи при-

строїв захисту. Розрахунок уставок релейного захисту звичайно проводиться стандартним методом без обліку впливу вищих гармонійних складових [1]. Настроювання реле захисту виробляється також подачею синусоїдального струму. Але в ненормальних режимах роботи електричної мережі, що супроводжуються перехідними процесами, виникають значні перекручування синусоїдальності напруг і струмів, що впливає на роботу пристроїв РЗ й А.

Дія вищих гармонік на системи релейного захисту й автоматики полягає в наступному:

- знижується строк експлуатації пристроїв;
- збиваються уставки спрацьовування по струму й напрузі;
- виникають необґрунтовані спрацьовування внаслідок дії окремих гармонік.

Необґрунтоване спрацьовування РЗ й А при несинусоїдальних струмах можна пояснити, зокрема, явищами поверхневого ефекту й скін-ефекту. Необґрунтоване відключення двигуна при пуску є найпоширенішим видом помилкової роботи релейного захисту. Видимо, це пов'язане з різким збільшенням у пусковому струмі вищих гармонійних складових, які збивають уставки реле струму.

Вплив може виявлятися ще більш сильним, якщо оперативні кола одержують живлення безпосередньо від мережі захищеної підстанції. Ці ж гармоніки впливають на роботу апаратів 0,4 кВ власних потреб підстанції.

Багато апаратів захисту 0,4 кВ мають принцип дії, заснований на тепловому ефекті струмів, що протікають через них, а вищі гармоніки приводять до збільшення температури провідників внаслідок збільшення діючого значення негармонійного струму, збільшення активного опору провідника через скін-ефект, збільшення втрат у діелектрику ізоляції. Ці обставини можуть привести до виникнення небажаних спрацьовувань апаратів власних потреб.

Література:

1. Смирнов С.С., Коверников Л.И. Вплив комутацій елементів мережі на режим вищих гармонік // Промислова енергетика, 2000. № 8. С. 45 -48.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

Р

Rodríguez V. M. 33

А

Абелешов В. І. 39

Абраменко І. Г. 41, 80

Аладишева Л. В. 87

Андрєєв І. О. 9

Андрєєв С. Ю. 21

Б

Беляк Є. С. 77

Бородін Д. В. 82

Г

Ганусовський В. В. 41

Гаряжа В. М. 84

Грінін Є. О. 84

Грініна В. О. 84

Гузенко В. В. 44

Д

Долгополова Г. С. 87

Дорохов А. В. 90

Дьяков Е. Д. 45

Ж

Жданов Д. М. 80

Журба О. Н. 87

К

Калугіна О. С. 78

Калужний Д. М. 47, 48

Карпалюк І. Т. 90

Карюк А. О. 90

Кащавцев Р. Ю. 114

Колеснікова І. О. 49

Кравченко Ю. П. 59

Кулалаєва Н. В. 55

Л

Лактіонов С. О. 50, 52, 68

М

Малярєнко В. А. ... 5, 9, 12, 21, 62

Маршалов Д. Г. 54

Михайлюк В. О. 55

Н

Нікуліч М. В. 111

О

Охрименко В. Н. 95

П

Приведений С. А. 103

Притыкина Е. А. 45

Р

Раджаб Хомам 47

Рожков П. П. 98, 101

Рожков С. П. 101

Рой В. Ф. 54, 61, 103

Рум'янцев Д. В. 111, 114

С

Сапрыка А. В. 59

Сенецький О. В. 5

Серіков Я. О. 64, 68, 87, 109

Степанчиков Д. М. 107

Т

Темнохуд І. О. ... 5, 9, 12, 21, 27,
66

Ц

Цвіркун Я. О. 50, 52, 109

Ш

Шаріф Шіван 48

Швець В. Г. 62

Швець К. С. 61

Швець О. О. 82

Швець С. В. ... 49, 54, 61, 62, 106

Шимук Д. С. 72

Шубенко О. Л. 5

Щ

Щербина В. Є. 98

Я

Якунін О. А. 77, 78

Яцюк А. О. 106

ЗМІСТ

ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 1 Сучасні технології в електроенергетиці. Енергоефективність в електроенергетиці 5

<i>ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В. А. Маляренко, О. Л. Шубенко, О. В. Сенецький, І. О. Темнохуд.....</i>	<i>5</i>
<i>ПЕРСПЕКТИВИ І ШЛЯХИ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА КОТЕЛЬНЯХ ЗА РАХУНОК КОГЕНЕРАЦІЇ В. А. Маляренко, С. Ю. Андрєєв, І. О. Темнохуд.....</i>	<i>9</i>
<i>ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В. А. Маляренко, І. О. Темнохуд.....</i>	<i>12</i>
<i>РЕАЛІЗАЦІЯ КОГЕНЕРАЦІЇ З МЕТОЮ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ ВІДПОВІДАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ МІСТА В. А. Маляренко, С. Ю. Андрєєв, І. О. Темнохуд.....</i>	<i>21</i>
<i>ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ КОТЕЛЬНИ ЯК ЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧОГО ОБ'ЄКТА ЕНЕРГОСИСТЕМИ І. О. Темнохуд.....</i>	<i>27</i>
<i>PLANNING, CONTROL AND MONITORING OF PROJECTS OF DISTRIBUTION OF GRID EXPANSION V. M. Rodríguez.....</i>	<i>33</i>
<i>ДЕЯКІ АСПЕКТИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В. І. Абелєшов.....</i>	<i>39</i>
<i>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ В МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І. Г. Абраменко, В. Ганусовський.....</i>	<i>41</i>
<i>РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ГРУБИХ КОРМІВ В ТВАРИННИЦТВІ В. В. Гузенко.....</i>	<i>44</i>
<i>КОРОТКИЕ ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ Е. Д. Дьяков, Е. А. Притыкина.....</i>	<i>45</i>
<i>ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ Д. М. Калюжний, Раджаб Хомам.....</i>	<i>47</i>

<i>ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО ВНЕСКУ У ПОНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ТОЧЦІ ЗАГАЛЬНОГО ПРИСДАННЯ</i> <i>Д. М. Калюжний, Шаріф Шіван.....</i>	48
<i>ДІАГНОСТИКА ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ НЕРУЙНУЮЧИМИ МЕТОДАМИ</i> <i>С. В. Швець, І. О. Колеснікова.....</i>	49
<i>ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СМНР ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПЕРЕХІДНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ</i> <i>Я. О. Цвіркун, С. О. Лактіонов.....</i>	50
<i>ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ</i> <i>Я. О. Цвіркун, С. О. Лактіонов.....</i>	52
<i>ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАНУ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ</i> <i>В. Ф. Рой, С. В. Швець.....</i>	54
<i>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</i> <i>Н. В. Кулалаєва, В. О. Михайлюк.....</i>	55
<i>ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В НАРУЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ</i> <i>А. В. Сапрыка, Ю. П. Кравченко.....</i>	59
<i>ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВИХ КАБЕЛІВ</i> <i>В. Ф. Рой, С. В. Швець.....</i>	61
<i>РЕКОНСТРУКЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЖЕРЕЛ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ</i> <i>В. А. Маляренко, С. В. Швець, В.Г. Швець.....</i>	62
ОБ'ЄДНАНА СЕКЦІЯ № 2 Охорона праці та інформаційні технології в енергетиці. Підготовка спеціалістів для електротехнічної галузі	64
<i>КОМПЛЕКСНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ</i> <i>Я. О. Серіков.....</i>	64
<i>ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ РЕАКТОРІВ ЗА РАХУНОК НОВІТНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ</i> <i>І. О. Темноух, А. А. Семененко, Є. С. Дзюба.....</i>	66
<i>ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ</i> <i>С. О. Лактіонов, Я. О. Серіков.....</i>	68

<i>МОДЕЛЮВАННЯ НАПРАВЛЕНОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ</i> <i>Д. С. Шимук</i>	72
<i>АКТИВНІ ФІЛЬТРИ ГАРМОНІК</i> <i>Є. С. Беляк, О. А. Якунін</i>	77
<i>АКТИВНІ КОНДЕНСАТОРНІ УСТАНОВКИ</i> <i>О. С. Калугіна, О. А. Якунін</i>	78
<i>ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ</i> <i>АНАЛІЗІ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ</i> <i>ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ</i> <i>І. Г. Абраменко, Д. М. Жданов</i>	80
<i>РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ</i> <i>ПОБУДОВИ ВЕКТОРНИХ 3-фазних ДІАГРАМ НАПРУГ і СТРУМІВ в</i> <i>середовищі MS EXCEL</i> <i>Д. В. Бородін, О. О. Швець</i>	82
<i>СИМЕТРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ</i> <i>В. М. Гаряжа, В. О. Грініна, С. О. Грінін</i>	84
<i>ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКУСТИЧНОГО</i> <i>КОМФОРТУ ПРАЦЮЮЧИХ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ</i> <i>Я. О. Серіков, Г. С. Долгополова, Л. В. Аладишева, О. Н. Журба</i>	87
<i>РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕВІРКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРА</i> <i>ІЗ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЮ НАМОТКОЮ ОБМОТОК</i> <i>І. Т. Карпалюк, А. В. Дорохов, А. О. Карюк</i>	90
<i>МОДЕЛЬ ПРОЦЕСА ПРОЕКТИВАННЯ СИСТЕМ</i> <i>ЕЛЕКТРОСНАБЖЕННЯ</i> <i>В. Н. Охрименко</i>	95
<i>АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РІШЕННЯ ЗАВДАЧІ БАЛАНСОВОЇ</i> <i>НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ</i> <i>П. П. Рожков, В. Є. Щербина</i>	98
<i>МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ</i> <i>ЛІНІЙНОЇ МАШИНИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ</i> <i>П. П. Рожков, С. П. Рожков</i>	101
<i>ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ</i> <i>ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ</i> <i>МЕРЕЖ</i> <i>С. А. Приведений, В. Ф. Рой</i>	103
<i>ДВОХПАРАМЕТРОВИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ</i> <i>ШЛЯХОМ ПРЯМИХ ВИМІРЮВАНЬ</i> <i>С. В. Швець, А. О. Яцюк</i>	106

<i>ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ПРИ ВИБОРІ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДІВ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ</i>	
<i>Д. М. Степанчиков</i>	107
<i>ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ ЯК НАСЛІДОК ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ</i>	
<i>Я. О. Цвіркун, Я. О. Серіков</i>	109
<i>ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ОДИНОЧНОГО СТЕРЖНЕВОГО БЛИСКАВКОВІДВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ РП 10 КВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РАЙОНУ МІСТА</i>	
<i>Д. В. Рум'янець, М. В. Нікуліч</i>	111
<i>ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВИЩИХ ГАРМОНІК В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА РОБОТУ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ Й АВТОМАТИКИ</i>	
<i>Д. В. Рум'янець, Р. Ю. Кацавцев</i>	114
АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК	116

Наукове видання

«НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»

Матеріали
V Міжнародної науково-технічної
інтернет - конференції

травень 2015 р.

Матеріали конференції опубліковані за авторською редакцією

Відповідальний за випуск проф. *В. А. Маляренко*
Технічний редактор *І. Т. Карпалюк*

Підп. до друку 12.05.2015 Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 6
Друк на ризографі Тираж 50 пр. Зам. № _____

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.