

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»

I Всеукраїнська науково-технічна конференція
викладачів, аспірантів і студентів

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

Збірник наукових праць

м. Донецьк

18-19 жовтня 2012 р.

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

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

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

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

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

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

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

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

Зміст

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

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

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

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

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

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

²Краківська політехніка, м. Краків, Польща)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

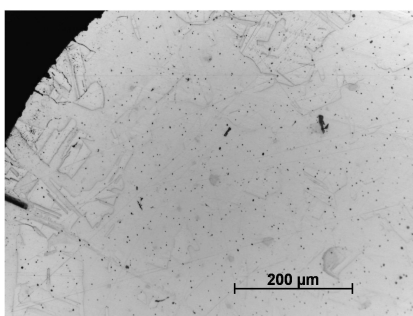


Рисунок 1 – Мікро-структура мідного дроту з торця

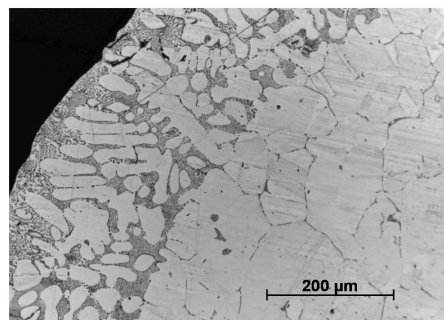


Рисунок 2 – Мікроструктура дроту, який перебував в умовах низької температури

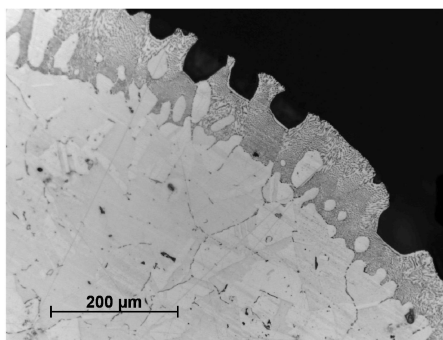


Рисунок 3 – Мікро-структура дроту, який перебував в умовах високої температури

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

Перелік посилань

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

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

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

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

²Краківська політехніка, м. Краків, Польща)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \left\| \begin{array}{cc} \rho l - L_{k+1}^{(i)} S a_0 h^{-1} & 0 \\ 0 & a_0 h^{-1} + h^{-1} \frac{2\alpha}{\gamma C r} \end{array} \right\| * \left| \begin{array}{c} \Delta \vec{J}_{K,k+1}^{(i)} \\ \Delta \vec{\theta}_{K,k+1}^{(i)} \end{array} \right| = \left\| \begin{array}{cc} \rho l - L_{k+1}^{(i)} S a_0 h^{-1} & 0 \\ 0 & a_0 h^{-1} + h^{-1} \frac{2\alpha}{\gamma C r} \end{array} \right\| * \\ * \left| \begin{array}{c} \vec{J}_{K,k+1}^{(i)} \\ \vec{\theta}_{K,k+1}^{(i)} \end{array} \right| - \left| \begin{array}{c} \Gamma L_{k+1}^{(i)} S \Gamma_t \sum_{s=1}^P a_3 \vec{J}_{k+1}^{(i)} \\ h^{-1} \sum_{s=1}^P a_5 \vec{\theta}_{k+1-s}^{(i)} \end{array} \right| - \left| \begin{array}{c} \Gamma \vec{e}_{k+1}^{(i)} \\ \frac{\rho}{\gamma C} \vec{J}_{k+1} + \frac{2\alpha}{\gamma C r} \vec{\theta}_{c,k+1}^{(i)} \end{array} \right|, \quad (1) \end{aligned}$$

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

$$\vec{J}_{k+1}^{(i+1)} = \Gamma_t \vec{J}_{K,k+1}^{(i+1)}, \quad \vec{\theta}_{k+1}^{(i+1)} = \Gamma_t \vec{\theta}_{K,k+1}^{(i+1)}, \quad (3)$$

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

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

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

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

Перелік посилань

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

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

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЕДЕННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ГРОЗОРОЗРЯДУ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

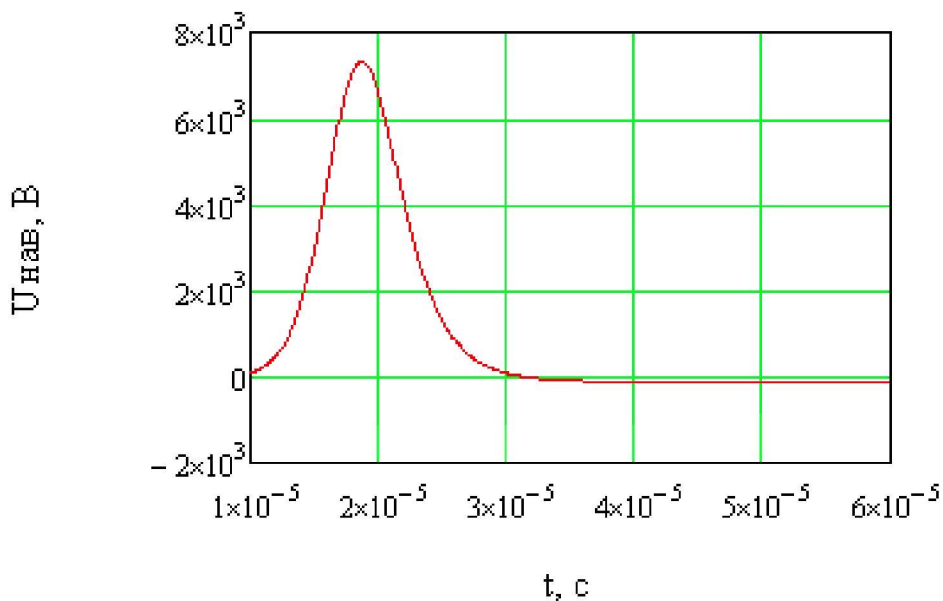


Рисунок 1 – Часова залежність наведеного потенціалу

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

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

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

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

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

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

Перелік посилань

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