

6. Цапко Ю.В., Орел В.П., Антонов А.В. Отримання газових сумішей продуктів піролізу органічних матеріалів та дослідження умов їх флегматизування газовими вогнегасними речовинами // Науковий вісник УкрНДІПБ. - 2001. - №4. - С. 59-65.

7. Сізіков О.О., Откідач Д.М., Куликівський В.С., Крисаєв В.І., Цапко Ю.В., Соколенко К.І., Дослідження ефективності застосування пересувної гвинтової мембранної азотної станції АМГП-0,25/0,7С У1 для ліквідації пожеж // Науковий вісник УкрНДІПБ, № 1 (11), 2005 р. – С.34-42.

УДК 621.314.

В.І. Гудим, д.т.н.; Ю.І. Рудик (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України)

П.Г. Столярчук, д.т.н., проф. (Національний університет „Львівська політехніка”)

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ КОНТРОЛЮ СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПРИ НАЯВНОСТІ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ

Проводяться дослідження на предмет надійності з погляду пожежної безпеки електричних мереж, які полягають у розробці методологічних засад та технічних засобів контролю стану електричних мереж житлових та громадських будівель. Згідно з нашими розробками, рекомендується здійснювати контроль опору побутових електромереж не лише на стадії введення в експлуатацію, а й періодично під час їх експлуатації. Такий підхід дозволяє здійснювати діагностику та контроль стану електромереж з використанням неруйнівних методів.

Вступ. Зниження рівня надійності технічного стану побутових електромереж призводить до виникнення пожеж зі значними матеріальними і навіть людськими втратами [1].

На сьогодні у більшості житлових та громадських будівель експлуатуються побутові електричні мережі низької напруги (далі – ЕНН) понад 20-30 років. У переважній більшості існуючих електропроводок містяться контактні з'єднання окремих ділянок, де відбувається зростання їх перехідних опорів [2]. При роботі електротехнічних виробів (ЕТВ) із номінальними значеннями струмів на цих з'єднаннях відбуваються локальні підвищення температури, від яких пришвидшуються процеси старіння ізоляції, що має наслідком зниження її опору до значень електричного пробиття та короткого замикання струмопровідних жил між собою чи на конструкцію ЕТВ. У більшості випадків це призводить до виникнення пожеж в оточуючих виробках і конструкціях із горючих матеріалів. Чинними Правилами пожежної безпеки забороняється виконувати з'єднання в електропроводках шляхом скручування жил електричних проводів між собою (скрутки), оскільки такі з'єднання є низько надійні і характеризуються значними перехідними опорами. У реальних ЕНН часто застосовують скрутки внаслідок низької виконавчої дисципліни електротехнічного персоналу, втручання некваліфікованих осіб або через економію коштів на електромонтажну арматуру необхідної якості, що в результаті призводить до нагрівання провідників через значні перехідні опори до пожежонебезпечних температур.

Постановка задачі. Враховуючи розширені завдання МНС України щодо прогнозування і запобігання пожежам і надзвичайним ситуаціям техногенного характеру, поставлені Указом Президента України № 681 від 20.04.2005р., визначальна роль у їх розв'язанні відводиться профілактиці технічного стану, як заходу запобігання вищеписаних причин загорань [3].

Стандартизована методика контролю стану електротехнічних характеристик з'єднань в електричних мережах до 1000 В з метою виявлення великих перехідних опорів відсутня. Сучасних нормативних технічних рішень та засобів для сертифікації їх стану з погляду пожежної безпеки немає, а наукові дослідження у цьому напрямку практично не здійснюються [4-7].

Шляхи розв'язання задачі. У результаті узагальнення міжнародного досвіду стосовно питань електробезпеки в мережах низької напруги, Міжнародна Електротехнічна Комісія (МЕК) розробила нормативні документи, які мають рекомендаційний характер і можуть служити основою для національних норм. Перелік деяких документів (в перекладі назв) наведено нижче:

1. МЕК 50 (826)-92. Електроустановки будівель. Термінологія.
2. МЕК 364-3-74. Електроустановки будівель. Частина 2. Визначення загальних характеристик.
3. МЕК 364-4-47-81. Електроустановки будівель. Частина 3. Загальні вимоги до забезпечення безпеки. Вимоги із застосування заходів захисту від ураження електричним струмом.
4. МЕК 364-4-481-92. Електроустановки будівель. Частина 4. Вимоги до забезпечення безпеки. Вибір захисних заходів в залежності від зовнішніх впливів. Захист від ураження електричним струмом при прямому та непрямому дотику.
5. МЕК 364-5-54-80. Електроустановки будівель. Частина 5. Вибір та монтаж обладнання. Уземлення та захисні провідники.
6. МЕК 479. Дія струму при протіканні через тіло людини.
7. МЕК 755. Основні вимоги до вимикачів, керованих струмами витоку.
8. МЕК 947-2. Силові вимикачі.
9. МЕК 1008. Вимикачі диференційного струму без захисту від надструмів.
10. МЕК 1009. Вимикачі диференційного струму із захистом від надструмів.

В 1996 році Держкомітетом України з нагляду за охороною праці затверджено "Рішення про розвиток нормативної бази для безпечного застосування електрообладнання класу захисту I від ураження електричним струмом в електроустановках житлових і громадських будівель". Це стало поштовхом до застосування мереж за системою TN-S, TN-C-S [5]. Крім того, у сучасних умовах виникла потреба перенесення приладів обліку за межі приватних володінь. У цьому випадку вони повинні встановлюватись в спеціальній шафі з керованим обігрівом, а також відповідним захистом (запобіжниками). Поки що це рішення не впроваджується в Україні через неврегульованість як правових, так і технічних та економічних питань.

У країнах Західної Європи нагромаджено чималий досвід з питань побудови електричних мереж житлових приміщень. Певні особливості в схемах вводу та обліку викликані поважним ставленням до особистої власності та юридичним врегулюванням цієї проблеми. На рис.1 наведено схему електропостачання об'єктів приватних споживачів в країнах із розвиненою приватною власністю та високим рівнем вимог до безпеки електроустановок, які використовуються некваліфікованим персоналом різної вікової категорії і статі.

Ввідні пристрої та лічильник, які є власністю енергокомпанії, розташовують в спеціальному ввідному ящику, встановленому за межами власності споживача, абонентський ввідний автоматичний вимикач встановлюють на території споживача. Цей вимикач є межею розподілу мережі постачальника і мережі споживача. (У цьому вимикачі може встановлюватись пристрій обліку з попередньою оплатою. Існує декілька систем такого обліку і остаточно не визначено, яка з них буде вибрана для масового застосування). Ввідний вимикач контролюється персоналом електропостачальної організації та споживачем. Як правило, електрична мережа після абонентського ввідного автоматичного вимикача є

особистою власністю і вона повинна бути виконана у відповідності з національними нормами (наприклад, у Франції це NF15-100, у Німеччині – DIN 4102, DIN 18015, польські норми PN-E-05033:1994) [8-10].

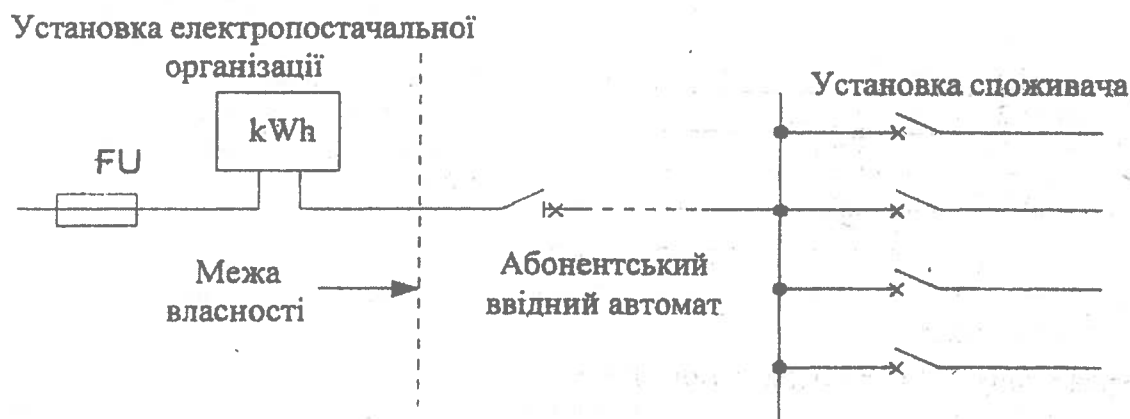


Рис. 1. Розподіл відповідальності у схемах електропостачання побутових споживачів

Таким чином, з метою сертифікації ЕНН окремих споживачів пропонується стандартизувати методику контролю їх стану та заявлено патент на винахід аналізатора опору ЕНН.

Отримані результати. Побутові електричні мережі живляться від трансформаторних підстанцій (ТП) напругою $6(10)/0,4(0,23)$ кВ. У міських мережах на цих ТП використовують трансформатори переважно потужністю 400 та 630 кВА, а в сільській місцевості - від 63 до 250 кВА зі з'єднанням обмоток "зірка" - "зірка-нуль", "трикутник" - "зірка-нуль", іноді "зірка" - "зигзаг" з вторинною напругою 380/220 (400/230) В. В старих мережах, зокрема в центральній частині Львова та Харкова, трансформаторні підстанції виконані зі з'єднанням обмоток трансформаторів за схемою "зірка" - "трикутник" з вторинною напругою 220 В. Трансформаторні підстанції можуть бути одно- та двотрансформаторними, однак паралельна робота трансформаторів для останніх заборонена з метою обмеження струмів короткого замикання (КЗ). Величина струмів трифазного металевого КЗ залежить в основному від потужності трансформаторів та опору ділянки мережі НН до місця КЗ, а для однофазних КЗ ще й від схеми з'єднань обмоток трансформаторів (опору кола фаза-ноль). Значною мірою на величину струму КЗ впливає перехідний опір у точці КЗ [11].

У житлових приміщеннях застосовують однофазні мережі напругою 220 В. Трифазні мережі напругою 220/380 В використовують в квартирах високої комфортності та великих житлових індивідуальних будинках. Схеми мереж електропостачання великих будинків з садибами можуть бути досить різноманітними. Вводи в такі будинки здійснюють, як правило, від повітряних ліній 0,4 кВ. Пристрої обліку можуть бути встановлені за межами або всередині помешкань. Залежно від цього застосовують різні схеми вводу та захисно-комутаційні пристрої.

Внаслідок кінцевого значення опору ізоляції ЕНН (від сотень Ом до ГОм) та його зниження в процесі експлуатації завжди є наявним струм витоку. Згідно з Тимчасовими вказівками про застосування ПЗВ у житлових будівлях [12], за відсутності даних про значення струмів витоку в мережі, їх величину слід приймати з розрахунку 10 мкА на 1 м довжини фазного провідника. Оскільки орієнтовна мінімальна величина потужності, що здатна викликати загорання горючих матеріалів, становить 60 Вт, то встановлення ПЗВ 0,3 А обмежує небезпеку виникнення пожежі у цьому випадку. Стандартом МЕК 898 визначені 3 класи селективності ПЗВ. Чим вищий клас, тим меншу енергію вимикач пропустить при короткому замиканні. В Україні, згідно з [12], повинні застосовуватися ПЗВ із максимальним

струмовим захистом. Стандарт МЕК 60 364-4-47 рекомендує застосування ПЗВ для захисту в мережах штепсельних з'єднувачів у разі приєднання пересувних електроспоживачів зовнішнього встановлення на номінальний струм до 20А.

Приєднання електроприймача до ЕНН виконують за схемою, яка найповніше враховує особливості мережі, до якої приєднують той чи інший електроприймач, характеристики самого електроприймача, вимоги до його захисту, в тому числі захисту від КЗ, перевантаження і струмів витоку. Схеми приєднання електроприймачів до мережі можна класифікувати за ступенем безпечності їх експлуатації та функціонування:

1. Електроприймачі загального призначення:
внутрішнє освітлення; розетки в житлових приміщеннях; зовнішнє та охоронне освітлення.
2. Силові електроприймачі:
електроплита; електроводонагрівач; електроопалення; кондиціонери; глибинна помпа; сауна; гараж; майстерня.
3. Електроприймачі в небезпечних умовах:
ванна кімната та душові (приміщення для прання); освітлення та розетки в підвальних приміщеннях; зовнішні розетки.
4. Електроприймачі спеціального призначення:
пожежна чи охоронна сигналізація; обладнання домашньої автоматики (привод гаражних воріт, привод в'їзних воріт, переговорний пристрій тощо).

Перелічені однофазні електроприймачі можуть бути приєднані до мережі через комбінований автоматичний вимикач з тепловим та електромагнітним захистом, а також з розчеплювачем сумарного струму витоку (диференційним), причому тепловий та електромагнітний розчеплювачі встановлюються тільки в фазному полюсі. Інший варіант приєднання до мережі (в т.ч. трифазного) – через автоматичний вимикач і окремих ПЗВ. У цьому випадку нейтральний провід приєднується через відповідні полюси автоматичного вимикача і ПЗВ. Для трифазних електроприймачів без нульового проводу застосовуються триполюсні автомати, а в ПЗВ тоді один полюс не використовується, що не впливає на результат запропонованого у [2] способу контролю стану опору ізоляції за допомогою імпульса напруги.

Мережі з ізолюваною нейтраллю типу ІТ можуть бути чотирипровідними та трипровідними з живленням від обмоток трансформаторів, з'єднаних відповідно в "зірку" та "трикутник". Певного розповсюдження, особливо в 30-ті роки, набули трифазні трипровідні мережі напругою переважно 3х220 В з живленням від обмоток, з'єднаних в "трикутник". У такій мережі необхідно постійно контролювати стан ізоляції та негайно вживати заходів для ліквідації першого замикання, оскільки в цьому режимі прямий дотик до неущкодженої фази з огляду на рівень небезпеки аналогічний мережам 220/380 В з заземленою нейтраллю.

У стандарті МЕК 60 364-6-61 встановлений обсяг перевірок при ремонтах ПЗВ і він охоплює необхідність контролю якості з'єднань і допустимі значення їх перехідних опорів, стан ізоляції між робочими і захисним провідниками. Опір ізоляції між провідниками вимірюється при відімкненому ПЗВ між нульовим робочим провідником, підключеним до ПЗВ з боку джерела живлення та усіма фазними робочими провідниками, а також нульовим робочим провідником, підключеним до ПЗВ з боку споживача. Останнє вимірювання виконується для перевірки відсутності з'єднання провідників РЕ та N після ПЗВ. Перед вимірюванням опору ізоляції необхідно визначити, чи є у вимірювальному колі розрядники або обмежувачі перенапруги, наявність яких істотно впливає на результати вимірювання.

Висновки: В житлових приміщеннях діючого житлового фонду електричні мережі виконані в основному двопровідними, переважно з фазним і нульовим проводами, іноді з двома фазними проводами напругою 220 В. З метою підвищення електро- та пожежобезпеки у цих мережах можливе використання пристроїв захисного вимкнення за умови відсутності заземлення нульового провідника після ПЗВ та замикань на землю для фазних провідників.

Спрацювання ПЗВ у таких мережах відбувається тільки у випадку появи струму витоку. Такий струм виникає у разі пошкодження ізоляції фази або у випадку прямого дотику. Наявність чи відсутність захисного нульового провідника не впливає на роботу ПЗВ, тому ці пристрої можна встановлювати в існуючих мережах. Встановлення ПЗВ в заселених квартирах є, безумовно, доцільним заходом, хоча і тимчасовим - до проведення повної реконструкції електромережі та прокладання захисного нульового проводу РЕ.

Таким чином, для запобігання пожежонебезпечним проявам явища збільшення перехідного опору контактних з'єднань, доцільним вважаємо запровадження періодичного контролю якості електромереж низької напруги у процесі їх експлуатації при наявності апаратів захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудим В.І., Столярчук П.Г., Рудик Ю.І. Аналіз стану та причин виникнення пожеж електричного походження у побутовому секторі – Зб. наук. пр. ЛПБ. – Львів: СПОЛОМ, 2004. - №5. – С.116-121.
2. Гудим В.І., Столярчук П.Г., Рудик Ю.І. Контроль надійності електричних мереж соціально-побутових будівель // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. пр. – Вип. 15. – Ч.2. - Маріуполь, 2005.
3. Указ Президента України № 681 від 20.04.2005р. Про Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. - Нормативні акти України – //www.nau.kiev.ua
4. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок изделий. // Пожарная профилактика в электроустановках. – Сб. научн. тр. – М., 1991. – 76 с.
5. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок – К.: Укранхбудінформ, 2001. – 120 с.
6. Кравченко Р.І. Удосконалення методів оцінки пожежної небезпеки обігрівальних електричних приладів // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки – К., 2003.- 26с.
7. Келерман Ю. Потрібні українські правила улаштування електроустанов // Науково-технічний журнал „Стандартизація, сертифікація, якість”. – 2000. - № 1. – с. 23-26.
8. DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teile 1÷3. Berlin, Beuth Verlag.
9. DIN 18015 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden. Teile 1÷3. Berlin, Beuth Verlag.
10. PN-E-05033:1994 Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
11. Хохулін Б.К., Ненека М.Ф. Принципи побудови схем електропостачання з ПЗВ. Номенклатурно-методичний каталог. – Львів: Електроконтакт-Захід, 2001. – 102 с.
12. Тимчасові вказівки про застосування ПЗВ у житлових будівлях – К.: Укранхбудінформ, 1996. – 52 с.