

Висновок. Вивчення обставин виготовлення та експлуатації чутливих елементів пірометричних перетворювачів дозволяє, за умови застосування статистично-термодинамічного підходу, підвищити у декілька разів чутливість оптичних пірометрів шляхом зменшення потужності струмових шумів, чим досягнути вищої ефективності їх роботи у складі автоматичних установок пригнічення вибуху.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Навацкій А.А. *Производственная и пожарная автоматика. Ч.1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов.* Москва. - Тип.им.Воровского. - 1985. - 195 с.
2. Каталоги виробів АТ НВО „Термоприлад” ім.В.Лаха, у тому числі Каталог «Агрегатированный комплекс стационарных пирометрических преобразователей и пирометров излучения АПИР-С».
3. Гольцман Б.М., Дашевский З.М, Кайданов В.И и др. *Пленочные термоэлементы: физика и применение.* Москва: Наука. – 1985. – 232 с.
4. Слабкий Л.И. *Методы и приборы предельных измерений в экспериментальной физике.* Москва: Наука. – 1973. – 272 с.
5. Жигальский Г.П. *Неравновесный $1/f^2$ -шум в проводящих пленках и контактах // Успехи физических наук. – Т.173. - № 5. – 2003. – С.465-490.*
6. Стаднык Б.И., Яцишин С.П., Колодий З.А. *О точности металлических термошумовых термометров при измерении низких температур // Контрольно-измерительная техника. – Львов: Вища школа. – 1989. - № 45. – С.8-10.*
7. Лариков Л.Н. *Залечивание дефектов в металлах.* Киев: Наукова думка. 1980. – 279с.
8. Скоропад П.І., Стадник Б.І., Яцишин С.П. *Електрокінетичні властивості металевих стекол системи $Fe_{40}Ni_{38}P_{13}B_9$ та особливості технології їх виготовлення // Вимірювальна техніка і метрологія. – 2002. - № 60. – С.65-69.*

УДК 614. 841: 621.3

М.С.Коваль, к.пед.н., доцент, І.П.Кравець, к.т.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

АНАЛІЗ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРОЯВІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

В статті проаналізовано причини виникнення небезпечних проявів електричного струму, які призводять до аварійного стану електрообладнання та електромереж, становлять пожежну небезпеку та створюють надзвичайні ситуації техногенного характеру в народному господарстві; обґрунтовано актуальність проведення профілактичних заходів з метою зменшення або недопущення цих явищ.

Пожежна безпека при експлуатації електроустановок великою мірою залежить від їх технічного стану. Недооцінювання пожежної небезпеки від електрообладнання та електромереж приводить до пожеж та аварій. Згідно із статистичними даними, більше чверті всіх пожеж відбувається через загоряння електропроводки в результаті нагрівання провідників по всій довжині, іскріння чи горіння електричної дуги на якому-небудь елементі. В більшості випадків, причиною цього є струми короткого замикання. Пожежі від

електричних пристроїв знаходяться на другому місці після пожеж, які були спричинені необережним поводженням з вогнем.

Дана проблема залишається актуальною і сьогодні. Для її вирішення необхідно аналізувати причини пожеж від електроустановок та рекомендації з метою їх профілактики.

Для визначення заходів та засобів пожежної безпеки збираються статистичні дані про пожежі. Найбільш небезпечними є пожежі в житлових будівлях, тому що вони супроводжуються загибеллю людей та значними матеріальними збитками. Електротехнічні пристрої в житлових будівлях спричиняють щороку до 13% від усіх пожеж. З них пожежі у навчальних закладах займають до 5%, в адміністративно-громадських будівлях – до 3%, у торгових приміщеннях та складах – до 5% [1].

Пожежна небезпека електричного струму проявляє себе тепловою дією при проходженні у провідниках, коли електрична енергія перетворюється в теплову. Вона характеризується наявністю трьох чинників: горючої речовини, окислювача, джерела запалювання.

Горючими речовинами в електроустановках є: ізоляція проводів, кабелів та обмоток; установчі деталі корпусів апаратів, виконані з горючих матеріалів; навколишнє середовище (пари ЛЗР, ГГ, пил, волокна, горючі предмети) в безпосередній близькості від електроустановок.

Окислювачем служить кисень повітря, який при відкритому монтажі електроустановок завжди може створювати пожежо- чи вибухонебезпечне середовище.

Основними причинами, які приводять до загорання горючих матеріалів, є аварійні режими роботи електроустановок. Короткі замикання в електропроводах та електрообладнанні, струмові перевантаження; утворення великих перехідних опорів та вихрових струмів, винос потенціалу, іскріння та електричні дуги є джерелами запалювання [2].

Метою роботи є дослідити, проаналізувати причини виникнення пожеж та запропонувати відповідні заходи для створення умов безаварійної роботи електроустановок.

При короткому замиканні в електроустановках різко зростає струм в електромережі. В сучасних електричних системах струми короткого замикання можуть досягати десятки, і навіть, сотень тисяч ампер. При короткому замиканні струми в мережах збільшуються (в силових мережах – до 20-40 кА, в освітлювальних мережах – до 3-4 кА). Такі струми за незначний проміжок часу виділяють велику кількість тепла в провідниках, що викликає різке підвищення температури і займання горючої ізоляції, виникнення електричної дуги, розплавлення провідників з подальшим потужним викидом в навколишнє середовище електричних іскор, здатних викликати займання і вибух горючих матеріалів та вибухонебезпечних речовин.

Крім теплової дії, струми короткого замикання викликають між провідниками великі механічні зусилля. При недостатній міцності провідників та їх кріпленні вони можуть бути зруйновані

Раптове зниження напруги (на 30-40%), в результаті короткого замикання, може призвести до зупинки двигунів і розладу технологічного процесу.

При малій віддаленості і достатньо тривалому часі короткого замикання можливе випадання з синхронізму паралельно працюючих генераторів, що є, по суті, найбільшим небезпечним наслідком короткого замикання.

Крім того, струм, який виникає при короткому замиканні, небезпечний для життя людини.

Причини виникнення короткого замикання: неправильний монтаж електрообладнання, пошкодження ізоляції внаслідок перенапруги та прямих ударів блискавки, старіння ізоляції, механічні пошкодження, попадання струмопровідних предметів, обрив проводів ліній електропередач та інші причини [3].

Для недопущення виникнення коротких замикань необхідно проводити такі профілактичні заходи: правильно вибирати, монтувати та експлуатувати електромережі та електроустановки; постійно контролювати стан ізоляції; надійно кріпити струмоведучі частини електроустановок; запобігати попаданню сторонніх тіл в лінії електропередач та електроустановки; проводити планово-профілактичні ремонти та огляди; встановлювати апарати захисту для швидкого від'єднання аварійного обладнання; встановлювати автоматичні регулятори напруги, реактори і т.п.

Пожежна небезпека перевантаження пояснюється тепловою дією струму. При проходженні у провідниках струму, більшого за допустимий, температура ізоляції теж зростає більше допустимої. При двократному і більше перевантаженні провідників спалахування ізоляції не спостерігається, але вона швидше старіє і термін її служби різко скорочується. Тому перевантаження провідників небезпечне.

Виявити збільшення струму в електромережі можна за допомогою електровимірвальних приладів. Зафіксувати підвищення температури провідника можна візуально, на дотик та за допомогою контрольних приладів.

Основні причини виникнення струмових перевантажень – це: неправильний розрахунок і вибір перетину проводів і кабелів, механічне перевантаження електродвигунів, обрив однієї з фаз живлення електродвигуна, зниження напруги в електромережі, паралельне вмикання в мережу непередбачених розрахунком струмоприймачів без збільшення перетину провідників, попадання на провідники струму витоків і блискавки, підвищення температури навколишнього середовища [4].

Перевантаження двигуна можливе при: механічному перевантаженні на валу, зниженні напруги в мережі, роботі трифазного двигуна на двох фазах, неправильному виборі потужності двигуна.

Для профілактики струмових перевантажень необхідно здійснювати такі заходи: правильно розраховувати і вибирати перетин жил проводів і кабелів, не допускати вмикання непередбачених розрахунком споживачів в електромережу, своєчасно проводити планово-попереджувальні ремонти, не допускати роботу трифазного двигуна на двох фазах, правильно підбирати електродвигуни за потужністю і не допускати їх перевантаження, контролювати стан ізоляції і забезпечувати нормальний режим її охолодження, встановлювати апарати захисту і т.п.

Іскри та електричні дуги виникають в таких випадках: комутація електричних кіл, нещільне прилягання контактів між щітками та колектором при роботі електричних машин, при пробі ізоляції, ударі блискавки, зварюванні та різанні металів.

Під дією електричного поля повітря між контактами іонізується і, при достатній величині напруги, проходить розряд, що супроводжується світінням повітря і потріскуванням (тліючий розряд). Із збільшенням напруги тліючий розряд переходить в іскровий, а при достатній потужності іскровий розряд може бути у вигляді дуги. Іскри та дуги при наявності в приміщенні легкозаймистих речовин та горючих газів можуть бути причиною виникнення пожежі та вибуху.

Для зменшення пожежної небезпеки від електричних іскор та дуг необхідно: частини установок, що іскрять за умовами роботи, закривати кожухами або ковпаками; виносити апарати, які іскрять, з вибухонебезпечних приміщень; правильно виконувати з'єднання і окінцювання провідників; контролювати стан щіток, колекторів, контактів вимикачів, рубильників тощо.

Місце виникнення перехідного опору – місце з'єднання контактів або елементів електричного кола, по якому проходить струм. Якщо площа дотикання зменшується по якій-небудь причині, то перехідний опір стає великим. В місцях з великим перехідним опором зростає кількість виділеного тепла. Якщо нагріті контакти дотикаються до горючих матеріалів, то можливе його спалахування, а при наявності вибухових речовин, можливий

вибух. Пожежна небезпека перехідних опорів полягає в місцевому нагріві провідників і посилюється тим, що його важко виявити, оскільки струм в електричному колі не збільшується [5].

Основні причини виникнення великих перехідних опорів – це: поганий контакт (погана скрутка проводів, перекіс контактів, підгоряння та оплавлення контактів), окислення контактів, з'єднання проводів з різнорідними жилами (наприклад, мідь і алюміній), дії на контакти вологого і хімічно-активного середовища, послаблення контакту за рахунок вібрацій при експлуатації і т. п.

Для усунення та недопущення перехідних опорів необхідно: ретельно з'єднувати проводи і кабелі (скруткою, пайкою, зварюванням, опресуванням, застосуванням наконечників); для відводу тепла контакти повинні виготовлятися визначеної маси і поверхні; з'єднувати проводи з однорідними жилами; лудити контакти з міді, бронзи, латуні; використовувати спеціальні наконечники або затискачі; використовувати роз'єднувачі із самоочищенням (за рахунок сил тертя) від окисної плівки; періодично оглядати і підтягувати кріплення гвинтів, болтів і т.п.

Вихрові струми індуються в масивних металевих тілах при перетині їх силовими магнітними лініями, внаслідок чого в масивних провідниках виділяється тепло.

Вихрові струми мають двоякі властивості: корисні, тому що використовуються в електронагрівальних та електровимірювальних приладах; шкідливі, тому що нагрівають металеві сердечники та інші частини електричних машин.

Усунути повністю вихрові струми неможливо, але зменшити можна шляхом: виготовлення сердечників електричних машин і апаратів з окремих тонких пластин, ізольованих лаком і розташованих за напрямком магнітних силових ліній; використання спеціальних легованих сталей (з вмістом до 4%) для зниження електричного опору; використання спеціальних систем охолодження (повітряних, масляних і т.п.).

В результаті виносу потенціалу виникають струми витoku на землю по випадкових шляхах: металеві дахи; трубопроводи систем опалення, газопостачання, систем вентиляції; металоконструкції. На шляхах проходження струму виникають місця з великим перехідним опором, з іскрінням, а це, як правило, призводить до пожежі.

Причини виникнення виносу потенціалу бувають різні. Основні з них – це: пошкодження чи старіння ізоляції; неправильне прокладання проводів поблизу трубопроводів, металевих конструкцій будівель і споруд; відсутність заземлення електрообладнання.

З метою профілактики виносу потенціалу необхідно виконати такі заходи: періодично проводити замір опору ізоляції, влаштовувати заземлення; правильно прокладати проводи поблизу трубопроводів, встановлювати захисні пристрої (наприклад, диференційне реле витoku тощо).

Для протипожежного захисту, а також для захисту людини від ураження електричним струмом, широко застосовують пристрої захисного вимкнення (ПЗВ) [6].

При малих струмах замикання, зниження рівня ізоляції, а також при обриві нульового захисного проводу ПЗВ є єдиним, що забезпечує захист людини від ураження електричним струмом при прямому дотику до однієї зі струмоведучих частин. В основі дії захисного відключення даного пристрою лежить принцип обмеження (завдяки швидкому відключенню) тривалості протікання струму через тіло людини при ненавмисному дотику його до елементів електроустановки, що перебуває під напругою (рис. 1).

Найважливішим функціональним блоком ПЗВ є диференціальний трансформатор струму 1. У абсолютній більшості ПЗВ, які виробляються і експлуатуються в даний час у всьому світі, як датчик диференціального струму використовується саме трансформатор струму.

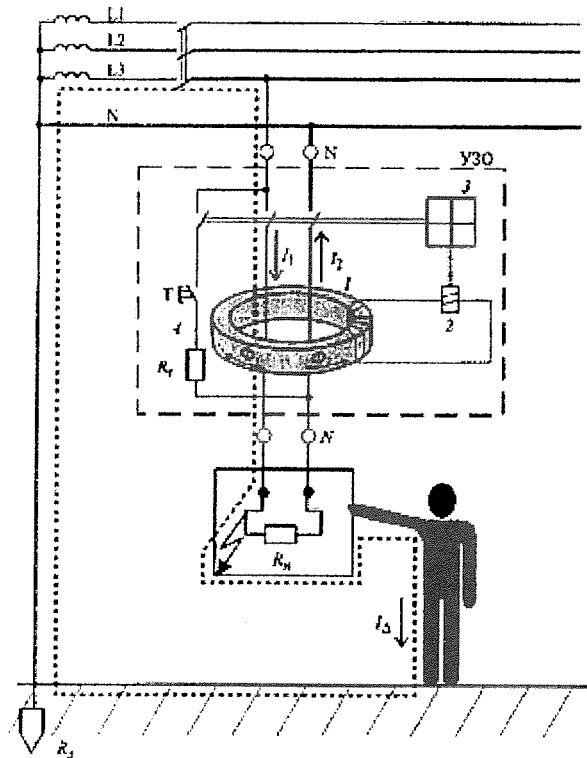


Рис 1. Структура ПЗВ

Пусковий орган (пороговий елемент) 2 виконується, як правило, на чутливих магнітоелектричних реле прямої дії або електронних компонентах. Виконавчий механізм 3 включає силову контактну групу з механізмом привода.

У нормальному режимі, за відсутності диференціального струму - струму витікання, в силовому колі по провідниках, що проходять крізь магнітопровід трансформатора струму 1, протікає робочий струм навантаження. Провідники, що проходять крізь магнітопровід, утворюють зустрічно включені первинні обмотки диференціального трансформатора струму.

Рівні струми в цих обмотках наводять в магнітному сердечнику трансформатора струму рівні, але векторні зустрічно направлені магнітні потоки Φ_1 і Φ_2 . Результуючий магнітний потік рівний нулю, струм у вторинній обмотці диференціального трансформатора також рівний нулю. Пусковий орган 2 в цьому випадку знаходиться в стані спокою. При дотику людини до відкритих струмопровідних частин або до корпусу електроприймача, на який відбувся пробій ізоляції, по фазному провідникові через ПЗВ окрім струму навантаження протікає додатковий струм - струм витікання, що є для трансформатора струму диференціальним (різним). Нерівність струмів в первинних обмотках викликає нерівність магнітних потоків і, як наслідок, виникнення у вторинній обмотці трансформованого диференціального струму. Якщо цей струм перевищує значення уставки порогового елемента пускового органа 2, останній спрацьовує і впливає на виконавчий механізм 3. Виконавчий механізм, що зазвичай складається з пружинного привода, спускового механізму і групи силових контактів, розмикає електричне коло. В результаті, електроустановка, яка захищається ПЗВ, знеструмується. Для здійснення періодичного контролю справності (працездатності) ПЗВ передбачене коло тестування 4. При натисненні кнопки "Тест" штучно створюється відключаючий диференціальний струм. Спрацьовування ПЗВ означає, що він справний.

На рис. 2 приведено графічні інтерпретації фізіологічного впливу змінного струму на людину та часо-струмові характеристики ПЗВ:

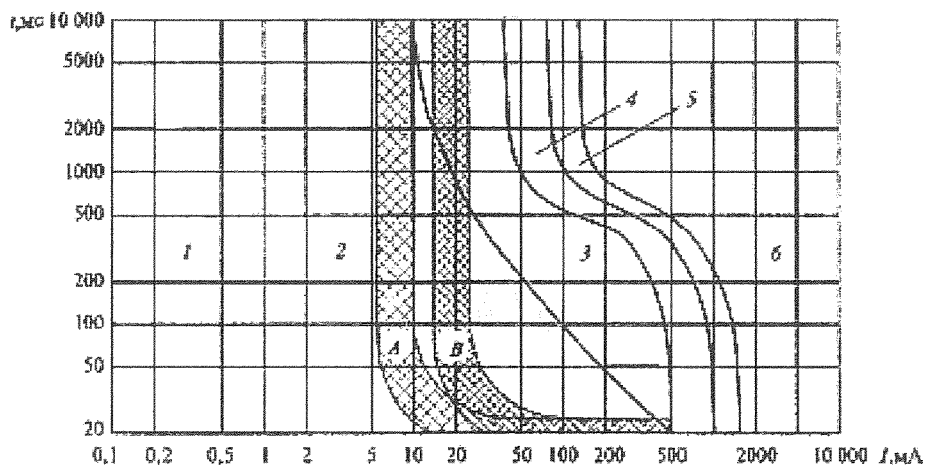


Рис 2. Графік областей фізіологічної дії на людину змінного струму (50-60 Гц) і часошвидкісні характеристики ПЗВ:

- 1 - невідчутні струми; 2 - відчутні, але такі, що не викликають фізіологічних порушень;
- 3 - відчутні, але такі, що не викликають небезпеки фібриляції серця;
- 4 - відчутні, такі, що викликають небезпеку фібриляції серця (вірогідність < 5%);
- 5 - відчутні, такі, що викликають небезпеку фібриляції серця (вірогідність < 50%);
- 6 - відчутні, такі, що викликають небезпеку фібриляції серця (вірогідність > 50%);
- A і B - часошвидкісні характеристики ПЗВ ($ID_n=10\text{mA}$ і $ID_n=30\text{mA}$).

Іншою, не менш важливою властивістю ПЗВ, є його здатність здійснювати захист від загорянь і пожеж, що виникають на об'єктах внаслідок можливих ушкоджень ізоляції, несправностей електропроводки й електроустаткування.

Пристрій захисного вимкнення, реагуючи на струми витікання в землю, завчасно відключає електроустановку від джерела живлення, запобігаючи тим самим недопустимому нагріванню провідників, виникненню короткого замикання, іскріння, дуги й можливого наступного загоряння.

За останні 50 років ведеться інтенсивна робота з вивчення дії електричного струму на організм людини та розробки електрозахисних засобів. В 1960-70 рр. в усьому світі, у першу чергу в країнах Західної Європи, Японії, США почалося активне впровадження пристрою захисного вимкнення в широку практику. В 70-х роках у нашій країні теж активно велися науково-дослідні, експериментальні й дослідно-конструкторські роботи зі створення й впровадження ПЗВ. На декількох підприємствах було освоєне виробництво ПЗВ, на жаль, у малих обсягах.

В наш час пристрій захисного вимкнення в розвинутих країнах світу став звичним й обов'язковим елементом будь-якої електроустановки промислового або соціально-побутового призначення. ПЗВ є обов'язковим елементом будь-якого розподільчого щита, цими пристроями обладнані в обов'язковому порядку всі пересувні об'єкти (житлові будиночки-причепи на кемпінгових майданчиках, торговельні фургони, фургони громадського харчування, малі тимчасові зовнішні електроустановки), ангари, гаражі. ПЗВ вбудовують у розеточні блоки або вилки, через які підключаються електроінструменти або побутові електроприлади, експлуатовані в небезпечних (вологих, запилених і т.п.) приміщеннях. Страхові компанії при оцінюванні страхової суми обов'язково враховують наявність на об'єкті страхування ПЗВ і їхній технічний стан.

На рис. 3 представлена схема електропостачання муніципальної квартири з установкою ПЗВ стосовно системи TN-C-S. Зона дії ПЗВ повинна охоплювати можливо більшу кількість електроприймачів і групових ліній з урахуванням обмежень, викладених в нормативних документах щодо використання електроустановок.

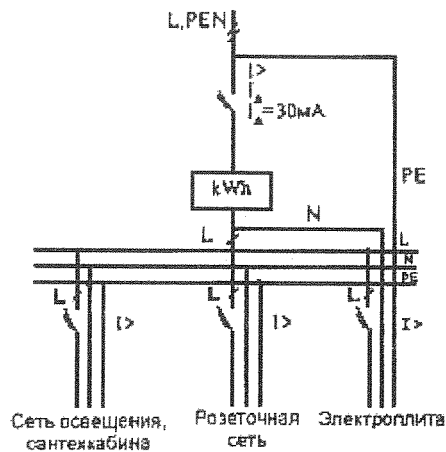


Рис. 3. Приклад схеми електропостачання муніципальної квартири із системою TN-C-S

Сотні мільйонів ПЗВ успішно, про що свідчить офіційна статистика, захищають життя й майно громадян Франції, Німеччини, Австрії, Австралії й інших країн від електроуражень і пожеж. У цей час на кожного жителя зазначених країн доводиться в середньому по два пристрої захисного вимкнення.

Таким чином, аварійні режими роботи електричних мереж – небезпечні явища, які можуть призвести до пожежонебезпечних та надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Тому, для забезпечення нормальної роботи електроустановок, необхідно проводити ряд вище перелічених профілактичних заходів по недопущенню виникнення цих режимів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудим В.І., Рудик Ю.І., Столярчук П.Г. Аналіз стану та причин виникнення пожеж електричного походження у побутовому секторі. - Збірник наукових праць „Пожежна безпека” № 5.- Львів: ЛІПБ, УкрНДІПБ, 2005.- С. 172-174.
2. Смелков Г.И., Фетисов П.А. Возникновение пожаров от коротких замыканий в электропроводах.- М.: Стройиздат, 1994.- С. 11-65.
3. Бойченко В.И. Особенности расчетов токов короткого замыкания в распределительных сетях.- Л.: Энергия, 1995. – 85 с.
4. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.- К., 1998.
5. ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозащитних средств.- Київ: Форт, 2001.
6. Беляев А.В. Выбор аппаратуры защиты и кабелей в сетях 0,4 кВ.- Л.: Энергоатомиздат, 1998. – 172 с.