

УДК 658.328.3(075)

DOI 10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-23-02

Беспалова А.В., Романюк В.П., Дашковська О.П., Книш О.І., Вэтох О.М.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

КОНТРОЛЬ ПІДКЛЮЧЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ – ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖІ

Проведений аналіз аварійної роботи електромереж в старих будівлях, в яких дуже збільшилась насиченість приміщень технічними системами життєзабезпечення, в результаті чого збільшилось навантаження електричних мереж, яке перевищує розрахункові значення та викликає часте аварійне відключення електромережі установленими раніше автоматичними вимикачами. Крім того, експлуатація автоматичних вимикачів в агресивних умовах може порушити допустимий рівень величин сили струму встановлених для відключення споживачів. В даному випадку необхідно замінювати застарілу електричну мережу на нову, замінювати несправні автоматичні вимикачі на нові. Така робота потребує матеріальних затрат, тому деякі електрики використовують небезпечний метод паралельного підключення до основної групи контактів автоматичного вимикача додаткову групу контактів. Щоб цього уникнути необхідно встановити нормативні терміни технічного обслуговування автоматичних вимикачів, заборонити з'єднування контактних клем автоматичних вимикачів зовнішніми та внутрішніми провідниками для зміни величини максимального струму розмикання електромережі.

Ключові слова: Пожежа, пожежна безпека, автоматичні вимикачі, вхідні та вихідні контактні групи, струмові перевантаження.

Постановка проблеми. В наш час електрична енергія стала настільки звичною, що ми забуваємо про правила безпеки, аби уникнути небезпеки ураження електричним струмом та виникнення пожежі. Згідно офіційних даних серед пожеж в житловому секторі 43,4% стається через порушення правил улаштування і експлуатації електромережі. Внаслідок пожеж гине 3-4 тис. осіб, з яких 90 % у житловому секторі. Статистика підтверджує, що кількість пожеж особливо в житловому секторі продовжує збільшуватись. Відповідно «Оперативної інформації про надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характеру» на території України станом на 04 квітня 2023 року відбулося (за добу/з початку року): 95/14086 пожеж, з них: - в житловому секторі 62/6751, - виробничій 2/455, - транспорті 6/584, - інших 25/6296, загинуло 4/555 людини, постраждалих 8/437 людей. [1]. Переважна більшість таких пожеж виникає в процесі експлуатації кабелів, проводів та інших електротехнічних виробів.

По статистиці у 20 – 25 % випадках причинами пожеж є порушення правил монтажу та експлуатації електроустаткування та побутових електроприладів. Тобто кожна п'ята пожежа виникає внаслідок аварійних режимів в електромережах будівель, електричних провідників, загоряння електричних виробів та електроустановок [2].

Горючими речовинами в електроустановках є ізоляція проводів, горючі деталі корпусів апаратів, горюче та вибухонебезпечне середовище навколо електроустановок. Окислювачем є кисень повітря. Джерелами запалювання є аварійні режими роботи електроустановок, а саме коротке замикання, струмові перевантаження, утворення великих перехідних опорів та вихрових струмів, винесення потенціалу, іскріння та електричні дуги. [3].

Аналіз літературних даних. Основною причиною виникнення пожеж є висока ступінь зношеності будівель їх конструктивних елементів та інженерних мереж особливо в будівлях історичної забудови та порушення правил пожежної безпеки при експлуатації електроустановок за рахунок перевантаження мережі, коротких замикань та великих перехідних опорів, що пов'язано з наявністю великої кількості старих електромереж, не розрахованих на значну кількість електрообладнання з великою споживаною потужністю. До середини 90-х років в будівлях громадського і житлового призначення використовувалися алюмінієві провідники, а потужності електрообладнання були незначними. Основною причиною виникнення пожеж саме у житловому секторі є порушення пожежної безпеки при експлуатації електроустановок. У сучасних приміщеннях використовується значно більше споживачів з підвищеною потужністю (рис.1) [4].



Рисунок 1– Наслідки аварійного режиму роботи електричного подовжувача:

- а) джерело запалювання - аварійний подовжувач зі слідами перенавантаження електромережі;
 б) під стелею спостерігаються провідники аварійної електричної мережі; в) на сходовій клітині спостерігається інтенсивне горіння від термічної дії електричної енергії перенавантаженої електромережі провідників

Джерелом запалювання при порушенні правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок є перевантаження, коротке замикання, великі перехідні опори тощо. Серед причин виникнення пожеж, які пов'язані з електромережами, найбільш розповсюдженим є коротке замикання. Воно виникає при надмірних чи тривалих перевантаженнях або через механічне пошкодження ізоляції між дротами. При цьому різко збільшується сила струму і кількість теплоти, що призводить до плавлення та загорання ізоляції і горючих предметів, що знаходяться поруч від розплавлених частинок металу дроту, які розлітаються довкола. Режим однофазного короткого замикання створюється, якщо порушується ізоляція між будь-якою фазою і землею або нульовим проводом. У мережі з глухим заземленням нейтралі можливі ще інші види короткого замикання, а саме двофазне коротке замикання на землю та трифазні замикання. Трифазні КЗ є симетричні, а всі інші види короткого замикання – несиметричні [5].

Місця з'єднання жил проводів і кабелів, а також з'єднувальні та відгалужувальні затискачі повинні мати мінімальний перехідний опір та виконуватись за допомогою опресування, зварювання, паяння або затискачів, щоб уникнути їх перегрівання і пошкодження ізоляції стиків. Втрати опору ізоляції на стиках повинні бути не більше втрат опору ізоляції на цілих жилах цих проводів і кабелів. Попри заборони нормативних документів на теперішній час найпоширенішим способом з'єднання провідників є скручування, яке не являється безпечним, і потребує заміни альтернативними безпечними варіантами з'єднань, наприклад, зварювання, паяння, опресування, клемні колодки. Проте є випадки, коли ми не можемо використати зварювання контактів у пожежо- та вибухонебезпечних зонах, при працюючих агрегатах. Тому підхід до вирішення проблеми повинен бути комплексним і враховувати усі особливості процесу [6]:

- Перевантаження мережі, коли в неї підключають електроприлади з більшою загальною потужністю, ніж та, на яку розраховано мережу. Тривалі перевантаження призводять до руйнування ізоляції, виникненню короткого замикання та пожежі.

- Поганий контакт, який виникає через послаблення або окиснення контакту і призводить до ослаблення сили струму. Запобіжники в такому випадку не спрацьовують. Через це виникає місцевий перегрів, який може призвести до пожежі.

В роботі [7] проаналізований стандартизований метод оцінки пожежної небезпеки електроустановок та досліджено його застосування для розрахунку імовірності виникнення пожежі внаслідок зростання перехідного опору контактних з'єднань. На підставі цього розроблені методологічні засади та технічні засоби контролю стану електричних мереж житлових та громадських будівель. У європейських гармонізованих нормативних документах [8-10] встановлено вимоги щодо використання в системах електропроводки (кабельних лініях) будинків і споруд: а) вогнестійких кабелів з мінеральною ізоляцією згідно з EN 60702-1 [11] (ідентичний до ІЕС 60702-1) та інших типів і класів кабелів, випробуваних за EN 50200 [12]. Причому відзначається, що національними нормами Німеччини та Австрії вимагається використання електричних кабелів, випробуваних в умовах стандартного температурного режиму згідно з DIN 4102-12 [13]; б) систем кабельних трубопроводів згідно з ІЕС 61386-1, який прийнято як європейський стандарт EN 61386-1 та впроваджено в національний стандарт

України ДСТУ 4549-1 [14]; в) систем кабельних коробів згідно з ІЕС 61084-1, який впроваджено в національний стандарт України ДСТУ 4499-1 [15], хоча є чинним EN 50085-1 [16], який містить більш актуальні вимоги пожежної безпеки, порівняно із зазначеним міжнародним стандартом.

Визначення протипожежної надійності електромережі виконується різними методами та засобами, а саме: вимірювання опору ізоляції провідників відносно нейтралі; вимірювання сумарного опору всієї електромережі та порівняння з еталонним опором, розрахованим математично та інші [7]. Кожна методика має певні переваги та недоліки. Проте жодна з методик, що наведена вище, не дозволяє розрахувати ймовірність виникнення пожежі.

Метою роботи є дослідження запалювання та виникнення пожеж при наявності шунтування вхідних та вихідних контактних клем автоматичних апаратів для захисту електромереж живлення споживачів, що зменшить ризик виникнення пожеж.

Постановка задачі та її розв'язання. На сьогодні багато питань щодо внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель, пов'язаних з їх пожежною небезпекою, поки що не врегульовані та потребують вирішення. Адміністративні та житлові будівлі та пам'ятники архітектури, як правило, залишаються часто поза увагою ДПН по контролю за дотриманням правил пожежної безпеки обслуговуваними працівниками, оскільки головна увага робиться на наявність автоматичних систем пожежної сигналізації, планів оповіщення та евакуації, вимірювання опору ізоляції та великих перехідних опорів окремих ділянок електромережі, наявності з'єднань електричних провідників методом «скруток» та ведення експлуатаційних документів тощо. Для захисту електричної мережі від перенавантаження та коротких замикань використовуються автоматичні вимикачі та запобіжники. В процесі довготривалої експлуатації електромережі, особливо в старих будівлях, у зв'язку зі збільшенням потужності та кількості ввімкнутих електричних споживачів використання електричної енергії для обігріву приміщень та навантаження на окрему електромережу може перевищувати розрахункові значення та викликати часте аварійне відключення електромережі установленими раніше автоматичними вимикачами. Крім того, експлуатація автоматичних вимикачів в агресивних умовах може порушити допустимий рівень величин сили струму встановлених для відключення споживачів. Для забезпечення безаварійного функціонування електромережі в даному випадку необхідно замінювати застарілу електричну мережу на нову, розраховану на підвищене навантаження, замінювати несправні автоматичні вимикачі на нові. Така робота потребує матеріальних затрат, тому деякі електрики використовують небезпечний метод паралельного підключення до основної групи контактів автоматичного вимикача додаткову групу контактів. При цьому в трьохфазних автоматичних вимикачах паралельно попарно з'єднують вхідні та вихідні контактні групи (шунтуванням) існуючого автоматичного вимикача, наприклад, з'єднують між собою вхідні контакти фаз «А» і «С» та вихідні контакти фаз «А» і «С». При цьому вони не враховують, що таке шунтування вхідних та вихідних контактних клем (наприклад, фаз «А» та «С») не захищає жилу кабелю електромережі від перенавантаження тому, що вимикання автоматичного вимикача в даному випадку відбувається тільки при силі струму, який в два рази перевищує допустимий для провідника даної мережі.



Рисунок 2 – Фото автоматичного вимикача з шунтовими перемичками вхідних та вихідних контактних груп по фазам "А" та "С".



Рисунок 3 – Фото автоматичного вимикача з шунтовими перемичками вхідних та вихідних контактних груп по фазам "А" та "В".

В даному випадку перенавантаження мережі вимикач не спрацьовує, виділяється надлишкова теплова енергія, яка з високою ймовірністю може викликати запалювання та пожежу. Приклади використання такого «методу» загублення автоматичних вимикачів неодинокі. Так, в процесі огляду місця пожежі в пам'ятнику архітектури міста Одеси прибутковому будинку Асвадура в приміщенні електрощитової та овочевого цеху кухні виявлено два автоматичних вимикача з такими змінами підключення навантаження.

На фото рис.2, 3, виконаних експертами при огляді міста пожежі, яка відбулася 4 грудня 2019 році в будівлі історичної забудови міста Одеса, для «виключення» частого спрацьовування вимикачів при збільшенні навантаження електричної мережі спостерігається типове попарне шунтування вхідних та вихідних контактів трьохфазних автоматичних вимикачів з ціллію використання їх в якості автоматичних вимикачів в однофазній електромережі.

Слід зауважити, що відповідно до закону Ома для відрізка електричного ланцюга в даному випадку величина струму на вхідних контактах вимикача розділяється на двоє, і через обидва елементи захисту відповідного вимикача проходить струм в два рази менший, а тому вимикач буде вимикати контакти тільки при струмі, в два рази перевищуючого нормативну допустиму величину, встановлену при улаштуванні даної електромережі:

$$I_{ex} = I_{ex1} + I_{ex2} = I_{вих},$$

де I_{ex} – величина струму, протікаючого по вхідній жилі кабелю; I_{ex1} - величина струму, що протікає по вхідній контактній парі автоматичного вимикача; I_{ex2} - величина струму, що протікає по другій контактній групі автоматичного вимикача; $I_{вих}$ - величина струму, що протікає по вихідній контактній парі автоматичного вимикача та мережі споживача.

На жаль, така ситуація спостерігається у багатьох приміщеннях історичної забудови, тому що органи Державного пожежного нагляду (ДПН), як правило, не звертають особливу увагу на таку «раціоналізацію» обслуговуючого персоналу підприємства, та не проводять, як контроль надійності спрацьовування автоматичних вимикачів, так і правильність з'єднання провідників електромережі з їх контактами.

Висновки. З метою попередження виникнення пожежі в наслідок теплової дії електричної енергії, а саме перенавантаження та коротких замикань електричної мережі, вважаємо доцільним у процесі експлуатації впроваджувати підсилення періодичного контролю якості електромереж низької напруги, в першу чергу недопущення наявності шунтування вхідних та вихідних контактних клем автоматичних апаратів захисту електромереж живлення споживачів, що зменшить ризик виникнення пожеж в історичних будівлях та пам'ятниках архітектури України.

Таким чином, для запобігання нагрівання від великих перехідних опорів та запобігання пожежі особливу увагу потрібно приділяти з'єднанню струмоведучих частин між собою, а також підключенню їх до провідників електричної мережі. Вважаємо визначити та встановити нормативні терміни технічного обслуговування автоматичних вимикачів. Заборонити з'єднання контактних клем автоматичних вимикачів зовнішніми та внутрішніми провідниками для зміни величини максимального струму розмикання електромережі, та дотримуватися заходів безпеки при їх експлуатації.

Інформаційні джерела

1. ЗВІТ про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році.
2. НАПБ А.01.001-2014. «Правила пожежної безпеки в Україні».
3. Зобенко О. Модель протипожежного захисту електричних мереж у місцях контактних з'єднань. Науковий збірник: Цивільний захист та пожежна безпека. Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, № 1 (15) 2023. С. 141-147.
4. Гудим В. І. та інш. Електротехнічні засоби забезпечення пожежної безпеки об'єкта Техногенна безпека. [Навчальний посібник]. Л.: ЛДУ БЖД, 2020. 414 с.
5. Розроблення розеточного модуля електричної мережі. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація: збірник наукових праць Черкаси ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України / О. М. Землянський, О. М. Мирошник, Д. В. Лесечко, О. О. Зобенко. Т. 4. № 20. 2020. С. 20–28.
6. Правила улаштування електроустановок. Х.: «Індустрія», 2015. 424 с.

7. Ю.І. Рудик, П.Г. Столярчук. Оцінка пожежної безпеки зростання перехідного опору контактних з'єднань електроустановок., 2010.
8. HD 60364-4-42:2011 Low voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects (IEC 60364-4-42:2010, modified) (Установки електричні низьковольтні. Ч. 4-42. Заходи безпеки. Захист від термічних ефектів).
9. HD 60364-5-52:2011 Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems (IEC 60364-5-52:2009, modified + corrigendum Feb. 2011) (Установки електричні низьковольтні. Ч. 5-52. Видбирання та монтування електричного устаткування. Системи електропроводки).
10. HD 60364-5-56:2010 Low-voltage electrical installations – Part 5-56: Selection and erection of electrical equipment – Safety services (IEC 60364-5-56:2009) (Установки електричні низьковольтні. Ч. 5-56. Видбирання та монтування електричного устаткування. Системи безпеки).
11. EN 60702-1:2002 Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables (Кабелі з мінеральною ізоляцією та їх арматура на номінальну напругу до 750 В включно. Ч. 1. Кабелі).
12. EN 50200:2006 Method of test for resistance to fire of unprotected small cables for use in emergency circuits (Метод випробування на вогнестійкість незахищених кабелів з малим перерізом, призначених для застосування в колах аварійного живлення).
13. DIN 4102-12:1998 Fire behaviour of building materials and elements – Fire resistance of electric cable systems required to maintain circuit integrity – Requirements and testing (Вогнева поведінка будівельних матеріалів та елементів. Вогнестійкість електричних кабельних систем, що забезпечують цілісність кіл. Вимоги та випробування).
14. ДСТУ 4549-1:2006 Системи кабельних трубопроводів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (IEC 61386-1:1996, IEC 60423:1993, MOD).
15. ДСТУ 4499-1:2005 Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (IEC 61084-1:1991, NEQ).
16. EN 50085-1:2005 Cable trunking systems and cable ducting systems for electrical installations - Part 1: General requirements (Системи кабельних коробів із знімними кришками та системи глухих кабельних коробів. Ч. 1. Загальні вимоги).

Bespalova A., Romanyuk V., Dashkovska O., Knysh O., Vetokh O.
Odesa State Academy of Construction and Architecture

CONNECTION CONTROL OF CIRCUIT BREAKERS – FIRE PREVENTION

Abstract. *An analysis of the emergency operation of electrical networks in old buildings was carried out, in which the saturation of the premises with technical life support systems has increased, as a result of which the load of electrical networks has increased, which exceeds the calculated values and causes frequent emergency shutdowns of the electrical network by previously installed circuit breakers. In addition, the operation of circuit breakers in aggressive conditions may violate the permissible current level established for disconnecting consumers. In this case, it is necessary to replace the outdated electrical network with a new one, replace faulty circuit breakers with new ones. Such work requires material costs, so some electricians use the dangerous method of parallel connecting an additional group of contacts to the main group of contacts. To avoid this, it is necessary to establish standard maintenance periods for circuit breakers, prohibit the connection of the contact terminals of circuit breakers with external and internal conductors to change the value of the maximum trip current of the electrical network.*

Key words. *Fire, fire safety, circuit breakers, incoming and outgoing contact groups, current overloads.*