

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗЕТОК ЗА РАХУНОК
ВИКОРИСТАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ЗАХИСТУ

Шифр: Електрична розетка

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. АНАЛІЗ ПОЖЕЖ ВІД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ПРИКЛАДИ ПОЖЕЖ ВІД РОЗЕТОК.....	4
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БЕЗПЕКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗЕТКАХ.	8
2.1. Електрична розетка з контактом заземлення	8
2.2. Електрична розетка без штепсельної вилки	9
2.3. Електрична розетка з додатковими функціями	10
3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ РОЗЕТКИ З ТЕПЛОВИМ ЗАХИСТОМ	12
3.1. Вибір способу захисту електричної розетки від небезпечного нагрівання.....	12
3.2. Визначення оптимальних характеристик температурних запобіжників..	15
3.3. Конструкція електричної розетки з тепловим захистом	18
ВИСНОВКИ.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22

ВСТУП

Пожежна небезпека виникає при порушенні правил і норм монтажу і експлуатації електричних установок. Електричний струм і наслідки його дії при відповідних умовах перетворюються в потужне джерело запалювання горючого середовища. Статистика [1] показує, що кожного року в Україні виникає більше 70 тисяч пожеж, з яких 11,5-13 тисяч від електроустановок (рис. 1).

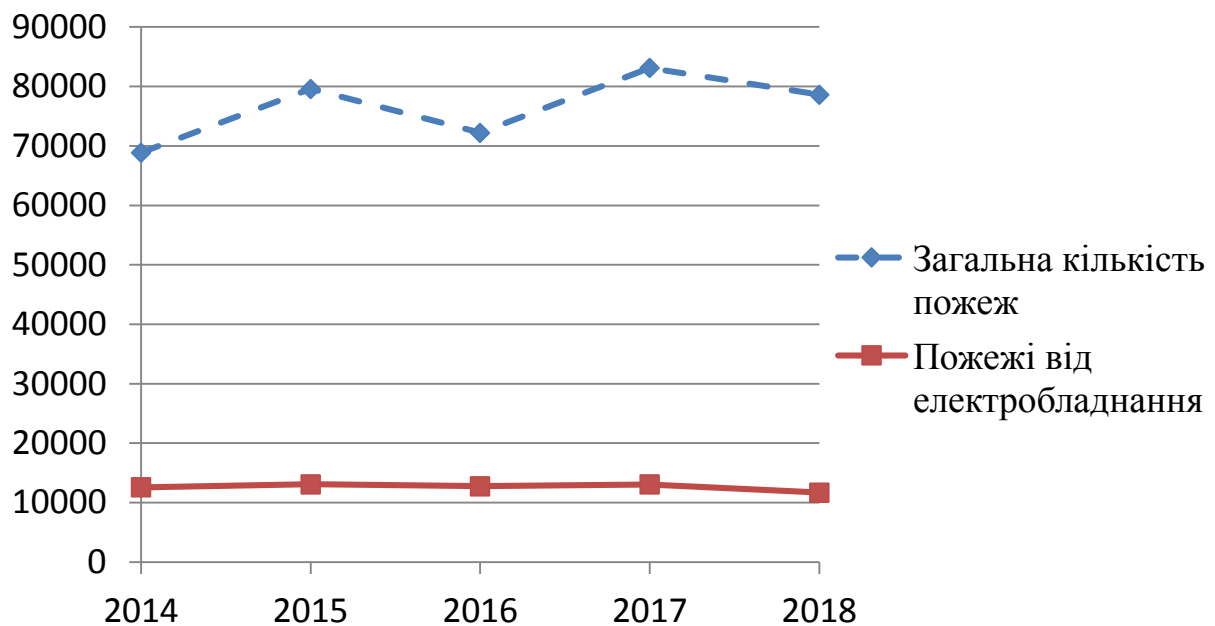


Рисунок - 1. Пожежі, щовиникли в Україні протягом 2014-2018 років.

Найбільша кількість пожеж від електроустановок трапляється в результаті коротких замикань, струмових перевантажень, перегріву контактів із великими перехідними опорами. Причинами коротких замикань є пошкодження ізоляції струмоведучих частин електрообладнання, механічні пошкодження в обмотках електродвигунів і електропроводах, великі вібрації, неправильний монтаж, часті огляди і перестановки електрообладнання. Тому удосконалення способів виявлення та попередження пожежонебезпечних режимів роботи електрообладнання залишається актуальною задачею.

1. АНАЛІЗ ПОЖЕЖ ВІД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ПРИКЛАДИ ПОЖЕЖ ВІД РОЗЕТОК.

Несправність електричного обладнання або його неправильна експлуатація, значно підвищують ризик виникнення пожежі. Складність полягає в тому, що струмопровідні частини електроприладу чи електричної мережі як правило приховані в корпусах, коробах тощо. Саме тому про несправність людям стає відомо вже коли проявляються негативні наслідки несправностей у вигляді іскріння, надмірного нагрівання, появи неприємного запаху, диму і навіть виникнення загорання (рис.2).



Рисунок 2. – загорання електричного подовжувача[2]

Досить одного короткого замикання, що призведе до підвищення температури вище граничного рівня або отримання іскор, чого буде достатньо для займання контактуючих предметів.

Серед причин виникнення пожеж електричного походження найчастіше виділяють наступні:

- 1) короткі замикання;
- 2) перевантаження мережі;
- 3) великі значення перехідних опорів.
- 4) недотримання правил безпеки під час експлуатації електричних приладів

Враховуючи наведені причини виникнення пожеж та з метою попередження аварійних ситуацій в електричних мережах та мінімізації їх

наслідків здійснюються різні заходи та використовуються відповідні апарати захисту. Зокрема відомо, що з часом відбувається старіння ізоляції електричних проводів та кабелів. Тому електропроводки періодично проводяться оглядають та перевіряють за допомогою фахівців, перевіряють опір ізоляції.

Для мінімізації прояву негативних наслідків коротких замикань та перевантажень електричні мережі обладнуються відповідними апаратами захисту, такими як запобіжники, автоматичні вимикачі, теплові реле тощо.

Відомі випадки самозаймання легкозаймистих речовин і матеріалів внаслідок дії теплової енергії електроприладів. Причиною нагрівання є підвищення опору в місці контакту або перевищення допустимого струмового навантаження. Температура самозаймання (без відкритого вогню) деяких матеріалів достатньо низька. Наприклад, займання паперу відбувається при 175 градусах. Це невисока температура, часто зустрічається в побуті. Так лампа розжарювання має температуру у включеному стані до 300 градусів. Високі температури також можуть бути присутні на поверхнях побутових та промислових нагрівальних приладів. Фактично в цьому випадку причина виникнення аварійної ситуації пов'язана з недотриманням правил безпеки під час експлуатації обладнання.

Виникнення аварійних ситуацій через великі значення перехідного опору є одним із найскладніших питань. Оскільки наявність великого перехідного опору в місці комутації призводить до надмірного локального нагрівання, крім цього не відбувається значних змін контрольованих характеристик електричного струму в колі, через які б спрацьовували апарати захисту.

Одним із місць де через наявність великих значень перехідного опору можуть виникати загорання є електричні розетки. Виникнення пожеж може відбуватися через ослаблення контакту між розеткою та штепселем, внаслідок чого починає горіти ізоляція електричного проводу, горючі деталі штепселя та розетки, а далі шпалери та інші горючі матеріали будівельних конструкцій та оздоблення (рис. 3).

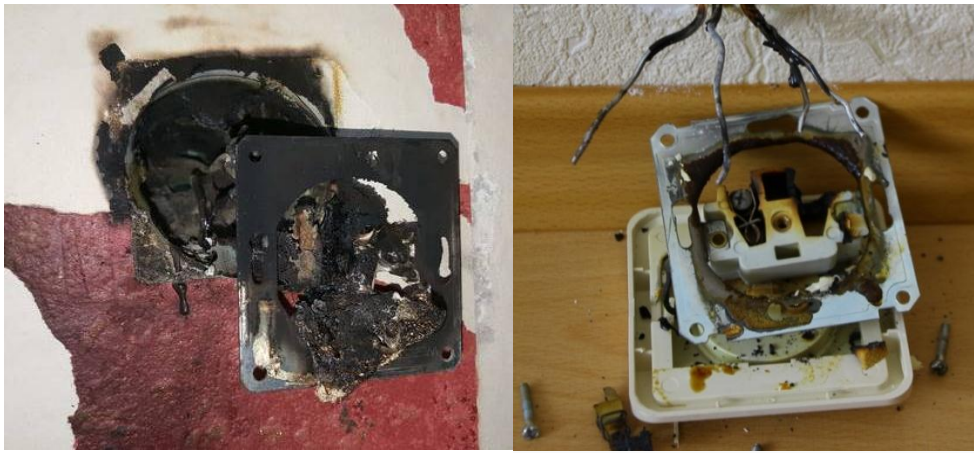


Рис.3 Приклади виникнення загорання в електричній розетці.

Ще одна причина - це неякісні і старі розетки. Адже сама вилка електроприладу повинна щільно заходити в розетку. Якщо з'єднання гріється або іскрить потрібно негайно міняти штепсель та розетку. Неякісні електричні розетки можуть на вигляд бути однаковими з якісними, але в таких моделях пластик гріється і спалахує, а контакти не завжди мають притискні пружини.

Головною причиною того що розетки плавляться є тепло, яке завжди виділяється при поганому контакті провідників.

У конструкції механізму розетки є два місця, де може утворюватися тепло:

1) контакт між струмоведучими проводами і клемми механізму самої розетки.

2) контакт між пелюстками розетки і штекерами вилки електроприладу.

Гвинтове з'єднання клем з часом слабшає, в результаті чого утворюється мікрощілина між проводом і клемою (зменшує площу зіткнення поверхонь), і знову ж таки, на маленькій площі контакту сконцентрований великий струм, який викликає виділення тепла. При збільшенні зазору може виникати іскріння (іноді можна чути дзижчання всередині розетки), що теж супроводжується виділенням тепла. Щоб уникнути таких негативних наслідків, необхідно після установки розетки періодично підтискати різьбові з'єднання. Не зайвим буде під гвинти встановити гравера, оскільки вони утримують гвинт від довільного ослаблення.

У якісних розетках на контактних пластинах встановлені пружинні хомутики, які перешкоджають деформації пелюсток і ослаблення контакту. У

дешевих розетках таких підсилень немає, в результаті чого пелюстки досить швидко деформуються.

Існують конструкції контактів розетки, які містять нерухомі пелюстки і притиснуту пружиною плаваючу контактну пластину.

Пружини притискають пелюстки до штирів вилки, що створює постійний надійний контакт.

Однак під час експлуатації роз'ємних з'єднань можлива дія чинників, які призведуть до появи небезпечних значень перехідних опорів, навіть при використанні оптимальної конструкції контактної групи елементів розетки. Зокрема можливе надмірне окиснення контактів, потрапляння сторонніх предметів, використанні штепсельних вилок з різним діаметром штирів, пошкодження поверхні контактуючих елементів дією електричної дуги та іскор, які можуть виникати в момент розмикання увімкнених приладів.

Отже, попередження аварійних ситуацій в електричних мережах є складною задачею, яка вимагає використання різних технічних засобів та проведення відповідних безпекових і профілактичних заходів. Водночас питанням зменшення небезпеки роз'ємних контактних з'єднань не приділено значної уваги, тому необхідно здійснити пошук технічних рішень, які б дозволили попередити виникнення загорань внаслідок надмірного нагрівання контактів електричних розеток.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БЕЗПЕКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗЕТКАХ.

2.1. Електрична розетка з контактом заземлення

В сучасному будівництві, як правило, використовують розетки із заземлення[3]. Візуально один вид розеток легко відрізнити від іншого за наявністю заземлюючого контакту (рис 4.).

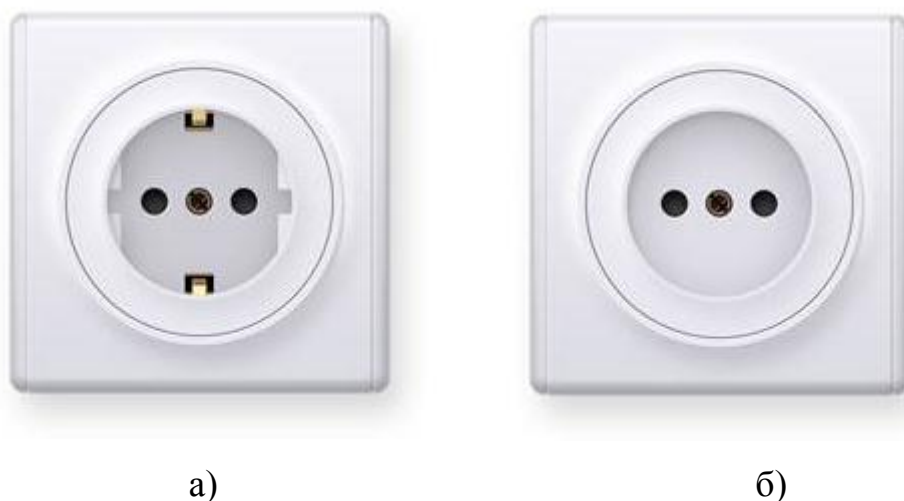


Рисунок 4. – Електрична розетка : а – із контактом заземлення, б) без контакту для заземлення

Якщо в житловому приміщенні немає заземлення, то при торканні до корпусу зламаного електричного приладу (праски, пилососа або пральної машини) весь струм пройде через тіло людини, і це може бути смертельно небезпечним.

Якщо в житловому приміщенні є заземлення, то ситуація буде іншою. Опір тіла людини набагато вище, ніж опір провідників у колі заземлення. Велика частина струму при поломці електричного приладу піде саме в ланцюг заземлення. Навіть якщо людині не пощастить торкнутися до електричного приладу в момент його поломки, і корпус приладу буде під напругою, то все одно він отримає набагато слабший удар електричним струмом, ніж міг би отримати при відсутності заземлення. З метою підвищення електробезпеки в будинках із сучасною електропроводкою необхідно встановлювати електричні розетки із заземленням.

2.2. Електрична розетка без штепсельної вилки

Одним з рішень щодо підвищення безпеки під час користування електричними приладами є технологія електричних розеток без штепсельних вилок. Відомі системи передачі енергії MiPlug [4], Енерджі НОТ[5] тощо в яких передача енергії від мережі до споживача відбувається через спеціальну розетку без штепсельного з'єднання. Її відмінність від звичних нам пристроїв в тому, що амортизована вилка не встромляється в роз'єм, а примагнічується до нього. Також прилад можна підключити до розетки за допомогою спеціальних перехідників. Вони кріпляться на вилку і розетку (рис. 5).



а)

б)

Рисунок 5. - Безштепсельні розетки : а) MiPlug, б) Енерджі НОТ

Такі електричні система орієнтовані на малопотужні пристрої - світлодіодні настільні лампи, нічники, радіоприймачі, зарядні пристрої мобільних телефонів, та планшетів тощо. Енергія між розеткою і вилкою передається за рахунок електромагнітної індукції.

Перевагами таких систем є зниження небезпеки ураження електричним струмом безпека, та зручність підключення. Проте є і ряд недоліків основні з них :

- обмежена потужність – 100-200 Вт,

- значні втрати енергії – 4-10 %.

2.3. Електричні розетка з додатковими функціями

Враховуючи розвиток сучасної електроніки виробники та винахідники пропонують широкий спектр електричних розеток з різним додатковими функціями[6-10]. Таким функціями можуть бути:

- вбудований мережевий фільтр (захищає від високовольтних мережевих перешкод);
- часове реле (затримує вмикання приладу після зникнення напруги для захисту від перепадів напруг, які можуть вимикати в момент комутації значних ділянок електричної мережі);
- імітація присутності (випадкове або запрограмоване ввімкнення/вимкнення електричних приладів, як правило освітлювальних, для захисту від зловмисників)
- дистанційне керування (вмикання вимикання приладів за допомогою бездротових технологій передачі даних або інтернет мережі);
- контроль параметрів електричного кола (напруги, сили струму, потужності);
- облік спожитої пристроєм електричної енергії;
- вбудований перетворювач напруги з USB виходом;
- контроль повноти вставлення штекера (подача електричної енергії відбувається тільки після повного втавлення штекера в гніздо розетки);
- контроль температури.

Варто зазначити, що значна частина запропонованих функції призначені для підвищення рівня комфорту під час користування електричними приладами і не завжди сприяє підвищенню рівня пожежної безпеки в приміщенні. Конструкція таких розеток містить додаткові контактні елементи, пристрої керування, та електронні компоненти, які самі можуть вийти з ладу та стати джерелом запалення.

Що стосується контролю температури контактної розетки – штепсель відомо патент на безпечну електричну розетку з логічною ланцюгом управління[11]. Запропонована інтелектуальна розетка призначена для постійного контролю однієї або всіх розроблених функцій, таких як відстеження правильної і повної вставки штекера, наявності навантаження, поточного навантаження на розетку і вимірювання температури на виході. Основними елементами запропонованого пристрою є перемикач з електричним керуванням, інтелектуальну схему керування, блок живлення, щонайменше один датчик визначення повного і правильного встановлення електричної вилки. Розетка може містити датчик наявності навантаження, датчик поточного навантаження та датчик температури на виході з розетки. Інтелектуальна схема містить мікропроцесор, який обробляє дані з датчиків та здійснює керування роботою перемикача. Датчик температури є термістором, що змінює опір при зміні температури. Вимикання перемикача здійснюється мікропроцесором при досягненні термістора до певного еталонного значення опору.

Також відомі способи захисту від перегріву електричної розетки під час комутації, наприклад, електромобіля з електричною мережею, що від'єднує розетку від електричної мережі у випадку перегріву розетки [12]. Запропонований спосіб передбачає чотири етапи: 1-вимірювання температури розетки, 2- передачу отриманої інформації в спеціальний електричний пристрій, 3- визначення електричним пристроєм стану перегріву шляхом порівняння з еталонним значенням, 4 – зниження значення електричного струму або від'єднання розетки від електричної мережі.

Використання існуючих способу та пристрою вимагає наявності пристрою керування, датчика температури та апарату комутації, що в цілому ускладнює схему електропостачання. Перемикачі та апарати комутації для від'єднання розетки від електричної мережі самі можуть стати джерелом запалення у випадку несправності. Тому варто розглянути можливість удосконалення існуючих підходів до захисту електричної розетки від перегрівання контактної розетки.

3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ РОЗЕТКИ З ТЕПЛОВИМ ЗАХИСТОМ

3.1. Вибір способу захисту електричної розетки від небезпечного нагрівання

Попередження пожеж від електричних розеток можна досягти за рахунок розмикання електричного кола при нагріванні контактної з'єднання вище певного граничного значення. Поставлену задачу пропонується вирішити шляхом використання теплових запобіжників або реле (рисунок б.), які необхідно розмістити в корпусі розетки таким чином, щоб вони дотикалися до струмопровідних пластин розетки безпосередньо або через теплопровідні матеріали. При цьому тепловий запобіжник або реле необхідно приєднати в електричне коло послідовно між проводом електричної мережі та контактними пластинами розетки.



а)



б)

Рисунок. 6. Пристрої захисту електрообладнання від надмірного нагрівання: а) температурні запобіжники; б) термореле

Якщо розглядати принципові відмінності між тепловими запобіжниками та реле, то температурні реле - це пристрої багаторазової дії. Повторне замикання електричного кола можливе автоматично після охолодження біметалевої пластини реле або після приведення його в дію шляхом натискання відповідної кнопки. Температурні запобіжники теж бувають двох типів, одні можуть відновлювати з'єднання після охолодження інші є пристроями одноразової дії.

Використання пристроїв температурного захисту, які відновлюють роботу автоматично після охолодження може бути небезпечним оскільки вмикання вимикання приладу і як наслідок перегрівання з'єднання може відбуватися циклічно. Таким чином виникає небезпечна ситуація, яка загрожує виходом з ладу приладу або навіть травмування людей внаслідок самовільного вмикання приладу. Тому з метою захисту від небезпечного нагрівання розеток доцільно використовувати прилади або одноразової дії або теплові реле з пусковою кнопкою.

Ще одним важливим аспектом під час обрання апарату захисту є його габаритні розміри. Оскільки вільного простору в середині корпусу розетки може виявитися недостатньо для розміщення температурних реле. Враховуючи габаритні розміри та необхідність одноразового спрацювання для захисту від перегрівання контактної групи розетки доцільно використати температурні запобіжники одноразової дії.

На сьогоднішній день температурний запобіжник використовуються для запобігання ушкоджень різних електричних і теплових приладів, електромашинних інструментів і промислового устаткування від перегріву. Спосіб роботи полягає в тому, що при нормальних робочих температурах плавкий сплав проводить струм в звичайному режимі. Під час перевищення номінальної температури плавиться легкоплавкий елемент, який розмикає електричне коло. Так само термозапобіжник розрахований на захист від перевантаження струму. При перевищенні одного з заданих параметрів ланцюг розмикається і знеструмлюється, тим самим перешкоджаючи займанню.

Згідно ІЕС691 для температурних запобіжників визначають ряд параметрів, що характеризують їхню роботу, зокрема:

- номінальна температура функціонування T_F - температура, при якій термозапобіжник, змінює свій стан провідності, щоб відключити схему, тобто температура спрацювання. Допуск відповідно до ІЕС691 від +0 до -10 градусів;

- температура спрацювання $T_{\text{CUT-OFF}}$ -температура спрацювання, яка вимірювалася в силіконовій масі з підвищенням температур на 0,5 - 1 градус за хвилину, при цьому струм що протікав через температурний запобіжник не перевищував 100 мА;
- тривала температура T_{H} - максимальна температура, при якій не відбувається спрацювання термозапобіжника на протязі 168 годин при протіканні номінального струму;
- максимальна границя температури T_{M} - максимальна температура, при якій термозапобіжник може працювати протягом 10 хвилин.
- номінальний струм I_{R} - максимально допустимий струм, при якому термозапобіжник здатен виконувати свою функцію (розімкнути електричне коло);
- номінальна напруга U_{R} - максимально допустима напруга, при якій термозапобіжник здатен виконувати свою функцію (розімкнути електричне коло).

Отже, для захисту штепсельного з'єднання з урахуванням особливостей спрацювання та габаритних розмірів доцільно обрати температурні запобіжники. Для проведення подальших досліджень були використані температурні запобіжники з модельного ряду AUPOB Fseries[13].

3.2. Визначення оптимальних характеристик температурних запобіжників

З метою визначення оптимальних характеристик температурних запобіжників для захисту штепсельного з'єднання від перегрівання необхідно визначити допустимі температури для самого з'єднання та матеріалів з яких виготовлені елементи корпусу та оздоблення.

Максимально допустима температура нагрівання $T_{ш \max}$ з'єднувальних штирів визначена в діючих нормативних документах повинна бути не вище 70°C для звичайних умов [14].

Нагрівостійкість $T_{\text{нагр.ст.}}$ зовнішніх частин розеток і електричних подовжувачів (крім декоративних рамок і обрамлень, виготовлених з термопластичних матеріалів) відповідно до нормативних документів повинна бути не менше 103°C . З іншого боку матеріали використані при виготовленні розеток можуть витримувати і вищу температуру, як наприклад модифікований пластик марки ABS, з якого найчастіше виготовляють елементи корпусу розеток, здатен зберігати експлуатаційні властивості при підвищенні температури до 113°C . При цій температурі матеріал стає пластичний однак плавлення розпочинається при $180\text{-}220^\circ\text{C}$

Таким чином, визначення оптимальних характеристик температурного запобіжника необхідно здійснювати виходячи з наступних обмежень:

1. температурний запобіжник протягом тривалого часу повинен витримувати максимально допустиму температуру $T_{ш \max}$ для контактного з'єднання:

$$T_H > T_{ш \max} \quad (1),$$

2. температура спрацювання запобіжника $T_{\text{Cut-off}}$ повинна бути нижчою температур за яких матеріали розетки втрачають свої експлуатаційні властивості:

$$T_{\text{нагр.ст.}} > T_{\text{CUT-OFF}} \quad (2),$$

3. гранична температура спрацювання T_m повинна бути нижчою за температуру самозаймання матеріалів розетки та оздоблення поблизу розетки $T_{с.з.}$:

$$T_m < T_{с.з.} \quad (3).$$

Перелік поширених пожежонебезпечних речовин та матеріалів які можуть бути використані для виготовлення деталей розетки та конструктивних і декоративних елементів поблизу розеток, а також температури займання і самозаймання цих матеріалів[15,16] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Температура займання та самозаймання матеріалів оздоблення та деталей розетки.

Матеріал	Температура займання $T_z, ^\circ\text{C}$	Температура самозаймання $T_{с.з.}, ^\circ\text{C}$
Деревина дубова	230	370
Деревина соснова	250	390
Лінолеум ПВХ	330	410
Папір	230	230
Пінопласт	235	435
Пінополіуретан еластичний	225	450
Пластик ABS		400
Плита деревоволокниста	222	345
Полівінілхлорид	355	440
Пробкова плита	280	460

Із наведених в таблиці матеріалів найбільшу небезпеку представляють папір та деревоволокнисті плити.

Враховуючи вищезазначене розглянемо найнебезпечніший варіант, з наступними вихідними даними:

1. $T_{ш \max}$ рівне 70°C , і відповідно температурний запобіжник повинен тривалий час працювати при цій температурі,
2. Деталі електричної розетки виготовлено з пластику ABS з нагрівостійкістю 103°C
3. Горюче оздоблення стін виконано з деревоволокнисті плити та паперових шпалер.

На основі отриманих результатів в таблиці 2 виділимо сірим параметри термозапобіжників, що відповідно до вихідних даних не задовольняють умовам наведеним у виразах (1)-(3).

Таблиця 2. Вибір термозапобіжників серії BF

Модель	$T_{\text{cut-off}}$	T_H	T_M	I_R, A	U_R, B
BF73	70 ± 2	45	150	10	250
BF77	$76 + 0 / - 4$	51	150	10	250
BF84	82 ± 2	58	150	10	250
BF94	91 ± 3	66	150	10	250
BF99	96 ± 2	71	150	10	250
BF104	100 ± 2	79	150	10	250
BF113	$109 + 3 / - 1$	84	150	10	250
BF117	115 ± 2	92	160	10	250
BF121	$119 + 2 / - 3$	94	160	10	250
BF133	129 ± 2	104	160	10	250
BF142	$139 + 2 / - 3$	114	160	10	250
BF157	152 ± 2	127	172	10	250
BF172	$169 + 3 / - 1$	144	189	10	250
BF184	$182 + 1 / - 3$	159	210	10	250
BF192	188 ± 3	170	300	10	250
BF216	$214 + 2 / - 3$	191	380	10	250
BF229	$226 + 3 / - 2$	200	380	10	250
BF240	235 ± 3	200	380	10	250

Отже для побудови електричної розетки з тепловим захистом на основі температурного запобіжника доцільно використати із даного модельного ряду запобіжники BF99абоBF104, оскільки їхні характеристики задовольняють всі три визначені у (1)-(3) умови.

3.3. Конструкція електричної розетки з тепловим захистом

З метою проведення подальших натурних досліджень пропонуються варіанти виконання схем електричної розетки з тепловим захистом відображені на рисунку7 та 8 .

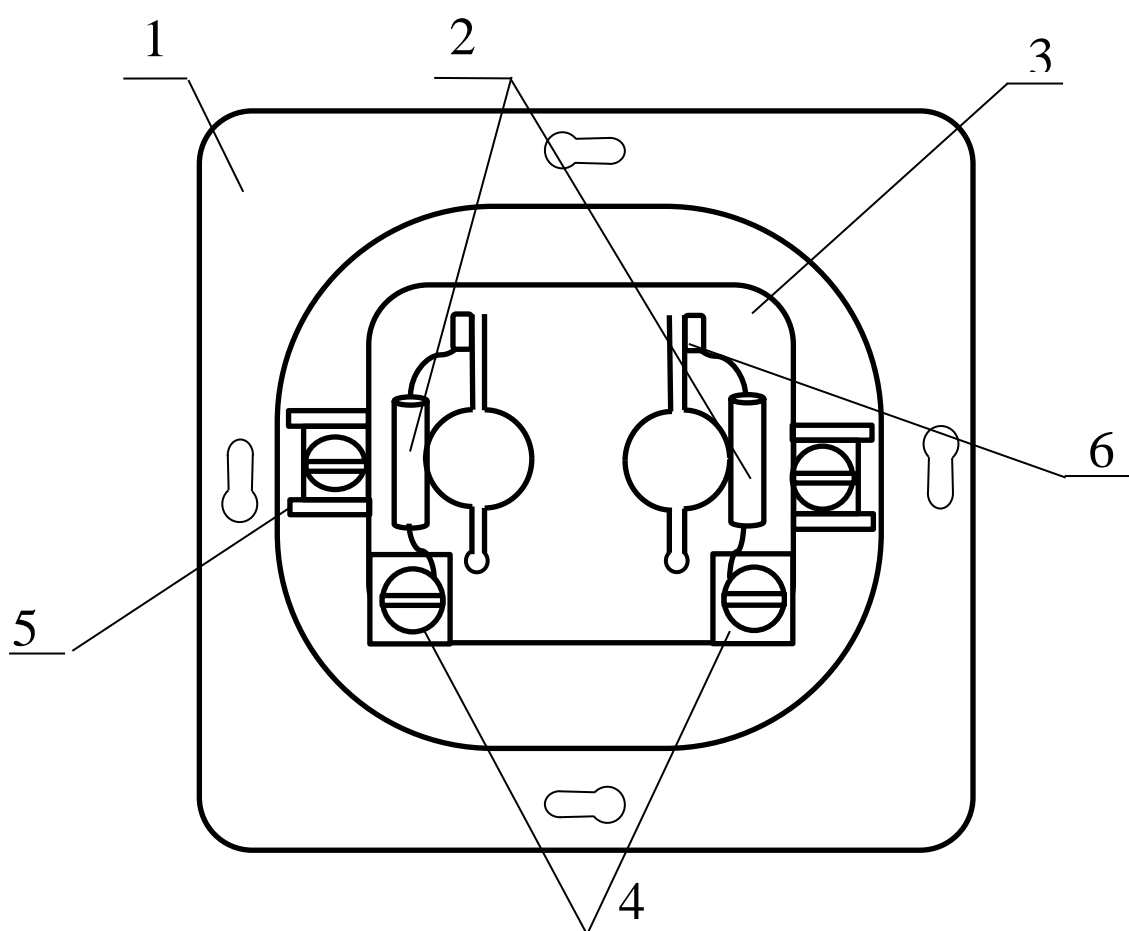


Рисунок – 7. Електрична тепла розетка з двома температурними запобіжниками, де: 1 – монтажна коробка, 2–теплові запобіжники, 3 – основа розетки, 4 - гвинтові затискачі для дротів, 5–розпирний механізм кріплення, 6–гніздовий контакт.

З метою здешевлення та спрощення конструкції можливо використати один температурний запобіжник з додаванням в конструкції теплопровідного матеріалу, як це показано на рисунку 8.

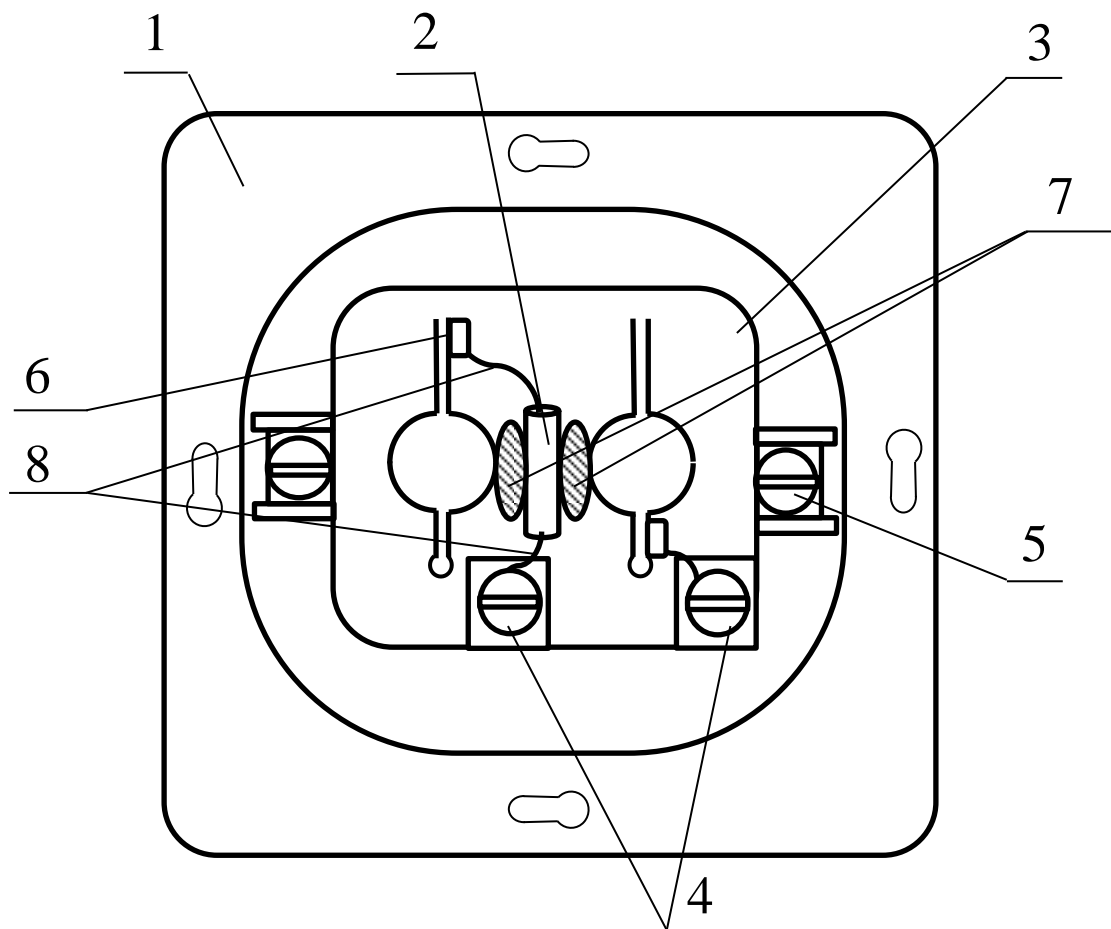


Рисунок – 8. Електрична тепла розетка з одним температурним запобіжником, де: 1 – монтажна коробка, 2 – теплові запобіжники, 3 – основа розетки, 4 – гвинтові затискачі для дротів, 5 – розпирний механізм кріплення, 6 – гніздовий контакт, 7 – теплопровідний наповнювача, 8 – струмопровідні дроти.

Відповідно до запропонованої схеми теплові запобіжники 2 дротами 8 з'єднують з затискачами дротів 4 з одного боку та гніздового контакту 6 з іншого. Температурні запобіжники розміщують таким чином щоб вони безпосередньо або через теплопровідний наповнювач 7 дотикалися до гніздового контакту 6. Під час використання електричної розетки з тепловим захистом за призначенням в неї вставляють штепсельну вилку. Виникає електричне коло, що включає електричний дріт мережі живлення, затискачі 4, тепловий запобіжник 2, дріт 8,

гніздовий контакт 6, штепсельну вилку та споживача. Спрацювання теплового запобіжника 2 відбуватиметься під час його нагрівання до певної граничної температури за рахунок тепла, що виділятиметься від гніздового контакту 6, внаслідок чого електричне коло розмикається та припиняється виділення тепла від проходження електричного струму.

Обравши температуру спрацювання теплового запобіжника в межах між максимальною допустимою робочою температурою з'єднання штепсель-гніздовий контакт та температурою руйнування конструктивних елементів розетки, чи самозаймання матеріалів елементів розетки, чи самозаймання інших матеріалів, які контактують або знаходяться поруч з розеткою можна попередити виділення токсичних продуктів розкладу, виникнення загорань та пожеж.

Перспектива подальших досліджень полягає перевірці запропонованих рішень шляхом проведення експериментальних досліджень, моделювання розподілу температур з'єднання штепсель-розетка, та за необхідності корегуванні виразів (1)-(3) на основі отриманих результатів.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз статистики пожеж в Україні показує стійку тенденцію до збереження кількості пожеж від джерел запалення електричного походження. Незважаючи на розвиток сучасних апаратів захисту електричні розетки залишаються одним з місць, де в наслідок появи великого перехідного опору можуть відбуватися значні тепловиділення. Підвищення температури штепсельного з'єднання може стати причиною самозаймання деталей розеток та оздоблювальних матеріалів.

Для попередження небезпечного тепловиділення запропоновано обладнати електричну розетку температурними запобіжниками, які спрацюватимуть при перевищенні допустимої температури з'єднання і припинятимуть подальше нагрівання шляхом розмикання електричного кола.

З метою обрання оптимальних характеристик температурних запобіжників визначено умови, при яких забезпечуватиметься нормальна робота з'єднання штепсель – розетка для тривалих максимально допустимих навантажень та відбуватиметься розмикання електричного кола за умови досягнення граничного значення температури.

Запропоновано конструкцію електричної розетки з тепловим захистом та встановлено, що для створення електричної розетки з тепловим захистом можуть бути застосовані температурні запобіжники BF99 або BF104, оскільки їхні характеристики задовольняють всі три визначені умови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>
2. Пожарная безопасность в квартире URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-kvartire/>
3. Різновиди розеток URL: <https://pobachyty.blogspot.com/2019/05/riznovydy-rozetok.html>
4. Pin-free Mi Plug project reimagines power outlets for the 21st century URL: <https://www.dezeen.com/2018/10/07/pin-free-mi-plug-wireless-technology-design/>
5. У ТОП-50 старта півсвіту: безконтактну розетку розробили в Чернігові URL: <https://cheline.com.ua/chelinetv/suspilstvo-video/u-top-50-startapiv-svitu-bezkontaktну-rozetku-rozrobili-v-chernigovi-video-129762>
6. Умная Wi-Fi розетка TP-Link HS110 // режим доступу: <http://www.era.kh.ua/power/filters/tp-link-hs110--115168.html>
7. Broad link SPC ontros умная Wi-Fi розетка URL: <http://www.mybuy24.net/catalog/umnyu-dom/broadlink-sp-ontos-umnaya-wi-fi-rozetka/>
8. Беспроводная розетка Chuango E5 Wi-Fi URL: <http://www.antaesgroup.ru/en/product/gprs-wi-fi-besprovodnaja-rozetka-chuango-e6/>
9. Fibaro Wall Plug FGWPE-101 управляемая розетка URL: <http://www.mybuy24.net/catalog/umnyu-dom/fibaro-wall-plug-fgwpe-101-upravlyaemaya-rozetka>
10. GSM розетка с дистанционным управлением ДУ и датчиком температуры «Домовой» URL: <http://ohrana.ua/ppk/gsm-rozetka-domovoj.html>
11. Weinberger, Pedro J. "Safety electrical outlet with logic control circuit." U.S. Patent No US6552888B2. 22 Apr. 2003.
12. Cruz Pereira Serge Da, Aurelien Maudemain, Michel Faure Method for overheat protection of electrical connection socket for connecting e.g. electric vehicle,

to electricity distribution network, involves cutting passage of electricity into socket according to overheating state of socket France Patent No. FR2968475A1 .06 Dec/2010.

13. AUPO temperature fuse BF series URL: http://www.tpqe.com/pdfs/201712/08_75920.pdf

14. ДСТУ EN 60309-1:2016 Вилки, штепсельні розетки та з'єднувачі промислової призначеності. Частина 1. Загальні технічні вимоги (EN 60309-1:1999; EN 60309-1:1999/A1:2007; EN 60309-1:1999/A2:2012; IDT)

15. А.Я. Коорольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч.1.–713 с.

16. А.Я. Коорольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч.2.–774 с.