

УДК 614.841.3

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2020.4.2.-20-28>

*О. М. Землянський, канд. техн. наук, доцент,  
О. М. Мирошник, д-р техн. наук, доцент, О. О. Зобенко, Д. В. Лесечко,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

## **РОЗРОБЛЕННЯ РОЗЕТОЧНОГО МОДУЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ**

*Наявність великого перехідного опору в місці комутації призводить до надмірного локального нагрівання, при якому не відбувається значних змін контрольованих характеристик електричного струму в колі. Як наслідок апарати захисту не спрацьовують.*

*Для попередження небезпечного тепловиділення запропоновано обладнати електричну розетку температурними запобіжниками, які спрацьовуватимуть при перевищенні допустимої температури з'єднання і припинять 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.*

**Ключові слова:** *електрична мережа, пристрої захисту електрообладнання, пожежна небезпека, штепсельне з'єднання.*

**Постановка проблеми.** Пожежі від електроустановок внаслідок виникнення коротких замикань, струмових перевантажень, перегріву місць з'єднань із великими перехідними опорами тощо.

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

В той же час попередження пожеж через появу великих перехідних опорів переважно здійснюють за рахунок проведення оглядів та профілактичних заходів. 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.

Тому удосконалення способів виявлення та попередження

пожежонебезпечних режимів роботи електрообладнання, особливо через появу великих перехідних опорів, залишається актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пожежна небезпека виникає при порушенні правил і норм монтажу і експлуатації електричних установок. Електричний струм і наслідки його дії при відповідних умовах перетворюються у 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.

Одним з рішень щодо підвищення безпеки під час користування електричними приладами є технологія електричних розеток без штепсельних вилок. Відомі системи передачі енергії Mi Plug [4], Енерджі НОТ [5] тощо в яких передача енергії від мережі до споживача відбувається через спеціальну розетку без штепсельного з'єднання. Такі електричні

системи 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 розеток без штепсельного з'єднання є зниження небезпеки ураження електричним струмом, безпека та зручність підключення. Проте є і ряд недоліків, зокрема: обмежена потужність – 100-200 Вт та значні втрати енергії – 4-10 %.

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

- вбудований мережевий фільтр (захистає 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 злоумисників);
- дистанційне керування (вмикання вимкнення приладів за допомогою бездротових технологій передачі даних або інтернет мережі);
- контроль параметрів (напруги, сили струму, потужності) електричного кола;
- 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 функцій 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 контактного з'єднання розетка – штепсель відомо патент на безпечну електричну розетку з логічним ланцюгом управління [11]. Запропонована інтелектуальна розетка призначена для постійного контролю однієї або всіх розроблених функцій: відстеження правильної і повної вставки штекера, наявності навантаження, поточного навантаження на розетку та вимірювання температури на виході. Основними елементами запропонованого пристрою є перемикач з електричним керуванням, інтелектуальна схема 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: вимірювання температури розетки, передачу отриманої інформації в спеціальний електричний пристрій, визначення електричним пристроєм стану перегріву шляхом порівняння з еталонним значенням та зниження значення електричного струму або від'єднання розетки від електричної мережі.

Використання існуючих способів та пристрів вимагає наявності пристрою

керування, датчика температури та апарату комутації, що загалом 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 контактного з'єднання.

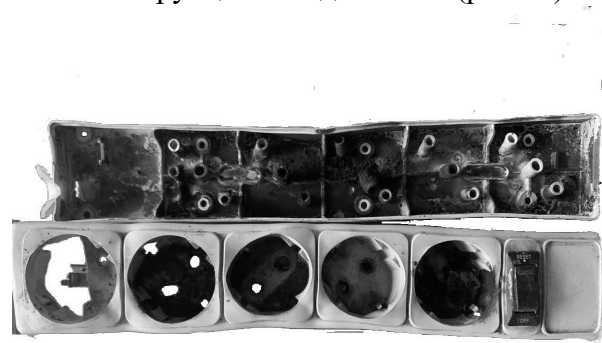
Попередження аварійних ситуацій в електричних мережах є складною задачею, яка вимагає використання різних технічних засобів та проведення відповідних безпекових і профілактичних заходів. Водночас питанням зменшення небезпеки роз'ємних контактних з'єднань не приділено значної уваги, тому необхідно здійснити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

**Формулювання цілей статті.** Мета роботи полягає у визначенні рішень, які б дозволили попередити виникнення загорань внаслідок надмірного нагрівання контактів електричних розеток.

Завдання дослідження:



а)



б)

Рис.1 Приклади наслідків надмірного нагрівання роз'ємних з'єднань: а) електричної розетки, б) подовжувача

Ще однією причиною виникнення пожеж є неякісні і старі розетки. Адже сама вилка електроприладу повинна щільно заходити в розетку. Якщо з'єднання

- проаналізувати причини виникнення пожеж та шляхи їх попередження під час експлуатації електричних розеток;

- визначити шляхи підвищення пожежної безпеки електричних розеток;

- обґрунтувати конструктивні особливості електричних розеток з тепловим захистом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** 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. 1).

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 за умови наявності поганого контакту 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 неякісних – таких підсилень немає, в результаті чого пелюстки досить швидко деформуються.

Існують конструкції контактів розетки, які містять нерухомі пелюстки і притиснуту пружиною рухому 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, використання штепсельних вилок з різним діаметром штирів, пошкодження поверхні

контактуючих елементів дією електричної дуги та іскор, які можуть виникати в момент розмикання увімкнених приладів.

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, 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.

На сьогодні температурний запобіжник використовується 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 у 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 знеструлюється, 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. Допуск відповідно до ІЕС691 від +0 до -10 градусів;

- температура спрацювання  $T_{CUT-OFF}$  – температура спрацювання, яка вимірювалася у 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 протягом 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).

Для оцінки можливості захисту штепсельного з'єднання температурними запобіжниками необхідно розглянути особливості спрацювання термозапобіжників. Для проведення подальших досліджень були використані температурні запобіжники з модельного ряду AUPO BF series [13].

**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  $T_{нагр.ст.}$  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 180-220 °C.

Таким чином, визначення оптимальних характеристик температурного запобіжника необхідно здійснювати виходячи з 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  $T_{CUT-OFF}$  повинна бути нижчою температур, за яких матеріали розетки втрачають свої експлуатаційні властивості:

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

3. Гранична температура спрацювання  $T_m$  повинна бути нижчою за температуру самозаймання матеріалів розетки та оздоблення для 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 $T_z$ , °C	Температура самозаймання $T_{с.з.}$ , °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

Згідно табл. 1 найбільшу небезпеку представляють папір та деревоволокнисті плити.

Враховуючи вищезазначене, розглянемо найнебезпечніший варіант з наступними вихідними даними:

1.  $T_{ш \max}$  рівне 70 °С, і відповідно температурний запобіжник повинен тривалий час працювати при цій температурі;

2. Деталі електричної розетки виготовлено з пластику ABS з нагрівостійкістю 103 °С;

3. Горюче оздоблення стін виконано з деревоволокнистої плити та паперових шпалер.

На основі отриманих результатів в табл. 2 виділимо сірим параметри термозапобіжників, що відповідно до вихідних даних не задовольняють умови, наведені у виразах (1) – (3).

Таблиця 2. Вибір термозапобіжників серії BF

Модель	$T_{\text{CUT-OFF}}$	$T_H$	$T_M$	$I_R$ , А	$U_R$ , В
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

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 у 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 припинять 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.

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.

<b>Перспективи досліджень.</b>	Перспектива досліджень полягає у запропонованих рішеннях шляхом експериментальних	<b>подальших досліджень,</b>	моделювання розподілу температур з'єднання штепсель-розетка, та за необхідності корегуванні виразів (1)–(3) на основі отриманих результатів.
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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 стартапів світу: 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. Broadlink SP Contros умная Wi-Fi розетка URL: <http://www.mybuy24.net/catalog/umnyy-dom/broadlink-sp-contros-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/umnyy-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](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.

### REFERENCES

1. Analiz masyvu kartok obliku pozhezh URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>
2. Pozharnaia bezopasnost v kvartyre URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-kvartire/>
3. Riznovydy rozetok 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/>

<https://www.dezeen.com/2018/10/07/pin-free-mi-plug-wireless-technology-design/>

5. U TOP-50 startapiv svitu: bezkontaktnu rozetku rozrobly v Chernihovi URL: <https://cheline.com.ua/chelinetv/suspilstvo-video/u-top-50-startapiv-svitu-bezkontaktnu-rozetku-rozrobili-v-chernigovi-video-129762>

6. Umnaia Wi-Fi rozetka TP-Link HS110 // rezhym dostupu: <http://www.era.kh.ua/power/filters/tp-link-hs110--115168.html>

7. Broadlink SP Contros umnaia Wi-Fi rozetka URL: <http://www.mybuy24.net/catalog/umnyy-dom/broadlink-sp-contros-umnaya-wi-fi-rozetka/>

8. Besprovodnaia rozetka Shuang E5 Wi-Fi URL: <http://www.antaesgroup.ru/en/product/gprs-wi-fi-besprovodnaja-rozetka-chuang-e6/>

9. Fibaro Wall Plug FGWPE-101 upravliaemaia rozetka URL: <http://www.mybuy24.net/catalog/umnyy-dom/fibaro-wall-plug-fgwpe-101-upravlyaemaya-rozetka>

10. GSM rozetka s dystantsyonnym upravleniem DU y datchykom temperatury «Domovoi» 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](http://www.tpqe.com/pdfs/201712/08_75920.pdf)

14. DSTU EN 60309-1:2016 Vylky, shtepselni rozetky ta z`iednuvachi promyslovoi pryznachenosti. Chastyna 1. Zahalni tekhnichni vymohy (EN 60309-1:1999; EN 60309-1:1999/A1:2007; EN 60309-1:1999/A2:2012; IDT)

15. A.Ia. Koorolchenko, D.A. Korolchenko. Pozharovzryvoopasnost veshchestv y materyalov y sredstva ykh tushenyia. Spravochnyk: v 2-kh ch. – 2-e yzd., pererab. y dop. – M.:Ass. «Pozhnauka», 2004. – Ch.1. –713 s.

16. A.Ia. Koorolchenko, D.A. Korolchenko. Pozharovzryvoopasnost veshchestv y materyalov y sredstva ykh tushenyia. Spravochnyk: v 2-kh ch. – 2-e yzd., pererab. y dop. – M.:Ass. «Pozhnauka», 2004. – Ch.2. –774.

*O. Zemlianskyi, PhD, docent, O. Miroshnyk, Doc. of eng., docent, O. Zobenko, D. Lesechko  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of  
National University of Civil Defence of Ukraine*

## DEVELOPMENT OF THE SOCKET MODULE OF THE ELECTRICAL NETWORK

*Electric current and the consequences of its action under appropriate conditions become a powerful source of ignition of the combustible medium. According to statistics, every year in Ukraine there are more than 70 thousand fires, of which 11.5-13 thousand from electrical installations. To minimize the negative effects of short circuits and overloads, electrical networks are equipped with appropriate protection devices, such as fuses, circuit breakers, thermal relays, etc. At the same time, the detection of emergencies due to the high values of transient resistance remains one of the most difficult issues. The presence of a*

*large transient resistance at the place of switching leads to excessive local heating, in which there are no significant changes in the controlled characteristics of the electric current in the circuit. As a result, the protection devices do not work. Among the devices in which there may be significant transitional supports, one of the most common are sockets and plugs. That is why the prevention of fires and accidents due to overheating of the plug connection is an urgent task.*

*To prevent dangerous heat dissipation, it is recommended to equip the electrical outlet with temperature fuses, which will operate*



*when the permissible connection temperature is exceeded and will stop further heating by opening the electrical circuit.*

*In order to select the optimal characteristics of temperature fuses, the conditions are determined under which the normal operation of the plug-socket connection will be ensured for long maximum allowable loads and the electrical circuit will open when the temperature limit is reached.*

*The design of an electrical outlet with thermal protection is proposed and it is established that temperature fuses BF99 or BF104 can be used to create an electrical outlet with thermal protection, as their characteristics satisfy all three defined conditions. The obtained results can be used in the production of electrical outlets.*

**Keywords:** *electrical network, electrical equipment protection devices, fire hazard, plug connection.*