

І. П. Кравець, О. І. Башинський, А. П. Кушнір, О. В. Шаповалов
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ЧИННИКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Висвітлені проблеми пожежної небезпеки електрообладнання та електроустановок під час їх експлуатації.

Високий рівень електрифікації на виробництві та в побуті людей супроводжується насиченістю електроустановками та електрообладнанням різного виконання та конструкції. Але функціонування обладнання сприяє виникненню пожежі, тому що супроводжується надмірним нагріванням елементів електроустановок, виділенням і розсіюванням тепла, утворенням іскор або дуг в міжконтактному просторі. Електричний струм при проходженні у провідниках проявляє себе тепловою дією, коли електрична енергія перетворюється в теплову. Будь-яке електрообладнання повинно бути виготовлено з дотриманням технічних умов, які передбачають виконання низки вимог, в тому числі і протипожежних. Нехтування цими вимогами призводить до аварійних режимів електроспоживачів, внаслідок чого відбувається нагрівання провідників по всій довжині, загоряння ізоляції струмопровідних частин, утворення іскор або дуг, які, в кінцевому результаті, призводять до пожежі.

У зв'язку з цим, головним завданням під час проектування та експлуатації електрообладнання і складових частин, а також під час вибору конструктивних матеріалів, є зменшення ймовірності виникнення пожежі під час нормальної експлуатації та передбачених відмов і, навіть, у випадках його аномальної роботи. Основною метою заходів профілактики пожеж в електрообладнанні є запобігання займанню частин, що перебувають під напругою, а якщо це відбувається – локалізація вогню переважно в межах, обмеженого електротехнічним виробом простору.

Пожежна безпека під час експлуатації електроустановок великою мірою залежить від їх технічного стану. Це правильний вибір площі поперечного перерізу провідника. Марка та ступінь захисту електрообладнання, вид проводки, і спосіб її прокладання повинні відповідати характеру навколишнього середовища та мати відповідне кліматичне виконання і категорію розміщення. При проектуванні електромережі необхідно передбачати також відповідні захисні пристрої від короткого замикання і перевантажень та розраховувати параметри їхнього спрацювання.

Використання всіх вище згаданих заходів запобігають виникненню пожежо- та вибухонебезпечної ситуації під час експлуатації електрообладнання та електроустановок.

Ключові слова: електрообладнання, електроустановки, коротке замикання, аварійні режими роботи, профілактичні заходи.

Постановка проблеми. Високий рівень електрифікації на виробництві та в побуті людей супроводжується насиченістю електроустановками та електрообладнанням різного виконання та конструкції. Але функціонування обладнання сприяє виникненню пожежі, тому що супроводжується надмірним нагріванням елементів електроустановок, виділенням і розсіюванням тепла, утворенням іскор або дуг в міжконтактному просторі. Електричний струм при проходженні у провідниках проявляє себе тепловою дією, коли електрична енергія перетворюється в теплову [1]. Будь-яке електрообладнання повинно бути виготовлено з дотриманням технічних умов, які передбачають виконання низки вимог, в тому числі і протипожежних. Нехтування цими вимогами призводить до аварійних режимів електроспоживачів, в більшості випадків яких є струми короткого замикання, внаслідок чого відбувається нагрівання провідників, загоряння ізоляції струмопровідних частин, утворення іскор або дуг, які, в кінцевому результаті, призводять до пожежі.

Аналіз останніх досліджень. Умови безаварійної роботи електрообладнання створюють у ході його проектування, монтажу і експлуатації. До заходів, що значною мірою забезпечують нормальну експлуатацію мережі, відноситься, насамперед, правильний вибір площі поперечного перерізу провідника [2]. При цьому враховують кілька факторів, у тому числі і нагрів провідників струмами навантаження. За умовою допустимого нагріву необхідно вибирати таку площу перетину провідника, щоб струм навантаження провідника, з врахуванням можливих тривалих перевантажень, не перевищував норму струмового навантаження, що допускається довгостроково для цієї площі перерізу вимогами документів протипожежного захисту [3, 4, 5]. Не менш важлива й інша вимога цих нормативних документів: марка та ступінь захисту електрообладнання, вид проводки, і спосіб її прокладання повинні відповідати характеру навколишнього середовища [6]. Крім того, залежно від умов навколишнього середовища, приєднані до мережі

електричні апарати, електроустаткування й електродвигуни повинні мати відповідне кліматичне виконання і категорію розміщення [7].

При проектуванні електромережі необхідно також передбачувати відповідні захисні пристрої від короткого замикання і перевантажень та розраховувати параметри їхнього спрацьовування [8].

Метою роботи є надання рекомендацій із запобігання виникненню пожеж під час експлуатації електрообладнання та електроустановок навіть у випадках їх аварійної роботи та неправильної експлуатації.

Виклад основного матеріалу. Пожежна безпека під час експлуатації електроустановок великою мірою залежить від їх технічного стану. Помилково думати, що більшість пожеж електричного походження виникає внаслідок короткого замикання. Будь-яке електрообладнання чи електроустановка містить небезпеку виникнення пожежі. Найбільш частими причинами займання є надмірне нагрівання елементів електроустановок або утворення дуги в міжконтактному просторі. Частота займання залежить від типу матеріалів, які використовують у конструкціях електроустановок. Ці потенційні ризики не призводять до небезпечних ситуацій, якщо їх враховувати на стадії проектування обладнання, а потім на стадіях його монтажування, експлуатації й обслуговування [2].

Пожежі можуть також виникати від зовнішніх причин неелектричного походження. Ці причини пов'язані з неправильним монтажуванням, експлуатацією або обслуговуванням електрообладнання (наприклад, з роботою в умовах, не передбачених виробником або постачальником, перевантаження протягом короткого або тривалого періоду часу, обмеження теплового розсіювання, перекривання вентиляційних систем і т. ін.).

У зв'язку з цим, головним завданням під час проектування та експлуатації електрообладнання і складових частин, а також під час вибору конструктивних матеріалів, є зменшення ймовірності виникнення пожежі під час неправильної експлуатації та передбачених відмов і, навіть, у випадках його аномальної роботи. Основною метою заходів профілактики пожеж в електрообладнанні є запобігання займанню частин, що перебувають під напругою, а якщо це відбувається – локалізація вогню переважно в межах, обмеженого електротехнічним виробом простору.

Потрібно також брати до уваги, але в меншій мірі, виникнення пожежі поблизу електротехнічних виробів та вплив її на них. Що ж стосується навмисної неправильної експлуатації електротехнічного виробу, то її взагалі можна не враховувати [7].

Під час горіння електричного виробу виділяється значна кількість тепла, утворюється токсичний і корозійний дим, внаслідок чого пору-

шується здатність електрообладнання функціонувати в умовах пожежі. За деяких обставин виділення газу може створити ризик вибуху.

Тому, у випадку, коли поверхня електротехнічного виробу зазнає впливу вогню ззовні, необхідно вживати заходів, спрямованих на те, щоб виріб у свою чергу не сприяв поширенню пожежі на будівельні конструкції або споруди, що перебувають в безпосередній близькості від нього.

Деякі електротехнічні вироби з великими корпусами, електричні кабелі і трубопроводи можуть займати значну площу на поверхні будівельних конструкцій або можуть бути прокладені крізь вогнестійкі перегородки. За цих умов електротехнічні вироби, у випадку впливу на них вогню ззовні, потрібно оцінювати з точки зору їх внеску в пожежну небезпеку порівняно з будівельними матеріалами або спорудами, які не обладнані електротехнічними виробами.

В електротермічних установках існує додаткова пожежна небезпека, зумовлена наявністю в них джерел теплової енергії (тепловий потік, бризки розплавленого металу, розжарені нагрівальні елементи, електрична дуга та інше), які навіть в нормальному режимі роботи мають дуже високу температуру. Горючим середовищем в цих установках є навколишнє горюче середовище та ізоляційні матеріали самих установок [7].

Особливо пожежонебезпечними є переносні установки, такі як електрозварювальні апарати, оскільки вони можуть експлуатуватись у будь-якому середовищі, в тому числі і в пожежо- та вибухонебезпечному. Фактором, який зумовлює пожежну небезпеку електрозварювальних апаратів, є утворення та розбрикування розжарених часток металу та висока температура у місці зварювання. Пожежна небезпека розжарених часток металу залежить від висоти місця проведення зварювальних робіт над рівнем підлоги, сили зварювального струму, діаметра електрода.

Крім самих електротермічних установок, пожежну небезпеку становлять джерела живлення промислових печей в яких використовуються оливонаповнені трансформатори і вимикачі.

Значну пожежну небезпеку становлять індукційні печі та установки діелектричного нагрівання. В індукційних печах індуктори монтують на немагнітній основі і для цього часто використовують деревину. В установках, в яких використовується принцип нагрівання діелектрика, який часто є горючим (деревина та ін.), можливе виникнення локального осередку критичного перегрівання цього діелектричного матеріалу [2].

З технічних характеристик електротехнологічних апаратів і установок видно, що в своїй більшості вони містять трансформатори, струмопроводи у вигляді кабельних ліній та шин, комута-

ційні апарати, зокрема оливонаповнені, вакуумні або повітряні вимикачі, конденсаторні батареї та реактори. Разом з тим, електротехнологічні процеси відбуваються при високих температурах, починаючи від 300 °С і закінчуючи температурою плавлення заліза і чавуну, тобто понад 1300 °С.

Відомо, що, починаючи з температури 700 °С і вище, серед теплопровідного, конвективного та радіаційного способів передачі тепла визначальними є радіаційний та конвективний, причому, чим вища температура, тим інтенсивнішим є радіаційний спосіб. В електротехнологічних установках з використанням електродугових процесів, крім передачі тепла методом випромінювання, трапляються іскрові феєрверки, коли іскри летять на відстань до 1,5 м від їх джерела. Таким чином, іскри та теплові потоки, які характеризуються високою температурою, є джерелами запалювання, причому достатньо інтенсивними, тобто високоенергетичними.

Крім того, окремі види електрообладнання в загальному випадку несуть велику загрозу виникнення пожеж і навіть вибухів. За статистичними даними, найбільша кількість пожеж виникає на теплових електростанціях (біля 50%), дещо менше – на різного типу підстанціях (біля 40%), решта пожеж (біля 10%) виникає на атомних гідравлічних електростанціях, і то, переважно, у генераторних відділеннях внаслідок витоку водню із системи охолодження генераторів. Разом з цим, детальніший аналіз електроустановок та електрообладнання, в яких виникають пожежі, показує таку картину у відсотках від загального числа пожеж:

- трансформатори та реактори (оливонаповнені) – 40-45%;
- турбо- та гідрогенератори – 15-17%;
- кабельні траси – 7-10%;
- системи паливоприготування – 20-25%;
- інші технологічні об'єкти – 5-10%.

Відомо, що електрообладнання великої потужності вміщує велику кількість спеціальних олив, газів під великим тиском, горючих матеріалів, які використовуються для покриття кабелів, і які можуть легко займатися та суттєво розвивати і підтримувати пожежі. Зрозуміло, що джерелами запалювання є температура, яка залежить від струмового навантаження струмопровідних частин та іскродугові розряди, які виникають між полюсами комутаційних апаратів у випадку розриву струмового контура [7].

Тому, такий стан справ потребує підвищеної уваги до питань запобігання пожежам на потужних електростанціях та інших об'єктах.

Разом з тим, в реальних умовах, всі без винятку електроустановки підлягають періодичним оглядам та технічному обслуговуванню. Зрозуміло, що зношування окремих деталей електричних машин та апаратів повинно бути під контролем

обслуговуючого персоналу, тому періодичні вимірювання і контроль технічного стану є невід'ємною складовою процесу експлуатації. Таким чином, рівень і культура експлуатації електроустановок (електричних машин, апаратів та мереж) є тими факторами, які визначають надійність функціонування цих установок та їх пожежну безпеку. Під рівнем експлуатації слід розуміти дотримання нормативних вимог щодо планових ремонтів та технічної профілактики з використання необхідної контрольно-вимірювальної апаратури, методів вимірювання і вчасної заміни зношених або ушкоджених частин електрообладнання. У випадку низької культури обслуговування та експлуатації електрообладнання вищезгадані процедури виконуються частково, а то й зовсім не виконуються, тому таке обладнання дуже швидко виходить з ладу, розгерметизовується, зношується і т.д. [8].

Слід зауважити, що заходи спрямовані на запобігання пожежам, тобто заходи профілактики, є на порядок дешевшими, ніж засоби пожежогашіння та наслідки пожеж, разом взяті. У зв'язку з цим, слід особливу увагу звертати на вдосконалення та розвиток системи профілактики електроустановок з метою запобігання пожежам, ніж витратити ресурси на засоби та розробку технологій гасіння пожеж в цих же електроустановках.

Таким чином, всі електроустановки, які використовуються за призначенням і відповідають умовам експлуатації, не несуть жодної загрози з погляду пожежної небезпеки.

Висновок. Дослідження експлуатації електрообладнання та електроустановок при нормальній та аварійній роботі показали, що їх пожежна безпека великою мірою залежить від їх технічного стану. Це правильний вибір площі поперечного перерізу провідника. Марка та ступінь захисту електрообладнання, вид проводки, і спосіб її прокладання повинні відповідати характеру навантаження середовища та мати відповідне кліматичне виконання і категорію розміщення. При проектуванні електромережі повинні бути передбачені також відповідні захисні пристрої від короткого замикання і перевантажень та розраховані параметри їхнього спрацювання.

Слід зауважити, що ці заходи, спрямовані на запобігання пожежам, тобто заходи профілактики, є на порядок дешевшими, ніж засоби пожежогашіння та наслідки пожеж, разом взяті. У зв'язку з цим, слід особливу увагу звертати на вдосконалення та розвиток системи профілактики електроустановок з метою запобігання пожежам, ніж витратити ресурси на засоби та розробку технологій гасіння пожеж в цих же електроустановках.

Таким чином, всі електроустановки, які використовуються за призначенням і відповідають умовам експлуатації, не несуть жодної загрози з погляду пожежної небезпеки.

Список літератури:

1. Кравець І.П., Коваль М.С. Аналіз пожежо-небезпечних проявів електричного струму. *Зб. наук. пр. «Пожежна безпека»*. 2007. № 10. С. 75-81.
2. Романюк Ю.Ф. Електричні системи і мережі: навч. посіб. Київ: Знання, 2007. 292 с.
3. Правила улаштування електроустановок. Харків: Видавництво «Індустрія», 2017. 624 с.
4. НПАОП 40.1 – 1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».
5. ДБН В. 2.5-23-2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
6. Кравець І.П. Протипожежний захист електрообладнання та електричних мереж: навч. посіб. Львів: ЛДУБЖД, 2010. 216 с.
7. Бондаренко Є. А., Кутін В.М. Удосконалення методу забезпечення електробезпеки під час виконання робіт на струмовідних частинах електроустановок надвисоких класів напруги. *Зб. наук. пр. «Енергетика: економіка, технології, екологія»*. 2014. № 4. С. 26-34.
8. Кирик В.В. Режим роботи електричних мереж та систем: навч. посіб. Київ: Політехніка, 2014. 131 с.

References:

1. Kravets I.P., Koval M.S. Analysis of pozhzhonebezpechnikh displays of electric current. *Zb. sciences. pr. «Fire safety»*. 2007. № 10. S. 75-81.
2. Romanyuk yU.F. Electric systems and networks: train aid. Kyiv: of Knowledge, 2007. 292 s.
3. Rule arranging of elektroustanovok. Kharkiv: publishing House «Industry», 2017. 624 s.
4. NPAOP 40.1 – 1.32-01 «Rule structures of elektroustanovok. Electrical equipment of the special settings».
5. DBN IN. 23-2010. Engineering equipment of houses and buildings. Planning of electrical equipment of objects of the civil setting.
6. Kravets I.P. Fire-prevention defence of electrical equipment and electric networks: train aid. Lviv: LDUBZHD, 2010. 216 s.
7. Bondarenko E. A., Kutin V.M. Perfection of the method of electro securite in time of works on parts current's of the electrical installation ultrahigh of voltage. *Zb. sciences. pr. «Energy: economy, technologies, ecology»*. 2014. № 4. S. 26-34.
8. Kirik V.V. Modes of operations of electric networks and systems: train aid. Kyiv: of Politekhnik, 2014. 131 s.

I. Kravets, O. Bashynskiy, A. Kushnir, O. Shapovalov

FACTORS OF FIRE HAZARD OF ELECTRICITY-GENERATING EQUIPMENT

The article deals with the problems of fire hazard of electricity-generating equipment during their exploitation.

Intensive electrification of industrial and residual objects leads to the saturation of these objects with different electricity-generating equipment. Functioning of such equipment is accompanied with high heat emission and contains significant fire hazard. The electric current in an electrical conductor produces heat, when electric energy turns into thermal. All electrical equipment must be produced in strict adherence to fire safety rules and requirements. Ignoring these requirements causes heating of conductors through all the length, spunking of isolation, sparking and, as a result, breaking-out of fire.

Therefore, reducing the probability of fire even in the cases of abnormal work, wrong exploitation and foreseen refuses is the main task during planning and exploitation of electrical equipment and also during selection of structural materials. The primary purpose of fire prevention measures in the electrical equipment is avoiding of its self-ignition, and localization of fire after the self-ignition of electricity-generating equipment.

Fire safety during exploitation of electricity-generating equipment depends on its technical state. Correct choice of conductor cross section is very important. Protection stage of electrical equipment, type of wiring, and cable laying method must comply with environmental conditions and have the proper climatic implementation and placement category. Proper protective devices from a short circuit and overloads must be used. Their operating values must be also foreseen.

All above-mentioned measures prevent fires and explosions during exploitation of electrical equipment.

Key words: electricity-generating equipment, short circuit, malfunctions of work, fire prevention measures.