

ТЕМА 3. МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Мета вивчення теми

Ознайомитися з основними видами джерел запалювання та їхньою характеристикою, розглянути умови перетворення електричної, механічної та хімічної енергій в теплову, попереджувати пожежонебезпеку під час виробничої діяльності, засвоїти методику проведення аналізу пожежної безпеки об'єкта.

План

1. Характеристика джерел запалювання за їхньою здатністю до займання.
2. Відкритий вогонь, розжарені продукти горіння та нагріті поверхні Горіння твердих речовин та матеріалів.
3. Теплові прояви електричної енергії.
4. Теплові прояви механічної та хімічної енергії.
5. Методика проведення аналізу пожежної безпеки.

1 Характеристика джерел запалювання за їхньою здатністю до займання

Для виникнення горіння необхідно мати в наявності три основні компоненти: горючу речовину, окисник й джерело запалювання. Горюча речовина разом з окисником, яким здебільшого є кисень повітря, утворюють горюче середовище. Отже, запобігання пожежі досягається:

- попередженням утворення горючого середовища;
- попередженням утворення в горючому середовищі або внесення до нього джерел запалювання.

Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в пожежонебезпечному об'єкті визначають на етапах його проектування, будівництва й експлуатації. Для оцінки ймовірності виникнення пожежі (вибуху) на діючих підприємствах або об'єктах, що будуються, будівлях, спорудах необхідно мати статистичні дані про час існування різних **пожежовибухонебезпечних подій**, тобто таких подій, реалізація яких призводить до утворення горючого середовища й виникнення джерела запалювання.

Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в об'єктах, що проєктуються, визначають на підставі показників надійності елементів об'єкта (складових частин), що дозволяє розрахувати ймовірність різних ситуацій у виробничому устаткуванні, системах контролю й керування, а також в інших пристроях, що складають об'єкт, які призводять до реалізації пожежовибухонебезпечних подій.

Під **пожежною безпекою** слід розуміти можливість виникнення та (або) розвитку пожежі.

Аналіз пожежної небезпеки полягає у визначенні наявності горючих речовин і можливих джерел запалювання, ймовірних шляхів розповсюдження пожежі й необхідних засобів пожежогашіння.

Джерело запалювання – об’єкт, який виділяє теплову енергію, достатню для запалювання.

За природою походження джерела запалювання класифіковані наступним чином [<http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/326/740.html>]:

- відкритий вогонь, розпечені продукти горіння і нагріті ними поверхні;
- теплові прояви механічної енергії;
- теплові прояви електричної енергії;
- теплові прояви хімічних реакцій (із цієї групи в самостійну групу виділені відкритий вогонь і продукти горіння).

Види та характеристика джерел запалювання за їхньою здатністю до займання наведена в табл. 11 [Рожков].

Таблиця 11 – Характеристика джерел запалювання за їхньою здатністю до займання

Вид теплового впливу (дії)	Реальне джерело запалювання	Потужність джерела запалювання, Вт			Площа, см ²			Тривалість впливу (дії), с (хв)		
		менше 20	20-500	більше 500	менше 1	1-50	більше 50	менше 5 с	від 5 с до 5 хв	більше 5 хв
Тління	Сигарета	+			+					+
	Головня	+			+	+	+			+
	Вугілля, шлак	+			+	+	+			+
Відкрите полум’я	Свічка		+			+		+	+	+
	Сірник		+			+		+	+	
	Запальничка		+			+		+		
	Факел		+	+		+	+		+	
	Пальник		+	+		+	+		+	
	Паяльна лампа		+	+		+	+		+	
	Багаття			+			+			+
	Вогневий реактор			+			+			+
Іскра	Іскра термічна	+			+			+		
	Іскра електрична	+			+			+		
	Іскра фрикційна	+			+			+		
Термічне нагрівання поверхні	Піч		+	+			+			+
	Сушильня		+	+			+			+
	Масляний радіатор		+	+		+				+
	Розігрівання від тертя	+				+			+	+
Електричне нагрівання поверхні	Коротке замикання	+				+		+		
	Перевантаження мережі	+	+			+	+		+	+
	Перехідні опори в мережах	+	+			+	+		+	+

	Поганий контакт у проводах	+	+		+				+	+
	Струм витоку	+	+	+	+					+
	Електронагрівальний прилад		+	+		+	+		+	+
	Електромагнітне поле	+			+	+	+			+
	Розжарена частинка	+			+			+		
	Освітлювальний прилад	+	+	+	+			+		
	Розплавлений метал		+	+			+			+
	Піч електрична		+	+			+			+
Інші	Нагрітий газ		+	+			+			+
	Сонячні промені	+			+			+	+	+
	Лазер			+	+			+	+	+
	Розряд атмосферної електрики			+	+			+		
	Газовий розряд	+	+	+	+			+		
	Самозаймання	+	+		+	+	+			+

Отже, джерелом запалювання може бути таке нагріте тіло (у випадку примусового запалювання) чи такий екзотермічний процес (при самозайманні), які здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до визначеної температури, коли швидкість тепловиділення (за рахунок реакції горючої суміші) дорівнює чи перевищує швидкість тепловідводу із зони реакції. При цьому потужність та тривалість теплового впливу джерела повинні забезпечувати підтримання критичних умов протягом часу, необхідного для розвинення реакції з формуванням фронту полум'я, здатного до подальшого самостійного поширення [Рожков].

2 Відкритий вогонь, розжарені продукти горіння та нагріті поверхні

Пожежі, викликані відкритим вогнем, достатньо часто явище. Це пояснюється не тільки тим, що відкритий вогонь широко використовують для виробничих цілей, при аварійних і ремонтних роботах, і тому нерідко створюються умови для випадкового контакту полум'я з горючим середовищем, але і тим, що температура полум'я, а також кількість тепла, що виділяється при цьому, достатні для запалювання майже всіх горючих речовин [http://academy.apbu.edu.ua/e-books/book_10/1156.html].

На промислових підприємствах у багатьох випадках відкритий вогонь застосовується згідно з умовами технологічного процесу: вогневі печі та топки, факели для спалювання газів, паяльні лампи, газові різачки та інше. Слід особливо зазначити, що відкритий вогонь має достатню температуру та запас теплової енергії, які спроможні викликати горіння усіх видів горючих речовин

і матеріалів. Тому головним захистом від даних джерел запалювання є ізоляція від можливого зіткнення з ними горючих речовин.

Пожежонебезпечні параметри деяких видів полум'я та малокалорійних джерел тепла наведені в табл. 12 .[Рожков].

Таблиця 12 – Температурні й часові характеристики деяких видів полум'я та малокалорійних теплових джерел

Найменування речовини (виробу), що горить, або пожежонебезпечної операції	Температура полум'я (тління або нагріву), °С	Тривалість горіння (тління), хв
Легкозаймисті й горючі рідини	380	-
Деревина та лісопиломатеріали	1000	-
Природні та зріджені гази	1200	-
Газове зварювання металу	3150	-
Газове різання металу	1350	-
Тліюча цигарка	320 - 410	2 - 2,5
Тліюча сигарета	420 - 460	26 -30
Сірник, що горить	620 - 640	0,33

Технологічні процеси, швидкість проходження яких визначається швидкістю підведення чи відведення тепла, називаються тепловими процесами, апарати, які при цьому використовуються, - теплообмінними. До теплових процесів слід відносити: нагрівання, охолодження, випаровування та конденсацію. Перші два процеси відбуваються без зміни агрегатного стану речовин, два інших - зі зміною агрегатного стану.

Застосування теплових явищ у своїй більшості супроводжується хімічними перетвореннями та фізичними змінами речовин. Прискорення багатьох хімічних реакцій здійснюється шляхом нагрівання реагуючих речовин. Нагрівання здійснюється в процесах переганання, випаровування, плавлення, зменшення в'язкості, ректифікації, сушіння.

У теплових процесах взаємодіють не менше двох середовищ (з різними температурами), які називають теплоносіями. Більш нагріте середовище іменують гарячим теплоносієм, або нагрівальним агентом, а менш нагріте середовище - холодним теплоносієм чи охолоджувальним агентом.

Теплоносії, що застосовуються для нагрівання, можна розділити таким чином [Рожков]:

- безпосередні теплові джерела (полум'я, топкові гази, електричний струм);
- проміжні теплоносії (водяна пара, гаряча вода, нагріте повітря);
- високотемпературні теплоносії (органічні рідини, розплавлені солі, рідкі метали, мінеральні масла тощо);
- нагріті продукти виробництва, які відводяться з апаратів з достатньо високою температурою.

З метою охолодження речовин до температури 10-30 °С найчастіше використовують воду та повітря як найдоступніші та дешеві охолоджувальні агенти. Охолодження до більш низьких температур проводиться шляхом застосування льоду та спеціальних холодильних агентів, які являють собою

пари низькокиплячих рідин, зріджені гази та холодильні розсоли. Багато з охолоджувальних агентів є горючими речовинами, що характеризуються пожежонебезпечністю.

При визначенні пожежної небезпеки технологічних процесів нагрівання горючих речовин обов'язково необхідно враховувати:

- пожежовибухонебезпечні властивості речовин, які піддаються нагріванню;

- величину їхньої робочої температури;

- спосіб нагрівання.

Нагрівання горючих речовин здійснюється головним чином водяною парою, гарячими продуктами виробництва, полум'ям та топковими газами, високотемпературними теплоносіями.

До апаратів вогневої дії слід віднести факельні установки для спалювання газових викидів. Недоліки в проектуванні та конструкції факельних установок можуть призвести до теплового впливу факелу полум'я на розташовані поблизу будівлі, споруди та апарати з горючими газами і рідинами, а також до розповсюдження газу на прилеглі території при раптовому згасанні полум'я. Загальнозаводські та загально цехові факели є менш небезпечними, ніж розташовані безпосередньо на апаратах, бо мають більшу висоту вертикального ствола та розміщені на значній відстані від вибухо- та пожежонебезпечних будівель та споруд. Слід відзначити, що побічні продукти та відходи виробництва вигідніше утилізувати, ніж спалювати у факельному устаткуванні.

Газоподібні продукти горіння, які виникають при горінні твердих, рідких та газоподібних речовин і мають велику температуру 800-1200 °С, здатні нагріти поверхню стінок апаратів вище за температуру самозаймання речовин, що обертаються у виробництві, а це може призвести до виникнення пожежі. Особливо це стосується металевих вихлопних труб топків та двигунів внутрішнього згорання.

Значну пожежну небезпеку становить вихід нагрітих газів через зіпсовані і кладки топків, димових каналів та при проходженні вихлопних труб двигунів внутрішнього згорання. Максимально допустима температура поверхні труб (кожухів) не повинна перевищувати 80% температури самозаймання горючих речовин, що використовуються у виробництві.

Джерелом запалювання є також іскри, які виникають у топках та при роботі двигунів. Вони являють собою розжарені частинки пального або окалини у газовому потоці, які виникають внаслідок неповного згорання чи механічного винесення горючих речовин та продуктів корозії. Температура такої частинки досить висока, але запас теплової енергії є невеликим, тому що іскра має малу масу. Іскри здатні запалити тільки речовини, які достатньо підготовлені для горіння. До таких речовин належать газо- та пароповітряні суміші, осілий пил, волокнисті матеріали [Рожков].

Пожежна небезпека іскор пічних труб, котелень, труб тепловозів, інших машин, багать значною мірою визначається їх розміром й температурою. Встановлено, що іскра діаметром 2 мм пожежонебезпечна, якщо має

температуру близько 1000 °С, діаметром 3 мм - 800 °С, діаметром 5 мм - 600 °С.

Іскри середніх розмірів 3,5 мм охолоджуються до пожежобезпечного стану протягом 5 с.

Топки можуть «іскрити» при конструктивних недоліках: у разі застосування не того сорту палива, на яке розрахована піч; неповного згорання палива, коли подача повітря недостатня або подача палива є надмірною; недостатнього розпилення рідкого пального, а також при порушенні строків очищення печей.

Іскри та нагар при роботі дизельних та карбюраторних двигунів виникають через неправильне регулювання системи подавання пального й елек-трозапалювання; при тривалій роботі двигуна з перевантаженнями; коли пальне забруднене змащувальними мастилами.

До джерел відкритого вогню належить і полум'я сірників, необережне поводження з якими може призвести до пожежі.

Багато речовин можуть займатися від таких «малокалорійних» джерел запалювання, як тліючі недопалки. Контакт незагашеного недопалка з твердими та волокнистими речовинами або пилом призводить до утворення осередку тління, який при достатньому доступі повітря та за умов, які сприяють акумуляції тепла, що виділяється, викликає процес горіння.

Тліюча сигарета за наявності оптимальних умов запалює стружки й деревину через 1-1,5 та 2-3 год (полум'я з'являється, коли температура досягає 450-500 °С); паперові відходи, сіно, соломі – через 0,25-1 год (залежно від їх щільності); бавовняні тканини – через 0,5-1 год (залежно від об'ємної маси тканини).

3 Теплові прояви електричної енергії

Значна кількість пожеж виникає внаслідок несправностей та порушень правил експлуатації електротехнічних, електронагрівальних приладів, пристроїв та устаткування. Серед теплових проявів електричної енергії найбільш поширеними та небезпечними є коротке замикання в електричних мережах, струмові перевантаження проводів та електричних машин, великий перехідний опір, розряди статичної та атмосферної електрики, електричні іскри.

Коротке замикання – це такий аварійний режим в електроустаткуванні, коли через досить малий опір виникає з'єднання різнополярних провідників, що перебувають під напругою.

При короткому замиканні у місцях з'єднання проводів опір практично дорівнює нулю, внаслідок чого величина струму в провідниках і струмопровідних частинах апаратів й машин досягає дуже великих значень, у багато разів більших за номінальні значення для різноманітних марок проводів, кабелів, струмопровідних частин машин, апаратів й може досягати сотень і навіть тисяч ампер. У таких випадках можливий не тільки перегрів, але й займання ізоляції, розплавлення струмопровідних частин, жил кабелів та

проводів. Температура електричної дуги в зоні короткого замикання становить 2000-4000 °С.

Розрізняють наступні види короткого замикання:

- різнополіусне – з'єднуються різнополіусні провідники (позитивний та негативний провідники, або позитивний провідник та провідник середньої точки, або негативний провідник та провідник середньої точки) в електричних мережах постійного струму;
- однофазне – один лінійний (фазний) провідник з'єднується з нейтральним провідником в електричних мережах змінного струму;
- двофазне – один лінійний (фазний) провідник з'єднується з іншим лінійним (фазним) провідником в електричних мережах змінного струму;
- трифазне – три лінійних (фазних) провідники з'єднуються між собою в електричних мережах змінного струму;
- складне – замикання відбуваються в різних точках мережі.

З'єднання лінійного (фазного) провідника із землею в системах з нейтральним провідником, ізольованим від землі, не є коротким замиканням, а називається «**замикання на землю**».

Основна причина виникнення короткого замикання – порушення ізоляції провідників.

Температура провідника, що нагрівається струмом короткого замикання, розраховується за формулою:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{п}} + \frac{I_{\text{к.з.}}^2 \cdot R \cdot \tau_{\text{к.з.}}}{C_{\text{пр}} \cdot m_{\text{пр}}} \quad (1)$$

де $t_{\text{п}}$ – початкова температура провідника, °С;
 $I_{\text{к.з.}}$ – сила струму короткого замикання, А;
 R – опір провідника, Ом;
 $\tau_{\text{к.з.}}$ – час дії струму короткого замикання, с;
 $C_{\text{пр}}$ – теплоємність провідника, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;
 $m_{\text{пр}}$ – маса провідника, кг.

Можливість займання кабелю або проводу з ізоляцією залежить від значення кратності струму короткого замикання $I_{\text{кз}}$, тобто від значення відношення $I_{\text{кз}}$ до довгостроково припустимого струму кабелю або проводу. Якщо ця кратність більше 2,5, але менше 18 для кабелю та 21 для проводу, то, як правило, відбувається займання ізоляції.

Коротке замикання, дія якого не обмежена в часі, призводить до розплавлення провідників та виникнення іскор та дуг [Рожков].

Профілактика виникнення короткого замикання здійснюється у двох напрямках: недопущення виникнення короткого замикання та обмеження часу дії небезпечних струмів короткого замикання.

Заходи щодо попередження виникнення короткого замикання: правильний вибір, монтаж і експлуатація електроустановок; проведення

планово-попереджувальних оглядів і випробувань (зокрема – вимір опору ізоляції).

Для обмеження часу дії небезпечних струмів короткого замикання в електричних мережах установлюють апарати захисту, що вимикають електроустановку раніше, ніж станеться займання ізоляції або розплавлення струмовідних жил. З цією метою застосовуються плавкі запобіжники й автоматичні вимикачі з максимальними розчіплювачами струму короткого замикання. У разі несвоечасного спрацювання апаратів захисту при КЗ відбувається надмірне нагрівання жил кабельних виробів по всій їх довжині, внаслідок чого може утворитись осередок пожежі зі значною протяжністю або декілька осередків пожежі.

Перевантаження – це такий аварійний режим, за якого у провідниках електричних мереж виникає струм, що тривалий час перевищує нормативне значення. Основними причинами перевантаження є ввімкнення в електричну мережу споживачів підвищеної потужності, а також невідповідність площі поперечного перерізу жил проводів робочим струмам.

У процесі експлуатації електричних мереж, машин та апаратів частина електричної енергії перетворюється у теплову. При цьому кількість останньої буде тим більшою, чим більша величина та час протікання струму, а також опір електричного ланцюга. Нагрівання завдяки виділенню теплової енергії струмопровідними частинами електричних пристроїв та жил проводів і кабелів негативно відбивається на режимі їх роботи, особливо якщо при цьому не забезпечується відведення тепла.

При підвищенні температури у металах струмопровідних жил прискорюються процеси окиснення. Виникаючі при цьому оксиди мають значно більший опір, ніж чисті метали. При появі оксиду у місцях з'єднання проводів опір контакту збільшується, що викликає підвищення тепловиділення. Під час зростання температури це може призвести до повного зруйнування контакту.

Ще небезпечнішим є перегрівання проводів, які мають горючу ізоляцію. Перегрівання проводів значно прискорює процес старіння ізоляції. Наприклад, строк служби ізоляції електродвигунів при температурі 100 °С складає 10-15 років, а підвищення температури до 150 °С скорочує цей строк до декількох місяців. Старіння ізоляції супроводжується зміною її захисних та механічних якостей. Вона стає крихкою, здатною ламатися та тріскатися, що може призвести до її пробію чи оголення проводів. Коли ізоляція горюча, може виникнути пожежа, а у вибухонебезпечному середовищі статися вибух.

Температуру нагрівання жили електропроводу при виникненні перевантаження $t_{ж}$, °С, розраховують за формулою:

$$t_{ж} = t_{сер.н} + \left(\frac{I_{\phi}}{I_{доп}} \right)^2 \cdot (t_{ж.н} - t_{сер.н}) \quad (2)$$

де $t_{\text{сер.н}}$ – нормативна температура середовища для прокладання проводу, приймається відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, ДНАОП 0.00-1.21-98, °С;

$I_{\text{ф}}$ – фактичний струм у провіднику, А;

$t_{\text{ж.н.}}$ – нормативна температура жили електропроводу, °С;

$I_{\text{доп}}$ – допустимий струм у провіднику, А.

Перехідний опір – опір, що є в місцях переходу струму з одного контакту на інший. Величина перехідного опору залежить від площини контакту, чистоти контактної поверхні та наявності плівки оксиду металу провідника, яка має відносно великий опір [Рожков].

Причиною пожежі може стати перехідний опір, який виникає в місцях з'єднання проводів, електричних контактів машин, апаратів тощо. В цих місцях виділяється значна кількість тепла, здатна призвести до загоряння ізоляції, а також горючих речовин, що знаходяться поруч.

Перехідний опір буде меншим при збільшенні точок стикування контактів, тобто при обробці контактних поверхонь наждачним папером, при плоскій формі контактів, використанні щіток тощо. Саме тому для контактів слід використовувати м'які метали такі як срібло, мідь, алюміній. З'єднування електричних проводів слід здійснювати встановленими ПУЕ [ПУЕ] способами: зварюванням, паянням, опресуванням, за допомогою гвинтових та болтових з'єднань, але в ніякому разі не можна здійснювати з'єднування в так звану «скрутку».

Розряди статичної електрики виникають при деформації, подрібненні (розбризкуванні) речовин, відносному переміщенні двох тіл, що знаходяться в контакті, шарів рідких та сипких матеріалів, при інтенсивному перемішуванні, кристалізації, випаровуванні речовин.

Можливість накопичення небезпечної кількості статичної електрики визначається як інтенсивністю виникнення, так і умовами стікання зарядів.

Інтенсивність виникнення зарядів у технологічному устаткуванні визначається фізико-хімічними властивостями речовин, що переробляються, та матеріалів, з яких виготовлено устаткування, а також параметрами технологічного процесу.

Процес стікання зарядів визначається, головним чином, електричними властивостями речовин, що переробляються, навколишнім середовищем й матеріалами устаткування.

Іскрові розряди статичної електрики здатні запалити паро-, газо- та пилоповітряні суміші. Енергію іскри (W_i), Дж, яка здатна виникнути під дією напруги між пластиною й будь-яким заземленим предметом, обраховують за енергією, що запасена, за наступною формулою:

$$W_i = 0,5 \cdot C \cdot U^2 \quad (3)$$

де C – ємність конденсатора, Ф;

U – напруга, В.

Різницю потенціалів між зарядженим тілом та землею вимірюють електрометрами в реальних умовах виробництва.

Умовою електростатичної безпеки об'єкта є виконання співвідношення:

$$W \leq k \cdot W_{min} \quad (4)$$

де W – максимальна енергія розрядів, які можуть виникнути всередині об'єкта або з його поверхні, Дж;

k – коефіцієнт безпеки, що вибирається за умов допустимої (безпечної) ймовірності запалювання; у випадках неможливості визначення ймовірності запалювання приймають рівним 0,4;

W_{min} – мінімальна енергія запалювання речовин і матеріалів.

Ступінь електризації поверхні речовини вважається безпечним, якщо вимірне максимальне значення поверхневої густини заряду, напруженості поля або потенціалу на будь-якій ділянці цієї поверхні не перевищує гранично допустимого значення для даної зарядженої речовини, навколишнього середовища й середовища, що може проникнути до об'єкта.

При заданих тиску й температурі гранично допустимим вважається таке максимальне значення густини заряду, напруженості поля або потенціалу, при яких ще виконується умова електростатичної іскробезпеки.

Реальну небезпеку являє «контактна» електризація людей, що працюють з рухомими діелектричними матеріалами. При доторканні людини до заземленого предмета можуть виникнути іскри з енергією від 2,5 до 7,5 МДж.

Накопиченню високих потенціалів статичної електрики й формуванню іскрових розрядів сприяє відсутність або неефективність спеціальних заходів до захисту від статичної електрики, створення електроізоляційного шару відкладень на поверхні заземлення, порушення режиму роботи апаратів.

Блискавка – це електричний розряд в атмосфері між зарядженою хмарою та землею (будівлями та спорудами) або між різнойменно зарядженими частинами хмари. Можливі також розряди між сусідніми хмарами. Довжина каналу блискавки може досягати декількох кілометрів.

Температура в каналі блискавки досягає 30000 °С при силі струму 200000 А та часу дії близько 100 мкс.

Блискавка може уражати будівлі та устаткування безпосередньо. Таке явище має назву прямого удару або безпосереднього впливу.

При прямому ударі блискавки можуть виникати пожежі, вибухи, механічні руйнування, перенапруга на проводах електричних мереж. Блискавка, а точніше її канал, має високу температуру й запас теплової енергії, які здатні нагріти горюче середовище до температури займання.

Особливо небезпечні прямі удари блискавки для будівель та надвірного устаткування, де може створюватися вибухонебезпечне середовище.

Блискавка може проплавляти металеві поверхні, перегрівати внутрішні стінки надвірного вибухонебезпечного устаткування або запалювати вибухонебезпечні суміші парів та газів, що виділяються через дихальні та запобіжні клапани тощо. До такого устаткування належать металеві та

залізобетонні резервуари для зберігання нафтопродуктів, газгольдери та резервуари зі зрідженими горючими газами, більшість апаратів надвірного технологічного устаткування нафтопереробних, хімічних та інших об'єктів.

Середня тривалість грозової діяльності за рік в Україні складає від 40 до 100 год [Рожков].

Небезпека вторинної дії блискавки полягає в іскрових розрядах, що виникають як результат індукційної та електромагнітної дії атмосферної електрики на виробниче устаткування, трубопроводи й будівельні конструкції. Енергія іскрового розряду перевищує 250 МДж та достатня для займання горючих речовин з мінімальною енергією запалювання до 0,25 Дж.

Занесення високого потенціалу в будівлю відбувається по металевих комунікаціях не тільки при їх прямому ураженні блискавкою, але й при розташуванні комунікацій в безпосередній близькості від блискавковідводу. При недотриманні безпечних відстаней між блискавковідводами та комунікаціями енергія можливих електричних іскрових розрядів досягає значень 100 Дж та більше, тобто достатня для займання горючих речовин.

Електричні іскри (краплі металу) утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні ниток розжарювання електричних ламп загального призначення. Розмір крапель металу при цьому досягає 3 мм (при стельовому зварюванні -4 мм). При короткому замиканні й електрозварюванні частинки вилітають у всіх напрямках, їх швидкість не перевищує 10 та 4 м·с⁻¹ відповідно. Температура крапель залежить від виду металу й дорівнює температурі плавлення. Температура крапель алюмінію при короткому замиканні – 2500 °С, температура зварних частинок й нікелевих частинок ламп розжарювання досягає 2100 °С. Розмір крапель при різці металу досягає 15-26 мм, швидкість – 1 м·с⁻¹, температура – 1500 °С. Температура дуги при зварюванні й різці досягає 4000 °С; природно, що дуга є джерелом запалювання всіх горючих речовин.

Зона розлітання частинок при короткому замиканні залежить від висоти розміщення проводу, кута виліту й носить ймовірнісний характер. При висоті розташування проводу 10 м ймовірність попадання частинок на відстань 9 м, відповідно, складає 0,06; 7м – 0,45 та 5 м – 0,92. При висоті розташування проводу 3 м ймовірність попадання частинок на відстань 8 м складає 0,01; 6 м - 0,29 та 4 м – 0,96, а при висоті 1 м ймовірність розліту частинок на відстань 6 м складає 0,06; 5 м – 0,24, 4 м – 0,66 та 3 м – 0,99.

Електричні лампи розжарювання загального призначення становлять певну небезпеку з точки зору можливості контакту горючого середовища з колбою електричної лампи розжарювання, нагрітою вище температури самозаймання горючого середовища, а також, в окремих випадках, з виходом назовні розплавлених крапель металу нитки розжарювання. Температура нагрівання колби електричної лампи залежить від потужності лампи, її розмірів й розміщення у просторі [Рожков].

Враховуючи поширеність та небезпеку пожеж, що виникають внаслідок теплового прояву електричного струму, розглянемо детальніше причини загорянь в електричному устаткуванні та установках.

Причини загорянь кабелів і проводів. Перегрів від короткого замикання між жилами кабелів, жилами кабелю та землею, який можливий внаслідок:

- пробою ізоляції підвищеною напругою, в тому числі від перевантаження, викликаного блискавкою;
- пробою ізоляції в місці механічного пошкодження в процесі експлуатації;
- пробою ізоляції при виникненні мікротріщин внаслідок заводського дефекту;
- пробою ізоляції від її старіння;
- пробою ізоляції в місці локального зовнішнього чи внутрішнього перегрівання;
- пробою ізоляції в місці локального підвищення вологості або агресивності середовища;
- випадкового або навмисного з'єднання струмопровідних жил кабелів та проводів між собою чи з'єднання струмопровідних жил із землею.

Перегрів від струмового перевантаження, який може статися у таких випадках:

- підключення споживача завищеної потужності;
- появи значного струму витoku між струмопровідними проводами, між струмопровідними проводами та землею;
- підвищення навколишньої температури на ділянці або в одному місці, погіршення тепловідводу чи вентиляції.

Перегрів у місцях перехідних опорів, який може виникнути при:

- послабленні контактного тиску в місці з'єднання двох або більше струмопровідних жил, що призводить до значного підвищення перехідного опору;
- окисненні в місцях з'єднання провідників електричного струму.

Причини виникнення загорянь в електронагрівальних приладах, апаратах, устаткуванні. Перегрів приладів, апаратів та устаткування від замикання електронагрівальних елементів внаслідок [Рожков]:

- руйнування ізоляції від її старіння;
- руйнування електроізоляційних елементів від зовнішньої механічної дії;
- пробою електроізоляції конструктивних елементів підвищеною напругою живлення;
- окиснення та послаблення контактного тиску в місцях підімкнення струмопровідних елементів, що викликає значне підвищення перехідного опору;
- википання води чи іншої рідини, яка підлягає нагріванню, що призводить до деформації та зруйнування нагрівача;
- нашарування струмопровідного забруднення між струмоведучими конструктивними елементами.

Загоряння від електронагрівальних приладів бувають у разі:

- теплового опромінювання горючих речовин від поверхні електронагрівальних приладів;
- попадання горючих речовин на нагріту поверхню електронагрівальних приладів, апаратів, устаткування;
- недотримання безпечних відстаней від нагрітих поверхонь таких приладів до горючих матеріалів.

Причини, загоряння освітлювальної апаратури. Перегрів від електричного пробую, який може виникнути в разі:

- зниження електроізоляційних якостей конструктивних елементів;
- механічного зміщення струмопровідних елементів до взаємного зіткнення різними потенціалами;
- послаблення контактного тиску та підвищення перехідного опору в місцях підімкнення проводів та джерел світла;
- використання джерел світла завищеної потужності;
- окиснення поверхонь, що контактують, і підвищення перехідного опору у місцях підімкнення джерел світла (ламп у цоколі, патроні, лампотримачі) до живильної напруги.

Перегрів в елементах пускорегулювальної апаратури люмінесцентних ламп та ламп типу ДРЛ внаслідок:

- електричного пробую конденсатора, що призводить до струмового пробую дроселя;
- погіршення природного охолодження елементів конструкції освітлювача, зокрема дроселя, при сильному запиленні або неправильному встановленні;
- «залипання» стартера, що спричиняє струмові перевантаження дроселя;
- «залипання» стартера, яке спричиняє розплавлення електропроводів, перегрів цоколя лампи та лампотримача;
- підвищеного розсіювання потужності у дроселі внаслідок послаблення кріплення магнітного осердя;
- міжвиткового замикання у трансформаторі для безстартерних схем пуску та живлення.

Основні причини виникнення загорянь електродвигунів, генераторів та трансформаторів. Перегрів від коротких замикань в обмотках та на корпус, який виникає, коли має місце [Рожков]:

- міжвитковий пробій ізоляції від старіння;
- міжвитковий пробій в одній обмотці електроізоляції підвищеною напругою;
- міжвитковий пробій ізоляції в місці виникнення мікротріщин при наявності заводського дефекту;
- міжвитковий пробій ізоляції під впливом вологи або агресивного середовища;
- міжвитковий пробій електроізоляції, що виникає внаслідок впливу локального зовнішнього чи внутрішнього перегріву;

- міжвитковий пробій ізоляції при механічному пошкодженні;
- пробій ізоляції обмоток на корпус підвищеною напругою;
- пробій ізоляції обмоток на корпус у разі її старіння;
- пробій ізоляції обмоток на корпус від механічного пошкодження електроізоляції;
- пробій ізоляції обмоток на корпус під впливом вологи чи агресивного середовища;
- пробій ізоляції обмоток на корпус від зовнішнього чи внутрішнього перегріву.

Перегрів від струнового перевантаження, який може спостерігатися у таких випадках:

- гальмування ротора у підшипниках від механічного спрацювання та відсутності змащення;
- роботи трифазного електродвигуна на двох фазах;
- роботи електродвигуна в разі зниженої живильної напруги при номінальному навантаженні на валу;
- підвищеної напруги живлення;
- тривалої безперервної роботи під максимальним навантаженням;
- порушення охолодження;
- завищення частоти реверсування електродвигунів;
- порушення режиму пуску.

Перегрів від іскріння у контактних кільцях та колекторі, який можливий за умов:

- забруднення, окиснення контактних кілець, колектора;
- механічного спрацювання контактних кілець, колектора та щіток, що може призвести до послаблення контактного тиску;
- механічного пошкодження контактних кілець, колектора та щіток;
- порушення місць установлення струмознімальних елементів на колекторі;
- перевантаження на валу (для електродвигунів);
- струмового перевантаження в ланцюзі генератора.

Причини загорянь у розподільних пристроях, електричних апаратах пуску, перемикачів, керування та захисту [Рожков]:

1. Перегрів обмотки електромагніту при міжвитковому замиканні через пробій ізоляції внаслідок:

- її старіння;
- підвищеної напруги;
- виникнення мікротріщин як виробничого дефекту;
- механічного пошкодження в процесі експлуатації;
- локального зовнішнього перегріву від контактів, що іскрять;
- підвищеної вологості або агресивності середовища.

2. Перегрів від струмового перевантаження в обмотці електромагніту, коли має місце:

- підвищена напруга живлення обмотки електромагніту;
- підвищена частота (кількість) вмикань-вимикань;

- періодичне недотягнення рухомої частини осердя до замикання магнітної системи при механічних пошкодженнях конструктивних пристроїв;
- тривалий розімкнутий стан магнітної системи при вмиканні під напругою обмотки.

3. Перегрів конструктивних елементів внаслідок:

- окиснення в місцях підімкнення струмопровідних провідників та елементів, що призводить до значного підвищення перехідного опору;
- послаблення контактного тиску в місцях підімкнення струмопровідних елементів;
- іскріння робочих контактів при спрацюванні контактних поверхонь;
- іскріння робочих контактів при окисненні контактних поверхонь;
- іскріння робочих контактів у разі перекосів контактних поверхонь, що призводить до підвищення контактного опору в місцях контактування;
- сильного іскріння нормальних робочих контактів при вилучених іскро-, дуогасниках;
- іскріння в разі електричного пробую проводів на корпус.

Причини загоряння від запобіжників:

- нагрівання в місцях робочих контактів від зниження контактного тиску та зростання перехідного опору;
- нагрівання у місцях робочих контактів від окиснення;
- розбризкування частинок розплавленого металу плавкої вставки при руйнуванні корпусу запобіжника, викликаному застосуванням нестандартних плавких уставок («жучків»);
- розбризкування частинок розплавленого металу нестандартних відкритих плавких уставок.

Значна кількість пожеж від теплового прояву електричного струму трапляється внаслідок використання саморобних електронагрівальних приладів, застосування «жучків», недотримання безпечних відстаней, експлуатації несправного електроустаткування, неправильного вибору його виконання (ступеня захисту) залежно від класів зон.

4 Теплові прояви механічної та хімічної енергії

Тепловий прояв механічної енергії. Механічна енергія широко застосовується для різних потреб. Пожежоне-безпечне підвищення температури внаслідок перетворення механічної енергії у теплову спостерігається в разі [Рожков]:

- ударів твердих тіл (з виникненням або без виникнення іскор);
- поверхневого тертя тіл під час їх взаємного переміщення;
- стиснення газів та пресування пластмас;
- механічної обробки твердих матеріалів різальними інструментами.

Ступінь нагрівання тіл та можливість появи при цьому джерел запалювання залежить від умов переходу механічної енергії в теплову.

Іскри, що виникають при ударах твердих тіл. Коли зіткнення деяких твердих тіл має достатню силу, то можуть висікатися іскри. В таких випадках

іскра являє собою розпечену до світіння частинку металу або каміння. Розміри іскор (0,1-0,5 мм) від удару та тертя залежать від властивостей матеріалів, що взаємодіють, та енергетичних характеристик удару.

Від іскор при ударі у виробничих умовах займаються: ацетилен, етилен, водень. Такі іскри за певних умов здатні запалити метано-повітряні суміші.

Запалювальна здатність іскор від удару пропорційна наявності кисню у суміші, яку ці іскри можуть запалити. Чим більше кисню, тим інтенсивніше спалахне іскра і горючість суміші буде вищою.

Іскра, що летить, безпосередньо не запалює пилоповітряні суміші. Але коли вона попадає на осілий пи́л чи на волокнисті матеріали, то здатна викликати появу осередку тління. Цим пояснюється велика кількість спалахів та загорянь від механічних іскор у машинах на об'єктах, де є волокнисті матеріали або відкладення дрібного горючого пи́лу (розмельні цехи млинів та круп'яних заводів, сортувально-розпушувальні цехи текстильних фабрик, бавовняно-очисні заводи тощо).

Іскри, що виникають під час роботи ударними інструментами, досить часто викликають пожежонебезпечні ситуації. Зафіксовані випадки спалахів та вибухів у насосних і компресорних станціях, а також у виробничих приміщеннях вибухонебезпечних категорій в разі падіння інструменту, ударів ключів під час підтягування гайок.

Іскри, які виникають при ударах рухомих механізмів машин по їх нерухомих частинах. Досить часто трапляються випадки, коли ротор від центрального вентилятора стикається із стінками кожуха або пилчасті і ножеві барабани волокновідокремлювальних та тіпальних машин б'ються об нерухомі сталеві ґрати. При цьому спостерігається іскроутворення. Воно можливе також у разі неправильного регулювання зазорів, при деформуванні та вібрації валів, спрацюванні підшипників тощо. У таких випадках можливе не тільки виникнення іскор, але і поломка окремих частин машин і апаратів, що, у свою чергу, також може спричинити виникнення іскор [Рожков].

Утворення іскор у разі потрапляння до машин металу або каміння. Частіше такі іскри утворюються, коли разом з оброблюваними продуктами потрапляють шматки металу чи каміння до:

- апаратів з мішалками для розчину чи хімічної обробки твердих речовин у розчинниках;
- машин ударно-від центральної дії для подрібнення, розпушення та змішування твердих горючих речовин;
- апаратів-змішувачів для перемішування та готування порошкових композицій;
- апаратів відцентрової дії для перемішування газів та парів.

Виникнення загоряння внаслідок перегріву підшипників машин та апаратів. Найбільшу пожежну небезпеку становлять підшипники ковзання навантажених високооборотних валів. Погана якість змащення робочих площин, їх забруднення, перекіс валів, перевантаження машини та надмірне затягування підшипників - все це може бути причиною перегріву підшипників. Досить часто корпус підшипника забруднюється відкладеннями горючого

пилу (від деревини, борошна, бавовни), що також створює умови його перегріву та виникнення пожежі.

Перегрів та загоряння від транспортерних стрічок та привідних пасів. Такі явища відбуваються, головним чином, внаслідок тривалого проковзування паса чи стрічки відносно шківів. Таке проковзування, що зветься буксуванням, виникає в разі невідповідності передавального зусилля натягання гілок паса або стрічки, перевантаження агрегатів.

У випадку буксування майже вся енергія витрачається на тертя паса об шків, внаслідок чого виділяється значна кількість тепла. Найчастіше буксування транспортерних стрічок, стрічок елеваторів та пасових передач виникає через перевантаження чи слабке натягання паса.

В елеваторах буксування найчастіше виникає при завалі башмака, коли ківш елеватора не може пройти крізь товщу речовини, що транспортується. До перевантаження та буксування можуть також призвести защемлення стрічки, перекося та інше.

Займання волокнистих матеріалів при намотуванні їх на вали. Такі випадки трапляються на прядильних фабриках, льонозаводах, а також у комбайнах під час збирання зернових культур. Волокнисті матеріали намотуються на вали біля підшипників. Таке намотування супроводжується поступовим ущільненням маси, а потім сильним її нагріванням при терті об стінки машини, обвугленням і, нарешті, займанням. Іноді загоряння виникає внаслідок намотування волокнистих матеріалів на вали транспортерів, що переміщують відходи та готову продукцію. На прядильних фабриках займання часто виникають при обриванні шнура або тасьми, за допомогою яких обертаються веретена прядильних машин [Рожков].

Намотуванню волокнистих матеріалів на вали, що обертаються, сприяє:

- наявність збільшеного зазору між валом та підшипником (при попаданні в цей зазор волокно заклинюється, стискується і починається процес намотування його на вал з усе сильнішим ущільненням шарів);

- наявність оголених ділянок вала, з яким стикуються волокнисті матеріали;

- використання вологої та забрудненої сировини.

Тепловий прояв хімічних реакцій. Проходження хімічних реакцій із значним виділенням теплової енергії містить у собі потенційну небезпеку виникнення пожежі або вибуху тому, що виникає можливість неконтрольованого розігрівання реагуючих, новоутворюваних чи тих, що знаходяться поряд, горючих речовин. Існує також велика кількість таких хімічних сполук, які в контакті з повітрям чи водою, а також в разі взаємодії можуть стати причиною виникнення пожежі.

Займання хімічних речовин при взаємодії. Це досить розповсюджена причина пожеж, які трапляються на виробництві. Найчастіше такого роду випадки виникають внаслідок дії окисників на органічні речовини. Окисниками при цьому можуть бути хлор, бром, оксиди азоту, фтор, азотна кислота, хромовий ангідрид, перекиси натрію, барію, водню, рідкий кисень, селітри, хлорати, перманганати, перхлорати та ін.

Стикаючись та змішуючись з органічними речовинами, окисники викликають їх займання. Деякі з окисників (хлорати, перхлорати, селітри, солі хромової кислоти) здатні утворювати з органічними речовинами суміші, що вибухають під незначним тепловим впливом або механічною дією.

Бувають суміші окисників та горючих речовин, які здатні займатися під дією на них сірчаної та азотної кислот або невеликої кількості вологи. При контакті алюмінієорганічних сполук із спиртами, лугами, кислотами реакція супроводжується вибухом. Багато ініціаторів, каталізаторів та паротворювачів, що широко застосовуються у виробництві пластмас, синтетичних смол, волокон та каучуку, займаються і вибухають при взаємодії з іншими речовинами.

Факторами сприяння взаємодії окисника з горючою речовиною виступають:

- підвищена початкова температура речовини;
- подрібнення речовини;
- наявність ініціаторів хімічного процесу.

Контакт деяких хімічних речовин призводить до виникнення екзотермічної реакції, виділення токсичних та горючих газів. Утворене тепло розігріває зону реакції, а також її продукти до небезпечних температур. Коли реагуючі речовини або продукти реакції є горючими, вони займаються і стають осередком пожежі або джерелом вибуху. В разі, коли реагуючі речовини є негорючими, то розігріті до високих температур від тепла реакції, вони стають джерелами запалювання горючих речовин, що знаходяться поряд [Рожков].

Самоспалахування та самозаймання речовин при контакті з повітрям та водою. Речовини, що знаходяться в апаратах за умов технологічного процесу, можуть бути нагріті до температури, що перевищує температуру їх самозаймання. Так, наприклад, піролізний газ при виробництві етилену з нафтопродуктів має температуру самозаймання 530-550 °С, а виходить з печей піролізу, маючи температуру 850 °С. Температура самозаймання мазуту 380-420 °С, а в устаткуванні термічного крекінгу його нагрівання може сягати 500 °С. Цілков природно, що при появі нещільностей в апаратах і трубопроводах та стикуванні з повітрям продукту, що виходить назовні і має температуру, яка перевищує температуру самозаймання, виникає його загоряння. Трапляються випадки, коли речовини, що використовуються в технологічному процесі, мають дуже низьку температуру самозаймання, навіть нижчу, ніж температура навколишнього середовища. Наприклад, три-етилалюміній має температуру самозаймання мінус 68 °С, рідкий та білий фосфор має температуру самозаймання нижче кімнатної температури. Багато речовин, стикаючись з повітрям, здатні до самозаймання, яке може початись навіть при температурі навколишнього середовища або після попереднього (досить незначного) їх підігрівання. До таких речовин слід віднести олії та тваринні жири, кам'яне та деревне вугілля, деякі види сажі, оліфу, сірчані з'єднання заліза, скипидар, силос, порошкоподібні алюміній, цинк, титан, магній та ін.

Хімічні речовини, що здатні самозайматися, мають контакт з повітрям, як правило, у випадках:

- пошкодження тари;
- розфасування речовин;
- розливу рідин;
- сушіння;
- відкритого зберігання твердих подрібнених, волокнистих, листових та рулонних матеріалів;
- розкриття апаратів з метою огляду та ремонту;
- відкачування рідин з резервуарів, коли усередині резервуарів знаходяться відкладення, що самозаймаються.

Самоспалахування та самозаймання речовин при контакті з повітрям та водою

Речовини, що знаходяться в апаратах за умов технологічного процесу, можуть бути нагріті до температури, що перевищує температуру їх самозаймання. Так, наприклад, піролізний газ при виробництві етилену з нафтопродуктів має температуру самозаймання 530-550 °С, а виходить з печей піролізу, маючи температуру 850 °С. Температура самозаймання мазуту 380-420 °С, а в устаткуванні термічного крекінгу його нагрівання може сягати 500 °С. Цілковитим природно, що при появі нещільностей в апаратах і трубопроводах та стикуванні з повітрям продукту, що виходить назовні і має температуру, яка перевищує температуру самозаймання, виникає його загоряння. Трапляються випадки, коли речовини, що використовуються в технологічному процесі, мають дуже низьку температуру самозаймання, навіть нижчу, ніж температура навколишнього середовища. Наприклад, три-етилалюміній має температуру самозаймання мінус 68 °С, рідкий та білий фосфор має температуру самозаймання нижче кімнатної температури. Багато речовин, стикаючись з повітрям, здатні до самозаймання, яке може початись навіть при температурі навколишнього середовища або після попереднього (досить незначного) їх підігрівання. До таких речовин слід віднести олії та тваринні жири, кам'яне та деревне вугілля, деякі види сажі, оліфу, сірчані з'єднання заліза, скипидар, силос, порошкоподібні алюміній, цинк, титан, магній та ін.

Хімічні речовини, що здатні самозайматися, мають контакт з повітрям, як правило, у випадках [Рожков]:

- пошкодження тари;
- розфасування речовин;
- розливу рідин;
- сушіння;
- відкритого зберігання твердих подрібнених, волокнистих, листових та рулонних матеріалів;
- розкриття апаратів з метою огляду та ремонту;
- відкачування рідин з резервуарів, коли усередині резервуарів знаходяться відкладення, що самозаймаються.

Для виробничої апаратури найбільш специфічними є випадки самозаймання відкладень сірчистих сполук заліза та термополімерів. Сірчисті сполуки заліза виникають внаслідок хімічної взаємодії сірководню чи вільної сірки із стінками сталевих апаратів. Такий процес можна спостерігати під час

переробки та зберігання сірчистих нафт та нафтопродуктів; при зберіганні, очищенні та переробці природного та супутнього нафтового газу; одержанні та очищенні генераторних газів, водню, коксового газу та ін.

Найбільш схильним до самозаймання є закисний сульфід заліза. Окиснення сірчистих сполук заліза починається з підсихання поверхні та стикування її з киснем повітря. При цьому температура поступово підвищується, з'являється блакитний дим, а вже потім і невеликі язички полум'я. Відкладення сірчистих сполук можуть розігріватися до температури 700°C.

Якщо виробничий процес пов'язаний з використанням речовин, схильних до полімеризації, виникає можливість утворення так званих термополімерів. Вони являють собою пухку губчасту речовину із значною кількістю невикористаних у процесі полімеризації зв'язків. Наявність цих зв'язків та розвинена поверхня термополімеру визначають його здатність до окиснення та самозаймання на повітрі.

У виробництві використовується значна кількість речовин, які займаються при взаємодії з водою. Теплова енергія, що при цьому виділяється, може викликати займання горючих речовин, які утворюються чи межують із зоною реакції. До таких речовин слід віднести лужні метали, карбід кальцію, карбіди лужних металів, негашене вапно, фосфористий кальцій, фосфористий натрій, сірчистий натрій, гідросульфід натрію. Багато з цих речовин (лужні метали, карбіди) при взаємодії з водою утворюють горючі газу, які займаються від теплоти реакції [Рожков].

Контакт речовин з водою або вологою повітря виникає найчастіше при пошкодженні апаратів та трубопроводів, при несправності тари, а також у разі відкритого зберігання цих речовин. Але вода може проникнути у приміщення і через відкриті прорізи у стінах, у випадку наявності щілин, отворів у покритті чи підлозі, при пошкодженні водяних комунікацій, при конденсації вологи з повітря тощо.

Вибухи та посилення пожежі, що почалася, можуть мати місце під час спроб гасити подібні речовини водою або піною.

Речовини, здатні до займання та вибуху під час нагрівання або механічної дії. Існує ряд нестійких хімічних речовин, здатних розкладатися з часом під впливом температури, дією тертя, удару та інших факторів. Розкладання таких речовин пов'язане з виділенням більшої чи меншої кількості тепла. Сюди належать і вибухові речовини: ацетилен, ацетиленіди, селітри, перекуси, гідроперекуси тощо.

У разі порушення технологічного регламенту при виробництві, використанні або збереженні таких речовин вплив на них джерел тепла, і особливо можливої пожежі, здатний призвести до їх вибухового розкладу. Такі випадки спостерігались під час здійснення процесів нітрації органічних сполук, отримання перекусів та гідроперекусів ацетилену та схожих речовин.

Схильність до вибухового розкладу під впливом підвищеного тиску та температури має ацетилен.

Азотовмісні речовини, наприклад ціаністи та азоціаністи, під час термічного розкладання виділяють не тільки оксид вуглецю, але й інші токсичні продукти - ціанід водню (синильну кислоту) HCN, диціан C₂N² тощо.

Продукти термічного розкладу тетрахлорметану в 90 разів токсичніші, ніж первинна речовина.

Неорганічні речовини, залежно від їх складу, під час нагрівання розкладаються з виділенням кисню, діоксиду азоту, діоксиду вуглецю, хлору, хлориду водню тощо.

Слід зазначити, що термічний розклад органічних речовин відбувається з виділенням головним чином летких горючих продуктів, а термічний розклад неорганічних речовин супроводжується утворенням як горючих, так і негорючих продуктів.

Більшість продуктів термічного розкладу речовин токсичні.

Леткі продукти, що виділяються під час розкладу в умовах пожежі, можуть займатися та інтенсифікувати її розвиток або утворювати разом з повітрям пожежовибухонебезпечні суміші, створювати небезпечні токсикологічні умови.

5 Методика проведення аналізу пожежної безпеки

Аналіз пожежної безпеки являє собою прогноз виникнення пожежі та її наслідків. Під час аналізу обґрунтовується економічна доцільність протипожежних заходів [Рожков].

Кінцевою метою аналізу пожежної безпеки буде максимально можливе виключення потенційних джерел запалювання, зведення до мінімуму горючого середовища, встановлення такого рівня протипожежного режиму, при якому можливість виникнення пожежі та масштаби її наслідків будуть найменші.

Протипожежний режим – це комплекс встановлених норм поведінки людей, правил виконання робіт та експлуатації об'єкта (виробу), спрямованих на забезпечення його пожежної безпеки. Порушення чи відхилення від такого порядку негайно підвищує ризик виникнення пожежі. Тому виявлення порушень протипожежного режиму є складовою частиною аналізу пожежної безпеки.

Методика аналізу пожежної безпеки зводиться до виявлення та оцінки наступних умов:

- потенційних та наявних джерел запалювання;
- умов формування горючого середовища;
- умов виникнення контакту джерел запалювання та горючого середовища;
- умов та причин поширення вогню в разі виникнення пожежі;
- наявності та масштабів імовірної пожежі, загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям;
- рівня працездатності систем протипожежного захисту та протипожежної стійкості кожної ділянки та об'єкта в цілому;

- порушень протипожежного режиму, норм і правил пожежної безпеки.

Для здійснення обґрунтованих прогнозів щодо виникнення та розповсюдження пожеж необхідно спиратися на статистичний аналіз пожеж, особливо тих, що виникають на споріднених об'єктах. Робота із статистичними даними дає змогу накреслювати ефективні заходи запобігання аналогічним пожежам.

Важливим завданням аналізу пожежної небезпеки та стану протипожежного режиму є виявлення умов виникнення пожеж під час окремих технологічних операцій у цехах, в устаткуванні, в цілому на об'єкті, враховуючи умови виробничої діяльності та різноманітність часу виникнення статистичне відомих аналогічних пожеж (доба, місяць, квартал, рік).

Слід також враховувати і психофізіологічні умови праці персоналу. Оптимальні та безпечні режими роботи можливо забезпечити тільки з урахуванням збереження працездатності та спостережливості людей, зайнятих у

виробництві, особливо тих, чия професійна діяльність так чи інакше пов'язана з вибухонебезпечними роботами та устаткуванням. Важливу роль тут відіграє виробнича дисципліна та свідоме ставлення працюючих до виконання вимог безпеки і додержання потрібного рівня як протипожежного, так і технологічного режиму.

Аналіз пожежної небезпеки промислових підприємств рекомендовано проводити за ходом технологічного процесу, а в адміністративних та житлових будівлях, – від підвалу до горища (або навпаки), тобто в усіх приміщеннях без винятку [Рожков].

Можна поради такі напрямки виявлення умов виникнення пожежі та порушень протипожежного режиму:

- несправність технологічного устаткування (передчасний вихід з ладу, неякісний повсякденний огляд, несправність контрольно-вимірювальних приладів та несвоєчасність проведення планово-профілактичних ремонтів);

- порушення правил улаштування та експлуатації електроустановок, строків їх ремонту та замірів опору ізоляції електропроводів;

- порушення правил експлуатації вентиляційних систем (наявність пошкоджень, несвоєчасність очищення та ремонту);

- порушення технологічного регламенту з вини обслуговуючого персоналу, в разі поломок контрольно-вимірювальних приладів, неякісного догляду;

- порушення правил пожежної безпеки під час ремонту технологічного устаткування (неповне зливання легкозаймистих та горючих рідин, непровадження продування та пропарювання ємностей інертним газом та паром, використання сталевих інструментів, здатних до іскровискання, та ін.);

- застосування відкритого вогню (при використанні факелів, паяльних ламп, під час розведення багать, порушенні режиму куріння і т.ін.);

- порушення режиму проведення вогневих робіт (електрогазоварювальних, фарбувальних, малярних, при розігріванні бітуму, смол, мастик);

- підтікання та розлив легкозаймистих та горючих рідин, вихід газів при несправностях тари, апаратів, трубопроводів та газопроводів);
- порушення строків очищення виробничого устаткування, фарбувальних камер;
- порушення режиму збору та вилучення сміття та інших горючих відходів;
- порушення правил експлуатації систем опалення і вентиляції;
- порушення в утриманні шляхів евакуації, засобів оповіщення про пожежу;
- порушення протипожежних відстаней, утримання шляхів під'їзду до будівель і споруд;
- порушення правил зберігання пожежовибухонебезпечних речовин і матеріалів;
- несправність або відсутність систем протипожежного захисту та первинних засобів пожежогасіння, зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання;
- невідповідність вимогам норм шляхів евакуації;
- інші порушення.