

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

П. А. Білим

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 – Цивільна безпека)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

УДК 614.1

Білим П. А. Пожежна безпека виробництва : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 – Цивільна безпека / П. А. Білим ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 63 с.

Автор канд. хім. наук, доц. П. А. Білим

Рецензенти:

М. И. Ворожбіян, професор, доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища (Український державний університет залізничного транспорту);

Г. В. Фесенко, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,
протокол № 1 від 29.08.2017.*

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам спеціальності «Цивільна безпека» під час підготовки до занять, заліків та іспитів із курсу «Пожежна безпека виробництва»

© П. А. Білим, 2018

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018

ЗМІСТ

Вступ.....	4	
Лекція 1	Теоретичні основи технології пожежовибухонебезпечних виробництв.....	5
Лекція 2	Оцінка пожежовибухобезпеки середовища усередині технологічного обладнання.....	9
Лекція 3	Пожежна безпека виходу горючих речовин із нормально працюючих технологічних апаратів.....	16
Лекція 4	Безпека виходу горючих речовин з пошкодженого технологічного обладнання.....	24
Лекція 5	Категорування приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою...	34
Лекція 6	Виробничі джерела запалювання.....	36
Лекція 7	Пожежна безпека процесів механічної обробки твердих речовин та матеріалів.....	39
Лекція 8	Пожежна безпека гідравлічних процесів.....	43
Лекція 9	Пожежна безпека теплових процесів.....	45
Лекція 10	Пожежна безпека процесів ректифікації.....	48
Лекція 11	Пожежна безпека процесів сорбції.....	50
Лекція 12	Пожежна безпека хімічних процесів	53
Лекція 13	Пожежна безпека процесів переробки нафти, нафтопродуктів та горючих газів.....	55
Лекція 14	Пожежна безпека об'єктів енергетики.....	57
Лекція 15	Пожежна безпека хімічних виробництв.....	60
Список рекомендованих джерел.....	63	

ВСТУП

Захист промислових підприємств від пожеж та вибухів нерозривно пов'язаний із вивченням пожежовибухонебезпеки технологічних процесів. Без виявлення причин виникнення і поширення пожежі не можна провести якісне пожежно-технічне обстеження, пожежно-технічну експертизу проектних матеріалів, розслідувати пожежі і вибухи, розробити ефективний протипожежний захист промислових та сільськогосподарських об'єктів.

Сучасні промислові підприємства – це підприємства з безперервним замкнутим технологічним циклом, із високопродуктивним технологічним обладнанням. На цих об'єктах різноманітні технологічні процеси нерідко здійснюються в одному великому цеху, на одній виробничій лінії, з концентрацією на обмеженій ділянці великої кількості пожежовибухонебезпечних речовин та матеріалів.

Метою викладання навчальної дисципліни «Пожежна безпека виробництва» є навчання студентів оцінювати пожежну небезпеку технологічних процесів виробництва, розробляти заходи пожежної профілактики, визначати категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Основними завданнями вивчення дисципліни є оволодіння методикою визначення пожежовибухонебезпеки середовища у апаратах та у виробничих приміщеннях при нормальній експлуатації технологічного обладнання, методикою визначення пожежовибухонебезпеки середовища на виробництві при аваріях та пошкодженнях технологічного обладнання, виробничих джерел запалювання та можливих причин і умов їх виникнення, вивчення умов та шляхів поширення пожежі на виробництві.

Предметом вивчення дисципліни є визначення основ пожежовибухонебезпеки процесів та апаратів, методики оцінки пожежної небезпеки та методів забезпечення пожежовибухонебезпеки технологічних процесів виробництва.

ЛЕКЦІЯ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

- 1.1 Роль і місце дисципліни в системі підготовки спеціаліста з охорони праці.
- 1.2 Загальні поняття про процеси і технології.
- 1.3 Класифікація основних технологічних процесів та апаратів

1.1 Роль і місце дисципліни в системі підготовки спеціаліста з охорони праці

Захист промислових підприємств від пожеж та вибухів нерозривно пов'язаний із вивченням пожежовибухонебезпеки технологічних процесів. Без виявлення причин виникнення і поширення пожежі не можна провести якісне пожежно-технічне обстеження (ПТО), пожежно-технічну експертизу проектних матеріалів, розслідувати пожежі і вибухи, розробити ефективний протипожежний захист промислових та сільськогосподарських об'єктів.

Сучасні промислові підприємства – це підприємства з безперервним замкнутим технологічним циклом, із високопродуктивним технологічним обладнанням. На цих об'єктах різноманітні технологічні процеси нерідко здійснюються в одному великому цеху, на одній виробничій лінії, з концентрацією на обмеженій ділянці великої кількості пожежовибухонебезпечних речовин та матеріалів.

Якісні зміни технологій промислових об'єктів, у зв'язку з їхнім перепрофілюванням, на сучасному етапі розвитку нашої країни, нерідко призводять до істотного підвищення рівня пожежної небезпеки виробництва в цілому. Також необхідно пам'ятати, що зношеність технологічного устаткування на деяких об'єктах досягає 60 – 90 %, що збільшує можливість виникнення пожежі.

На практичній роботі в інспекторського складу органів Державного пожежного нагляду (ДПН) виникають проблеми в розумінні сутності застосовуваних процесів і технологій на промислових та сільськогосподарських об'єктах. По-перше, це пов'язано з тим, що в межах конкретної адміністративно-територіальної одиниці (область, місто, район) існує розгалужена інфраструктура промислових і сільськогосподарських виробництв. По-друге, перепрофілюються діючі та з'являються нові підприємства із використанням невідомих технологій і по-третє, через обмежену нечисленність інспекторського складу та обмаль часу на вивчення пожежної небезпеки, ПТО і розробку рекомендацій по підвищенню рівня пожежної безпеки об'єктів.

Тому при розробці навчальної програми з дисципліни «Пожежна безпека виробництва» за вихідне положення була прийнята така практична ситуація, при якій для державного інспектора з пожежного нагляду при проведенні пожежно-технічних обстежень технологія виробництва може виявитися новою, невідомою, що не зустрічалася раніше в його практиці.

Таким чином, випускникам університету доведеться брати участь у забезпеченні пожежної безпеки різноманітних об'єктів промислового і сільськогосподарського виробництва, у тому числі об'єктів із складною та в значній мірі пожежовибухонебезпечною технологією. Ефективність захисту цих об'єктів від пожеж і вибухів буде залежати від рівня підготовки спеціалістів, що вирішують ці питання.

1.2 Загальні поняття про процеси та технології

Пожежна профілактика технологічних процесів виробництв, як дисципліна, склалася і розвивається на стику наук про технологію виробництв та про пожежу і тісно пов'язана з фундаментальними науками – фізикою, хімією, математикою, механікою й іншими науками, а також із спеціальними дисциплінами – пожежною профілактикою в будівництві, теорією розвитку і гасіння, гідравлікою та протипожежним водопостачанням, пожежною тактикою, пожежною автоматикою й іншими.

Це обумовлено тим, що вивчення пожежної небезпеки і розробка протипожежного захисту технологічних процесів базується на необхідності досконального з'ясування сутності явищ, що відбуваються, знанні будови і роботи технологічних апаратів.

На практиці, а також у навчальному процесі, розглядаються різноманітні технологічні процеси та параметри їх здійснення. Опис технологічних процесів супроводжується специфічними термінами, зміст яких не завжди зрозумілий. Тому для розуміння сутності процесів та технологій необхідно знати і розуміти ці терміни.

Термін «технологія» походить із грецької «техно», що означає майстерність, ремесло та «лого» – слово, вчення. У складних словах «лого» відповідає поняттям «наука», «знання».

Отже, **технологія** – це знання ремесла.

Колись в Україні казали «вчення ремесла, вміння ремесла або знання ремесла». Людину, яка вміла щось зробити, називали ремісником (сьогодні – технологом).

1.3 Класифікація основних технологічних процесів та апаратів

Найбільш доцільно основні процеси та апарати класифікувати за такими ознаками:

1) за різновидом рушійної сили протікання процесів:

- *гідравлічні процеси* (перекачування, транспортування зберігання, дозування). Рушійною силою гідравлічних процесів є різниця тисків. Швидкість протікання процесів визначається законами гідродинаміки. Основні апарати: насоси, компресори та інші;

- *теплові процеси* (нагрівання, охолодження, випаровування, конденсація, плавлення), які пов'язані з передачею тепла від одного тіла до іншого. Рушійною силою теплових процесів є різниця температур і описуються вони

законами теплопередачі. Здійснюються теплові процеси за допомогою теплообмінних апаратів, трубчастих печей та інших);

- *масообмінні (дифузійні) процеси* (сорбція, фарбування, сушіння, перегонка), що описуються законами масопередачі. Рушійною силою процесів масообміну є різниця концентрацій. Основні апарати: абсорбери, адсорбери, фарбувальні камери, сушильні камери - парові, димогазові, петролатумні; ректифікаційні колони та інші;

- *гідромеханічні процеси*, що пов'язані з обробкою неоднорідних систем – рідин та газів із зваженими в них твердими або рідкими частками (переміщення газів, рідин – самопливом, передавлюванням, стиснення газів за допомогою компресорів та насосів; відстоювання, центрифугування, фільтрування, перемішування рідин із використанням змішувачів, центрифуг та інших апаратів). Описуються гідромеханічні процеси законами гідродинаміки. Рушійною силою процесів є різниця тисків;

- *механічні процеси*, що пов'язані з обробкою твердих матеріалів (транспортування, здрібнювання, перемішування, сортування твердих речовин) і описуються законами механіки твердих тіл. Технологічне обладнання: конвеєри, елеватори, дробарки та інше. Рушійною силою процесу є прикладене до тіла зусилля або напруга;

- *хімічні процеси*, що пов'язані з перетворенням оброблюваних матеріалів для одержання нових сполук (екзотермічні – із виділенням тепла та ендотермічні – із поглинанням тепла) і описуються законами хімічної кінетики. Рушійною силою хімічних процесів є різниця концентрацій речовин, що реагують.

2) за способом організації процесу:

- *періодичні процеси*, що здійснюються в апаратах, у яких через певні проміжки часу завантажують вихідні речовини і вивантажують кінцеву продукцію; Особливість – зупинка апаратів на час завантаження сировиною та вивантаження отриманої продукції.

Приклад. Процеси фарбування способом розпилення; сушіння деревини в різноманітних сушильних камерах, отримання коксу в коксових батареях, виготовлення заготовок у штампях та інші;

- *безперервні процеси*, що здійснюються в проточних апаратах, до яких постійно безперервним потоком надходить сировина і після перетворень запланована продукція (кінцевий продукт) безперервним потоком виходить з апарату; Особливість – процес триває без зупинки до ремонту.

Приклад. Процес ректифікації, борошномельний процес, виробництво цементу, виробництво сірчаної кислоти тощо;

- *комбіновані процеси* – це поєднання періодичних і безперервних процесів. В комбінованих процесах окремі стадії безперервних процесів проводяться періодично, або в періодичних процесах одна або декілька стадій протікають безперервно.

3) за зміною параметрів процесу у часі:

- *стаціонарні (сталі)*, у яких значення кожного з параметрів процесу, постійні у часі;

- на *нестационарні (несталі)*, значення кожного з параметрів – змінні (в основному періодичні процеси).

Періодичні процеси протікають у нестационарних режимах, тому їх складніше автоматизувати. Безперервно діючі процеси при пуску і зупинці є більш пожежонебезпечними, ніж у період сталого режиму роботи.

Таким чином, знання сутності технологій, процесів, апаратів дозволить спеціалісту пожежної безпеки при аналізі пожежної небезпеки розібратись в технологічній документації і на інженерному рівні зробити висновок про рівень пожежної небезпеки та протипожежного захисту об'єкта.

ЛЕКЦІЯ 2 ОЦІНКА ПОЖЕЖОВИБУХОБЕЗПЕКИ СЕРЕДОВИЩА УСЕРЕДИНІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

- 2.1 Апарати з легкозаймистими та горючими рідинами.
- 2.2 Апарати з горючими газами.
- 2.3 Апарати з горючим пилом

2.1 Апарати з легкозаймистими та горючими рідинами

Широке застосування в технологічних процесах апаратів із нерухомим і рухомим рівнем легкозаймистої (ЛЗР) або горючої рідини (ГР) значно збільшує можливість утворення ГС, що в остаточному підсумку може призвести до горіння. Горючим середовищем у цих апаратах є вибухонебезпечні концентрації (ВНК) пари рідини в суміші з окислювачем. Тому дуже важливо знати умови утворення ВНК усередині технологічного обладнання, а також засоби захисту апаратів і трубопроводів з урахуванням специфіки ведення технологічного процесу.

Апарати з нерухомим рівнем рідини. Для вивчення й аналізу пожежної небезпеки таких апаратів скористаємося найпростішою схемою, на якій наведено закритий апарат із нерухомим рівнем горючої рідини.

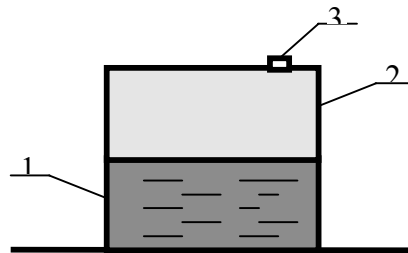


Рисунок 2.1 – Апарат із пароповітряним простором:
1 – рідина; 2 – пароповітряний простір; 3 – дихальна лінія

Усередині закритого апарата з нерухомим рівнем горючої рідини ГС може утворюватися тільки при наявності в апараті вільного від рідини об'єму (пароповітряного простору), що у тій або іншій мірі насичується парами рідини. ЛЗР та ГР при випаровуванні утворюють у вільному об'ємі апарата ВНК, якщо виконується наступне співвідношення

$$\varphi_{\text{н}} \leq \varphi_{\text{р}} \leq \varphi_{\text{в}}, \quad (2.1)$$

де $\varphi_{\text{р}}$ – робоча (фактична) концентрація парів рідини в апараті, кг/м^3 або $\%$. об.;

$\varphi_{\text{н}}$, $\varphi_{\text{в}}$ – відповідно нижня та верхня концентраційні межі поширення полум'я, кг/м^3 або $\%$. об.

При постійному технологічному режимі експлуатації апарата пари

рівномірно розподіляються по всьому об'єму газового простору, створюючи насичену концентрацію – (φ_s), величина якої залежить від температури середовища в апараті. Так як $\varphi_s = f(T)$, то утворення горючого середовища в апараті у цьому випадку визначається співвідношенням

$$t_n \leq t_p \leq t_v, \quad (2.2)$$

де t_n та t_v – відповідно нижня та верхня температурні межі поширення полум'я, $^{\circ}\text{C}$;

t_p – робоча температура рідини в апараті, $^{\circ}\text{C}$.

Таким чином, усередині обладнання з ЛЗР або ГР ГС утворюється, якщо виконуються наступні умови:

- наявність вільного об'єму в апараті;
- наявність окислювача;
- робоча температура рідини знаходиться між нижньою і верхньою температурними межами поширення полум'я (з урахуванням тиску середовища в апараті).

Робоча температура визначається за показниками приладів або з технологічного регламенту. Якщо робоча температура в процесі експлуатації змінюється, то необхідно визначити найбільш небезпечні періоди роботи, що у свою чергу залежать від сукупності умов роботи апарата або технологічної установки в цілому. При незначних коливаннях за розрахункову температуру приймають середню робочу температуру рідини.

У апаратах із рідинами, що зберігаються довгостроково і, особливо, нагрітими, концентрація парів у вільному просторі близька до насиченої, тобто $\varphi_p = \varphi_s$. Тут φ_s – концентрація насиченої пари при робочій температурі рідини, визначається з формули

$$\varphi_s = \frac{p_s}{p_p}, \quad (2.3)$$

де p_s – тиск насичених парів при робочій температурі рідини, (Па), визначається за рівнянням Антуана

$$p_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_a} \right)}, \quad (2.4)$$

де A , B та C – константи, які залежать від властивостей рідини;

p_p – робочий тиск пароповітряної суміші в апараті, Па;

t_p – робоча температура рідини, $^{\circ}\text{C}$.

Апарати з рухомим рівнем рідини. До апаратів із рухомим рівнем рідини відносяться, зокрема, резервуари для зберігання ЛЗР та ГР, які за умовами технологічного процесу періодично заповнюються або спорожнюються.

Якщо у газовому просторі таких апаратів утворюється насичена

концентрація парів рідини і цей простір захищений від доступу повітря (від вивітрювання), наприклад, дихальним клапаном, склад та стан цього середовища не змінюється, незалежно від того, знаходиться він у стані спокою чи змінюється при русі рівня рідини уверх. У цих умовах оцінку горючості середовища здійснюють за температурними межами поширення полум'я (1.2). Але при зниженні рівня рідини в апарат через дихальний пристрій надходить повітря і розбавляє насичені пари. У цьому разі, якщо концентрація парів у резервуарі була більшою за верхню (ϕ_B) концентраційну межу поширення полум'я, тобто була негорючою, то при відкачці рідини у всьому об'ємі або тільки в зоні притоку повітря пароповітряна суміш може ставати горючою. А суміш, що знаходиться в області ВНК, при відкачці може розбавитись до пожежобезпечного стану. При повторенні операцій наповнення та спорожнення часто буває так, що протягом робочого часу в апаратах буде ненасичена концентрація. У цих випадках оцінку горючості середовища виконують за співвідношенням (2.1)

$$\phi_H \leq \phi_P \leq \phi_B$$

де ϕ_P – робоча концентрація, що змінюється, визначається розрахунком або експериментально.

Звичайно в резервуарах із граничним ступенем заповнення 0,9 наприкінці спорожнення концентрація парів рідини залишається негорючою тому що в 2 рази перевищує верхню концентраційну межу поширення полум'я. У дійсності пожежонебезпечні та вибухонебезпечні концентрації можуть утворитися поблизу дихальних пристроїв (під покрівлею резервуара).

У великих резервуарах (10 – 20 тис.м³ і більш) утворюються, як правило, локальні горючі концентрації в зоні притоку повітря.

Таким чином, ГС в апаратах із рухомим рівнем рідини буде утворюватися за умов:

- наявності окислювача;
- робоча концентрація парів рідини в суміші з окислювачем знаходиться між нижньою та верхньою концентраційними межами поширення полум'я.

Запобігання утворенню горючого середовища в апаратах із ЛЗР та ГР.
Запобігання утворення горючого середовища в закритих апаратах та ємностях із нерухомим та рухомим рівнем рідини забезпечується такими інженерно-технічними рішеннями:

1) Ліквідація газового простору:

- повне заповнення апарата або ємності;
- збереження ЛЗР під захисним прошарком води (наприклад, зберігання сірковуглецю);
- застосуванням резервуарів із плаваючою покрівлею та понтоном;
- застосування ємностей із гнучкими внутрішніми оболонками.

2) Підтримання безпечного температурного режиму.

Це досягається за допомогою систем контролю і регулювання температури

яка повинна підтримуватись згідно наступного співвідношення

$$t_n > t_p > t_e, \quad (2.5)$$

У цьому випадку буде підтримуватися вибухобезпечна концентрація горючих парів рідини й окислювача в суміші з урахуванням коефіцієнта безпеки

$$\varphi_{p.без} \leq 0,9(\varphi_n - 0,7R) \quad (2.6)$$

$$\varphi_{p.без} \geq 1,1(\varphi_e + 0,7R) \quad (2.7)$$

де $\varphi_{p. без}$ – вибухобезпечна концентрація горючих речовин в газоповітряній суміші, %. об.

R - відтворність методу визначення показника пожежної небезпеки при довірчій вірогідності 95% не повинна перевищувати 0,3% на нижній та 0,6% на верхній концентраційних межах поширення полум'я.

3) Підтримання концентрації парів горючої рідини при заданій температурі нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я. Це досягається:

- застосуванням високостійких пін, емульсій і порожнистих мікрокульок, що плавають на поверхні рідини і перешкоджають її випаровуванню;
- застосуванням добавок - парів, що знижують пружкість і випаровуваність рідини (вода для спиртів, ацетону; чотирьоххлористий вуглець для нафтопродуктів).

4) Введення негорючих (інертних) газів у пароповітряний простір апарата (флегматизація).

У результаті цього або знижується концентрація окислювача, або він цілком заміщується. Негорючі гази (флегматизатори) – азот, вуглекислий газ тощо.

5) Зменшення швидкості зміни рівня рідини шляхом збільшення числа апаратів, що одночасно спорожнюються;

6) Улаштування газової обв'язки системи трубопроводів для виключення або скорочення надходження атмосферного повітря в апарати при їх спорожненні.

2.2 Апарати з горючими газами

У виробничих умовах одержують або використовують у технологічному процесі різноманітні горючі гази при різних температурах та тиску.

В якості хімічної сировини або палива широко використовуються наступні гази: нафтовий, коксовий, етилен, ацетилен, абгази, аміак, водень та інші.

Звичайно такі апарати та трубопроводи бувають заповнені горючим газом (ГГ) без домішок окислювача. Рідше використовується суміш горючого газу з повітрям або киснем (наприклад одержання окислів азоту окислюванням аміаку).

Усередині технологічного обладнання з горючими газами утворюється вибухонебезпечна концентрація, якщо до нього попадає повітря або інший окислювач (за умовами ведення технологічного процесу) і виконується співвідношення

$$\varphi_H \leq \varphi_p \leq \varphi_B, \quad (2.8)$$

де φ_p – робоча концентрація газів в апараті.

Робочу концентрацію горючого газу в апараті можна визначити розрахунком або аналізом суміші, а також за даними технологічного регламенту.

Робочу концентрацію ГГ у суміші з окислювачем можна визначити з рівняння матеріального балансу апарата за формулою:

$$\varphi_p = \frac{V_G}{V_G + V_{OK}}, \quad (2.9)$$

або

$$\varphi_p = \frac{G_G}{G_G + G_{OK}}, \quad (2.10)$$

де V_G, V_{OK} – об'єми відповідно горючого газу та окислювача в апараті, m^3 ;

G_G, G_{OK} – об'ємні витрати ГГ та окислювача, m^3/xv .

Для чистих скраплених газів склад парової фази може бути визначений так само, як і для горючих рідин: за температурою і тиском у закритому апараті.

Запобігання утворення горючого середовища в закритих апаратах, ємностях та трубопроводах із газами сприяють такі інженерно-технічні рішення:

1) Підтримання концентрації ГГ у суміші з окислювачем за концентраційними межами поширення полум'я з урахуванням коефіцієнтів безпеки

$$0,9(\varphi_H - 0,7R) \geq \varphi_{p.без} \geq 1,1(\varphi_B + 0,7R), \quad (2.11)$$

Для цього на лініях подачі встановлюють автоматичні регулятори співвідношення витрати та тиску газів;

2) Підтримання в газових комунікаціях надлишкового тиску, що сприяє запобігання підсосу зовнішнього повітря через нещільності

$$P_p \geq P_0. \quad (2.12)$$

Прикладом цього можуть бути трубопроводи факельних систем, по яким безперервно або періодично скидаються горючі гази на спалювання або утилізацію.

3) Безперервний автоматичний контроль вмісту небезпечної домішки в газі (окислювача в інертному газі, окислювача в суміші горючого та інертного газу, горючого газу в окислювачі). Наприклад, контроль домішки повітря або кисню в азото-водневій суміші перед стисканням на компресорах в агрегатах синтезу аміаку. Для контролю домішок апарати і трубопроводи обладнують газоаналізаторами, а також передбачають блокування на вузлах засувки, що виключає потрапляння домішок у технологічний газовий потік;

4) Стабілізація зони горіння горючої суміші в захищеному просторі апарата

(реактора) шляхом вибору швидкості і режиму руху горючої суміші, що запобігає "проскакуванню полум'я" (переміщення зони горіння) у незахищений простір апарата (реактора).

5) Зміна стану горючої суміші при аварійних ситуаціях за допомогою інертного розріджувача або шляхом припинення подачі одного із компонентів горючої суміші, у деяких випадках - припинення подачі відразу двох компонентів. Це забезпечує швидке переведення горючої суміші в негорючий стан.

2.3 Апарати з горючим пилом

У виробничих умовах пил та волокна можуть бути:

- сировиною (порошкова металургія, виробництво гуми);
- допоміжним технологічним матеріалом (паливо);
- проміжним або кінцевим продуктом (борошняний, тютюновий, деревний пил).

В залежності від швидкості руху газового середовища в технологічному обладнанні пил може знаходитися в завислому (аерозоль) або осілому (аерогель) стані. Пожежна небезпека обладнання в цьому випадку залежить від стану пилу: осілий пил може тліти і горіти; завислий може утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Так, велика кількість пилу утворюється в дробарках, млинах, а також в пристроях із використанням повітряних потоків або при падінні подрібненої продукції з висоти (самопливні труби тощо.).

В осілому стані пил може утворювати осередки самозаймання, а при його звихненні утворюються вибухонебезпечні пило-повітряні суміші. Іскри від ударів металевих часток, що можуть потрапити до машини, призводять до появи осередків тління, від яких займається і пил, що знаходиться в завислому стані. Місцевий спалах може викликати звихнення пилу у великому об'ємі і явитися причиною наступного вибуху великої руйнівної сили.

Осілий пил накопичується в апаратах та машинах, в застійних ділянках, тупиках тощо. Накопиченню осілого пилу сприяє збільшення вологості повітря та конденсація вологи на стінках апаратів і трубопроводів.

Для пожежної профілактики важливо знати умови переходу пилу з одного стану в інший. Завислий пил не буде осідати, а осілий буде звихрюватися, якщо швидкість руху газового потоку буде більша, ніж швидкість осадження

$$\omega_d \succ \omega_{oc} \quad (2.13)$$

Для оцінки вибухонебезпеки пило-повітряної суміші важливе значення має нижня концентраційна межа поширення полум'я для пилу, тому що у виробничих умовах величина верхньої межі поширення полум'я дуже висока і практично майже недосяжна.

При експлуатації технологічного обладнання з пилом вибухонебезпечні пило-повітряні суміші утворюються, якщо виконується наступне

співвідношення

$$\varphi'_p \geq \varphi'_n, \quad (2.14)$$

де φ'_p – робоча концентрація пилу, завислого та осілого в апараті або в приміщенні, кг/м³;

φ'_n – нижня концентраційна межа поширення полум'я, кг/м³.

Дійсну робочу концентрацію пилу в апараті можна визначити за формулою

$$\varphi'_p = \varphi'_{зав} + \varphi'_{ос}, \quad (2.15)$$

де $\varphi'_{зав}$ – концентрація завислого горючого пилу в апараті, кг/м³;

$\varphi'_{ос}$ – концентрація осілого горючого пилу в апараті, що може перейти у завислий стан, кг/м³

$$\varphi_{ос} = \frac{I_{вд} \cdot \tau}{V_B} \quad \text{або} \quad \varphi_{ос} = \frac{m_{ос}}{V_B}, \quad (2.16 \text{ і } 2.17)$$

де $I_{вд}$ – інтенсивність утворення відкладень пилу, кг/хв;

τ – тривалість роботи апарата, хв;

V_B – вільний об'єм апарата, м³;

$m_{ос}$ – маса осілого пилу в апараті, кг.

У виробничих умовах навіть нижня концентраційна межа поширення полум'я для деякого пилу недосяжна. Дійсна концентрація може бути визначена тільки виміром. Її варто визначати за сумарною кількістю не тільки завислого, але й осілого пилу, що може перейти за певних умов у завислий стан.

Зниження вибухопожежної небезпеки апаратів та трубопроводів із горючим пилом досягається наступними заходами:

- Підтримання гранично припустимої концентрації горючого пилу в апаратах у межах:

$$\varphi_{р.без} \leq \frac{\varphi_n}{K_{б.н.}}, \quad (2.18)$$

де $K_{б.н.}$ – коефіцієнт безпеки (запасу надійності), $K_{б.н.} > 2$;

- Застосування процесів подрібнення, при яких виділяється менше пилу (вібропомел, подрібнення зі зволоженням, мокрі процеси обробки твердих речовин);

- Захист стінок апаратів і трубопроводів від зволоження (розташування апаратів в опалюваних приміщеннях, підігрівання середовища або апарата, улаштування теплоізоляції та ін.).

Таким чином, умови утворення вибухонебезпечних концентрацій усередині технологічного обладнання залежать не тільки від вибухопожежонебезпечних властивостей та агрегатного стану горючих речовин, а також і від конструктивних особливостей та режиму роботи обладнання, що необхідно враховувати при розробці пожежно-профілактичних заходів.

ЛЕКЦІЯ 3 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИХОДУ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН ІЗ НОРМАЛЬНО ПРАЦЮЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АПАРАТІВ

3.1 Апарати з відкритою поверхнею випаровування.

3.2 Апарати з дихальними пристроями.

3.1 Апарати з відкритою поверхнею випаровування

На практиці з таким випаровуванням зустрічаються у тому випадку, якщо рідина розлилась на підлозі, а також при зберіганні рідин у відкритих резервуарах, при фарбуванні виробів, просочуванні тканин і паперу розчиненими смолами, промиванні та сушінні деталей розчинниками тощо.

Кількість горючої рідини, що випаровується із відкритої поверхні випаровування буде залежати від її фізичних властивостей, температурних умов випаровування, площі поверхні випаровування, часу випаровування а також рухомості повітря.

Горюча концентрація пароповітряної суміші над відкритою поверхнею утворюється, якщо виконується умова (3.1.) для пожежонебезпечних рідин або умова (3.2) для всіх класів горючих речовин (газів, рідин, пилу та волокон).

$$t_p \geq t_{сп}, \quad (3.1)$$

де t_p – робоча температура рідини, °С;

$t_{сп}$ – температура спалаху рідини, °С.

$$\varphi_p \geq \varphi_n, \quad (3.2)$$

де φ_n – нижня концентраційна межа поширення полум'я, %;

φ_p – фактична (робоча) концентрація горючої речовини, %.

Для практичного використання цієї умови числове значення t_p визначають за проектом або технологічним регламентом, а $t_{сп}$ – за довідником або розрахунками.

При визначенні пожежної небезпеки велике значення має вид випаровування рідини. Розрізняють випаровування у нерухоме та рухоме середовище.

При випаровуванні в нерухоме середовище (молекулярна дифузія) розсіювання парів ускладнено, створюються більш благосприятливі умови для накопичення парів у місць їх виділення з утворенням місцевих пожежонебезпечних концентрацій. Практичний інтерес викликає закон розподілу концентрації пари по висоті над поверхнею рідини в залежності від температури та тривалості випаровування, можливих розмірів зон вибухонебезпеки та кількості рідини, що випаровується.

Над відкритою поверхнею випаровування рідини закон зміни концентрації пари (по висоті) можна зобразити параболою n-го порядку (рис.3.1).

Концентрація пари змінюється від насиченої концентрації φ_s (біля поверхні рідини) до 0 (на деякій відстані від неї). Ця відстань у кожному окремому випадку буде визначатися властивостями рідини та тривалістю випаровування. Якщо початок координатної сітки сполучити з точкою, де концентрація парів дорівнює нулю, тобто $\varphi=0$, тоді $\varphi=ay^n$, де y – координата точки, у якій визначається концентрація пари; a – стала, що визначається з граничної умови $\varphi=\varphi_s$ при $y=h$. При $a=\varphi_s/h^n$ - закон розподілу концентрації пари по висоті буде мати вигляд:

$$\varphi = \varphi_s \cdot \left(\frac{y}{h} \right)^n, \quad (3.3)$$

де n – показник ступеня кривої зміни концентрації парів. Для нафти та нафтопродуктів, при випаровуванні в умовах молекулярної дифузії близький до 2 (аналогічна закономірність приймається і для інших рідин).

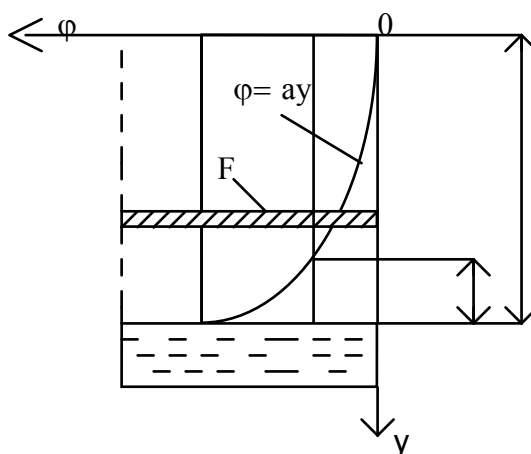


Рисунок 3.1 – Зміна концентрації пари по вертикалі при випаровуванні рідини у нерухоме середовище

Провівши певні розрахунки одержимо висоту небезпечної зони $h_{нб}$ над поверхнею рідини:

$$h_{нб} = \sqrt{12 \cdot D_t \cdot \tau / (1 - \varphi_s)} \cdot (1 - \sqrt{\varphi_n / \varphi_s}), \quad [M]; \quad (3.4)$$

де D_t – коефіцієнт дифузії пари рідини в повітрі за нормальних умов, m^2/s ;

τ – тривалість випаровування, с;

φ_s – концентрація насичених парів, об. частки.

Кількість рідини, що випаровується з відкритої (m_n) поверхні у нерухоме середовище за будь-який відрізок часу визначається за формулою

$$m_H = 1,155 \cdot \varphi_s \cdot \rho_t \cdot F_B \cdot \sqrt{\frac{D_t \cdot \tau}{1 - \varphi_s}}, \text{ [кг]}; \quad (3.5)$$

де m_H – маса рідини, що випаровується з відкритої поверхні в нерухоме середовище, кг;

ρ_t – густина пари рідини при робочій температурі, кг/м³;

F_B – площа поверхні випаровування, м²;

D_t – коефіцієнт дифузії пари за робочою температурою, м²/с.

Величину коефіцієнта дифузії пари або газу в повітря при робочій температурі t_p можна визначити за формулою

$$D_t = D_0 \left(\frac{t_p + 273}{273} \right)^n, \quad (3.6)$$

де D_0 – значення коефіцієнта дифузії за нормальних умов ($T_0=273\text{K}$, $P_0=1 \cdot 10^5$ Па)), м²/с, наведені в довідковій літературі;

n – показник ступеня, що залежить від фізико-хімічних властивостей речовини, знаходимо у довідковій літературі.

Характер випаровування у рухоме середовище (конвективна дифузія) істотно відрізняється від випаровування в нерухоме середовище (молекулярна дифузія). При конвективній дифузії маса переходить із однієї фази в іншу не тільки внаслідок молекулярного руху, але і в результаті руху повітря, а також більш інтенсивного теплообміну.

Кількість рідини, що випаровується у рухоме середовище m_B час τ

$$m_B = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_s \cdot F_g \cdot \tau, \text{ [кг]}, \quad (3.7)$$

де η – коефіцієнт, що залежить від температури та швидкості руху повітря (довідкові дані).

Зниження пожежовибухонебезпеки виробництв при наявності апаратів із відкритою поверхнею випаровування забезпечується такими технічними рішеннями:

- Проектування (або заміна) технологічних схем таким чином, щоб весь процес, у тому числі завантаження і розвантаження матеріалу, здійснювався ізольовано від навколишнього середовища (апарати з відкритою поверхнею випаровування у всіх випадках, де дозволяє технологія, повинні замінятися закритими).

- Заміна ЛЗР негорючими або менш пожежонебезпечними рідинами.

Наприклад, використання в процесах миття й знежирення вузлів і деталей, лужних та синтетичних миючих засобів, хлористого метилену, трихлоретилену, а також застосування ультразвукового методу зниження і очистки та інші.

- Вибір найбільш раціональної форми відкритого апарата, що дозволяє мати мінімальну величину поверхні випаровування.

- Улаштування систем відсмоктування й уловлювання парів рідини, що виділяються при випаровуванні, безпосередньо біля апаратів.

- Наявність спеціальних пристроїв захисту на випадок пожежі (кришки для закривання апаратів, аварійний злив рідини, локальна установка пожежогасіння).

- Підтримання робочої температури рідини нижчою за температуру спалаху рідини .

3.2 Апарати з дихальними пристроями

Апарати з дихальними пристроями являють собою закриті ємності, внутрішній об'єм яких сполучається з атмосферою за допомогою дихальних пристроїв (дихальних труб, відкритих люків, клапанів тощо.)

Такі апарати застосовують у тих випадках, коли робота апарата за умовами технології потребує зміни рівня рідини. До них відносяться резервуари та інші ємкісні апарати для прийому і зберігання ЛЗР та ГР, мірники, дозатори тощо.

Пожежна небезпека апаратів з дихальними пристроями обумовлюється кількістю парів горючої рідини, що виходить в атмосферу або в приміщення через дихальні клапани або відкриті люки в результаті так званих “малих та великих дихань”.

Велике дихання - витиснення парів рідини назовні або підсмоктування повітря усередину апаратів при зміні в ньому рівня рідини.

Мале дихання - витиснення парів назовні або підсмоктування повітря усередину апарата при зміні температури в його газовому просторі під впливом зміни температури середовища.

Треба мати на увазі, що потрапляння повітря в апарат при його “диханні” може привести до розбавлення багатой суміші парів до вибухонебезпечної концентрації.

При малих та великих диханнях може утворюватися горюча пароповітряна суміш біля дихальних пристроїв, якщо температура рідини дорівнює або більша за величину нижньої температурної межі поширення полум'я:

$$t_p \geq t_{нтмпп}, \quad (3.8)$$

За потужністю одноразового викиду і розмірами зовнішніх пожежонебезпечних зон, що утворюються при цьому, більш небезпечними є великі дихання.

Розмір зовнішньої небезпечної зони залежить від кількості парів, що виходять, їхніх властивостей, конструкції ємності та її дихального пристрою, а

також від стану навколишнього середовища (головним чином швидкості руху та вертикального розподілу температури повітря).

Кількість парів горючої рідини, що виділяються з апаратів при їх диханні, можна визначити розрахунком, якщо прийняти, що концентрація парів рідини за даною температурою у всіх точках пароповітряного простору ємності або апарата однакова і дорівнює концентрації насичених парів.

Нехай в апараті з дихальним пристроєм знаходиться легкозаймиста рідина, рівень та температура якої змінюються. Припустимо, що об'єм V газового простору змінюється від V_1 до V_2 , температура і тиск від T_1 до T_2 та від P_1 до P_2 відповідно, молярна концентрація парів від φ_1 до φ_2 , концентрація повітря від $(1 - \varphi_1)$ до $(1 - \varphi_2)$. Кількість парів, що витискується $G_{\text{п}}$ можна визначити, якщо знати об'єм витиснутого повітря та концентрацію пари у ньому.

З рівняння газового стану визначаємо кількість повітря в апараті за рівнянням:

$$PV = GRT \quad (3.9)$$

$$G = \frac{PV}{RT} (1 - \varphi), \quad (3.10)$$

де G – кількість повітря, кг;

P – тиск в апараті, Па;

V – об'єм газу в апараті, м^3 ;

T – температура в апараті, К;

R – газова стала повітря, дорівнює $\frac{8314,31}{M_{\text{п}}} \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$,

$1 - \varphi$ – молярна концентрація повітря в апараті, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Тоді кількість повітря в апараті до початку процесу:

$$P_1 V_1 (1 - \varphi_1) = G_1 R T_1,$$

звідки:

$$G_1 = \frac{P_1 V_1}{R_1 T_1} (1 - \varphi_1), \quad (3.11)$$

і відповідно кількість повітря в кінці процесу дорівнює:

$$P_2 V_2 (1 - \varphi_2) = G_2 R T_2$$

$$G_2 = \frac{P_2 V_2}{R_2 T_2} (1 - \varphi_2). \quad (3.12)$$

Тоді маса витиснутого з апарата повітря дорівнює

$$G_{\Pi} = G_1 - G_2 = \left[\frac{V_1 P_1}{T_1} (1 - \varphi_1) - \frac{V_2 P_2}{T_2} (1 - \varphi_2) \right] \frac{1}{R_{\Pi}}. \quad (3.13)$$

Разом із повітрям з апарата будуть виходити пари рідини. За законом Дальтона об'єми компонентів газової суміші пропорційні їх об'ємним концентраціям, тобто відношення об'єму повітря та парів у суміші приблизно визначається відношенням їхніх середніх концентрацій:

$$G_{\Pi} / G = V_{\Pi} / V = (1 - \bar{\varphi}) / \bar{\varphi}. \quad (3.14)$$

Враховуючи також, що маса парів та газів в однаковому об'ємі пропорційна їхнім молекулярним масам M , одержимо відношення маси повітря та парів у суміші, що витискується:

$$\frac{G_n}{G} = \frac{1 - \bar{\varphi}}{\bar{\varphi}} \frac{M_n}{M}, \quad (3.15)$$

звідки:

$$G = G_n \frac{\bar{\varphi}}{1 - \bar{\varphi}} \frac{M}{M_n}. \quad (3.16)$$

Підставляючи (2.6) у (2.8), одержимо масу парів, що витискується з апарата при зміні умов середовища:

$$G = \left[V_1 (1 - \varphi_1) \frac{P_1}{T_1} - V_2 (1 - \varphi_2) \frac{P_2}{T_2} \right] \frac{\bar{\varphi}}{1 - \bar{\varphi}} \cdot \frac{M}{M_n} \cdot \frac{1}{R_n}. \quad (3.17)$$

Враховуючи значення газової сталої повітря після відповідних перетворень одержимо наступну формулу:

$$G = \left[V_1 (1 - \varphi_1) \frac{P_1}{T_1} - V_2 (1 - \varphi_2) \frac{P_2}{T_2} \right] \frac{\bar{\varphi}}{1 - \bar{\varphi}} \cdot \frac{M}{8314,31}.$$

При великому диханні $V_1 \neq V_2$; $P_1 = P_2 = P_p$; $T_1 = T_2 = T_p$; $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_s$.

Тоді кількість парів горючої рідини, що виділяються з апаратів при великому диханні визначається за формулою:

$$G_{\text{в}} = (V_1 - V_2) \frac{P}{T_p} \varphi_s \frac{M}{8314,31}, \quad [\text{кг/цикл}] \quad (3.18)$$

При малому диханні рівень рідини не змінюється, а отже і об'єм пароповітряного простору V залишається незмінним, тоді $V_1 = V_2 = V$. Тиск в ємності P_p також залишається незмінним, тому що надлишок пароповітряної суміші, що утворюється при її розширенні за рахунок нагрівання, видаляється

через дихальну систему. Якщо за весь час малого дихання температура рівномірно змінюється від t_1 до t_2 , отже рівномірно змінюється і концентрація насичених парів від φ_1 до φ_2 . Таким чином, $V_1 = V_2 = V$; $P_1 = P_2 = P$; $T_1 \neq T_2$; $\varphi_1 \neq \varphi_2$.

Тоді кількість горючих парів, що виходять із апарата при зміні температури середовища у газовому просторі можна визначити за формулою:

$$G_m = V \cdot P \cdot \left(\frac{1 - \varphi_1}{T_1} - \frac{1 - \varphi_2}{T_2} \right) \cdot \frac{\bar{\varphi}}{1 - \bar{\varphi}} \cdot \frac{M}{8314,31} \text{ [кг/цикл]}, \quad (3.19)$$

У залежності від режиму роботи апаратів із дихальними пристроями основна частка втрат може припадати на великі або малі дихання. Масу парів, що виділяються у виробниче приміщення або на відкриту площадку з “дихаючих” апаратів визначають за формулою

$$m_{\Pi} = \frac{G_1 \cdot N \cdot \tau}{3600}, \quad (3.20)$$

де m_{Π} - маса пари, що надходить у приміщення з апарата, кг;

G_1 - кількість пари, що надходить у приміщення (за один цикл «великого» або «малого» дихання), кг/цикл;

N - кількість циклів (операцій) на протязі години, год⁻¹;

τ - тривалість роботи апарата, с.

Утворення локальних вибухонебезпечних концентрацій на прилеглій місцевості або в об’ємі всього приміщення може виникнути переважно при великих диханнях, коли відбувається потужний викид суміші в атмосферу при значній концентрації в ній горючих парів. Примірний об’єм зони вибухонебезпечних концентрацій (ВНК) поблизу дихаючих патрубків можна визначити за наступною формулою:

$$V_{\text{ВНК}} = \frac{m}{\varphi_n^*} \cdot K_6, \quad (3.21)$$

де $V_{\text{ВНК}}$ – об’єм місцевої зони ВНК, м³;

φ_n^* – нижня концентраційна межа поширення полум’я, кг / м³;

m – сумарна маса горючих речовин, що знаходять до приміщення з апаратів, кг;

K_6 – коефіцієнт запасу надійності, дорівнює 2.

Найбільш пожежонебезпечними апаратами з дихальними пристроями є нафтопромислові резервуари, резервуари нафтопроводів, проміжні резервуари, а також резервуари змішування бензинів на нафтопереробних заводах, експлуатація яких супроводжується великою загазованістю території. При

цьому найбільш небезпечними технологічними режимами є заповнення резервуарів нафтопродуктами, що легко випаровуються після їх тривалого простоювання та наповнення резервуарів гарячим нафтопродуктом або нафтою, що містить велику кількість газу.

Згідно досліджень максимальний горизонтальний розмір небезпечної зони поблизу підземного залізобетонного резервуара з врахуванням швидкості вітру (менше 1 м/с) можна визначити за формулою:

$$x = 10(1,5V_n \frac{\varphi_n}{\varphi_n})^{\frac{2}{3}},$$

де x – розмір (радіус) пожежовибухонебезпечної зони;
 V_n – витрата суміші через дихальний клапан;
 φ_n – початкова концентрація парів в суміші;
 φ_n – нижня концентраційна межа поширення полум'я

З метою скорочення втрат пари рідини і підвищення рівня пожежної безпеки при експлуатації апаратів із дихальними пристроями доцільно здійснювати такі технічні та організаційні заходи:

- Ліквідувати пароповітряний простір у резервуарах. Це досягається застосуванням резервуарів із понтоном або з плаваючою покрівлею. Втрати від випаровування з таких резервуарів скорочуються до 90 - 95 %. Якщо $V_1=V_2=V=0$, тоді $G_M=0$ і $G_B=0$

- Забезпечити сталість об'єму газового простору. Якщо $V_1=V_2 \neq 0$, тоді $V_2-V_1=0$, $G_B=0$. За допомогою газозрівнювальної газової обв'язки двох або більше резервуарів з однаковими рідинами за умов синхронізації операцій спорожнення або наповнення обв'язаних резервуарів

- Здійснити термоізоляцію резервуарів. Тоді $T_1=T_2$, $\varphi_1=\varphi_2$ і $G_M=0$. Для цього використовують влаштування підземних резервуарів

- Фарбування резервуарів світлими променевідбиваючими фарбами. Сребриста (алюмінієва) фарба майже в два рази знижує втрати в порівнянні з чорною фарбою.

- Зрошувати резервуари водою за допомогою розпорошувачів. Охолодження дахів та стінок резервуарів у місцевостях із жарким кліматом призводить до зниження втрат у два рази.

- Здійснити улаштування систем уловлювання та утилізації парів. Застосування сорбційних процесів, холодильних та компресорних установок

- Герметизація газового простору резервуарів дихальними клапанами. Це дозволяє зменшити втрати від великих дихань, різко знизити втрати від малих дихань і навіть ліквідувати їх зовсім.

ЛЕКЦІЯ 4 БЕЗПЕКА ВИХОДУ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН З ПОШКОДЖЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Пошкодження технологічного обладнання в результаті механічних впливів.

4.2 Інженерно-технічні заходи, що виключають пошкодження технологічного обладнання від механічних впливів.

4.3 Пошкодження технологічного обладнання в результаті температурних впливів.

4.4 Інженерно-технічні заходи, що виключають ушкодження технологічного обладнання від температурних впливів.

4.5 Пошкодження технологічного обладнання в результаті хімічного впливу.

4.6 Інженерно-технічні заходи, що виключають ушкодження технологічного обладнання від хімічних впливів.

4.1 Пошкодження технологічного обладнання в результаті механічних впливів

Під механічними впливами (МВ) розуміють впливи, що виникають у результаті перевищення розрахункових навантажень на обладнання при збереженні його розрахункової стійкості.

Це відбувається за багатьох причин, у тому числі, і в результаті впливу не передбачених розрахунком навантажень, наявності прихованих внутрішніх дефектів матеріалу, відсутності або несправності засобів захисту апаратів від перевантажень, а також неякісного технічного нагляду за устаткуванням у процесі його експлуатації. У результаті появи не передбаченого розрахунком механічного впливу матеріал корпусу апарата або трубопроводу може відчувати надмірно високі внутрішні напруження, спроможні викликати не тільки утворення нещільностей у швах і рознімних з'єднаннях, але і повну руйнацію апарата або трубопроводів по найбільш слабкому перетину.

Причинами появи високих внутрішніх напружень можуть бути завищений проти норми внутрішній тиск в апаратах (від порушення матеріального балансу, теплового розширення речовин, припинення конденсації парів тощо) та навантаження динамічного характеру, на які апарат не розрахований.

Порушення технологічного режиму, відсутність контролю за ходом ведення технологічного процесу, а також за роботою машин і апаратів призводять до надмірного внутрішнього тиску, що виникає в апараті в результаті:

- порушення матеріального балансу;
- порушення теплового балансу;
- подачі речовин при закритих засувках на відвідних трубопроводах;
- невчасному відкриванні засувки на лініях;
- потрапляння в газові лінії рідини та утворення пробок у колінах, вигинах і найбільш низьких ділянках;

- невчасного видалення пароповітряної суміші (забруднення або зледеніння вогнеперешкоджувачів тощо) ;
- порушення температурного режиму роботи апаратів;
- порушення процесу конденсації парів;
- потрапляння у високотемпературні апарати низькокиплячих рідин.

Порушення матеріального балансу в обладнанні. Розглянемо найбільш характерні та поширені причини підвищення внутрішнього тиску у технологічному обладнанні. В основі роботи апаратів та установок лежить матеріальний та енергетичний (тепловий) баланси.

Якщо ж надходження речовин в апарат зростає при незмінній їх витраті або якщо витрата речовин зменшується при постійному надходженні, то настає порушення матеріального балансу, що призводить до підвищення тиску в апараті, тобто:

$$\sum_i G_i^{np} > \sum_i G_i^{yx}, \quad (4.1)$$

де $\sum_i G_i^{np}$ – сумарна кількість речовин, що надходять в апарат;

$\sum_i G_i^{yx}$ – сумарна кількість речовин, що виводяться з апарата.

Порушення матеріального балансу відбувається при:

- невідповідності продуктивності насосів та компресорів витраті продуктів;

Якщо насос буде працювати з тією ж продуктивністю, а витрата знижена, виникає підвищений тиск в апараті;

- збільшенні опору у видаткових та дихальних лініях;
- відсутності регулюючих улаштувань, а також недостатньому контролю за рівнем рідин, тиском газів, процесами наповнення тощо.

На стінках апаратів (трубопроводів) накопичуються солі, кокс, полімери, кристалогідрати, бруд, що веде до утворення відкладень та пробок;

З курсу «Технічної механіки рідин і газів» відомо, що втрати напору в системі – $H_{\text{в}}$ при транспортуванні речовин (рідин, газів) дорівнюють:

$$H_{\text{в}} = H_{\text{л}} + H_{\text{м}}, \quad (4.2)$$

де $H_{\text{в}}$ – втрати напору в системі, мм.в.ст;

$H_{\text{л}}$ – втрати напору по довжині лінії, мм.в.ст.;

$H_{\text{м}}$ – місцеві втрати напору, мм.в.ст.

Величину втрати напору в лініях (для подолання опору і створення необхідної швидкості руху продукту) визначають за формулою:

$$H_{\text{л}} = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2g}, \quad (4.3)$$

де λ – коефіцієнт опору тертя, визначається в залежності від режиму руху продукту;

ℓ – довжина трубопроводу, м;
 d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;
 ω – швидкість руху продукту в трубопроводі, м/с;
 g – прискорення сили ваги, м/с².

Величину місцевих втрат напору визначають за формулою:

$$H_{\text{м}} = \xi \cdot \frac{\omega^2}{2g}, \quad (4.4)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору (довідкові дані).

Тоді, величину втрати тиску в системі можна визначити так:

$$\Delta P = \rho_t \cdot g \cdot H_{\text{в}}, \quad (4.5)$$

де ΔP – втрати тиску при збільшенні опору системи, Па;

ρ_t – густина продукту при робочій температурі, кг/м³.

Підставляючи значення формул (4.3) і (4.4) у формулу (4.5), одержимо величину перепаду тиску для подолання опору в системі:

$$\Delta P = \left(\sum_{i=1}^n \xi_i + \lambda \frac{\ell}{d} \right) \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho_t}{2}, \quad (4.6)$$

а кінцевий тиск $P_{\text{к}}$ в апараті при наявності відкладень у відповідних трубопроводах за формулою:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{н}} + \Delta P, \quad (4.7)$$

де $P_{\text{к}}$ – кінцевий тиск у системі при збільшенні опору ліній, Па;

$P_{\text{н}}$ – початковий тиск у системі, Па.

Небезпечним випадком є утворення підвищеного тиску в апаратах і трубопроводах при нагріванні в них рідин і газів вище встановленої межі. При підвищенні робочої температури тиск в апаратах зростає за рахунок об'ємного розширення речовин і збільшення пружкості парів та газів.

Тиск у герметичних апаратах із газами і перегрітими парами при підвищенні температури дорівнює:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{п}} \cdot \frac{T_{\text{к}}}{T_{\text{п}}} \cdot z, \quad (4.8)$$

де $P_{\text{к}}$, $P_{\text{п}}$ – відповідно початковий та кінцевий тиск в апараті, Па;

$T_{\text{п}}$, $T_{\text{к}}$ – відповідно початкова та кінцева температура речовини, К;

z – коефіцієнт стиснення газу при відповідних значеннях тиску і температури ($z < 1$).

Кінцевий тиск в апаратах із насиченими парами рідин і наявністю рідкої фази при зміні температури визначають із виразу:

$$P_K = P_S = f(T_K), \quad (4.9)$$

де P_S – тиск насиченої пари при температурі T_K , Па.

Приріст тиску у герметичному апараті або на ділянці трубопроводу, який повністю заповнено рідиною, при підвищенні температури визначають за формулою:

$$\Delta P = \frac{\beta}{\beta_{ст}} \cdot \Delta t, \quad (4.10)$$

де ΔP – збільшення тиску, Па;

β – коефіцієнт об'ємного розширення рідини, K^{-1} ;

$\beta_{ст}$ – коефіцієнт об'ємного стиснення рідини, Pa^{-1} ;

$\Delta t = t_K - t_{п}$ – зміна температури в апараті, $^{\circ}C$.

В основі багатьох виробництв лежать процеси випаровування ЛЗР та ГР. До них відносяться: перегонка та ректифікація розчинів на атмосферних та вакуумних установках випаровування розчинів, випаровування розчинників із розчинів, твердих речовин тощо. У кожному випадку випаровування рідини поєднано з процесом конденсації одержаних парів.

Порушення нормального процесу конденсації парів може призвести до утворення підвищеного тиску в системі. Причиною порушення процесу конденсації є зменшення кількості тепла, що передається від парів, які підлягають конденсації до холодоагента.

Порушення процесу конденсації парів може відбуватися :

- в результаті зменшення або повного припинення подачі холодоагента;
- надходження його з більш високою початковою температурою;
- при зменшенні коефіцієнта теплопередачі від пари до холодоагента;
- при сильному забрудненні теплообмінної поверхні конденсаторів малотеплопроводними відкладеннями.

Приріст тиску в системі визначається за формулою:

$$\Delta P = \frac{a \cdot G_{п} \cdot \tau}{100 \cdot V_{в} \cdot \rho_t} \cdot P_0, \quad (4.11)$$

де a – коефіцієнт неповноти конденсації парів, %;

$G_{п}$ – продуктивність апарата по парі, кг/с;

τ – тривалість порушення нормального режиму конденсації, с;

ρ_t – густина пари рідини за робочими температурою та тиском в апараті, kg/m^3 ;

$V_{в}$ – вільний об'єм системи, m^3 ;

P_0 – тиск навколишнього середовища, Па.

Якщо в апарат із високою робочою температурою потрапляє рідина, температура кипіння якої нижча, то відбувається інтенсивне випаровування рідини і підвищення тиску. Вода, або інша низькокипляча рідина може потрапити до високотемпературного апарата разом з продуктами, що надходять до нього, через нещільності теплообмінної поверхні холодильників, що знаходяться усередині апаратів, при неправильному переключенні ліній, а також у виді конденсату із парових технологічних та продувочних ліній. Приріст тиску у високотемпературних апаратах при потраплянні в них і швидкому скипанні низькокиплячих рідин визначають за формулою:

$$\Delta P = 0,082 \cdot \frac{m \cdot T_p}{M \cdot V_v} \cdot P_0, \quad (4.12)$$

де P_0 – тиск навколишнього середовища, Па;

m – маса низькокиплячої рідини, що потрапила і випарувалася в апараті, кг;

V_v – вільний об'єм системи, m^3 ;

T_p – робоча температура в апараті, К;

M – молекулярна маса рідини, що потрапила в апарат, кг/кмоль.

Динамічні навантаження викликають утворення внутрішніх напружень в конструкціях апарата значно вище тих, які виникають при статичній дії цих навантажень.

- різких змін величини тиску в апаратах;
- при гідро ударах;
- в результаті вібрацій;

Великі внутрішні напруження в стінках апаратів та трубопроводів можуть виникнути в результаті різкого гальмування потоку рідини або газу, що рухається. Розглянемо деякі з них.

Впливу гідроударів частіше піддаються трубопроводи і насоси. Гідравлічні удари виникають звично в результаті швидкого закривання та відкривання вентилів на трубопроводах, при великих пульсаціях рідини, що подається насосами, при різкій зміні тиску на якій-небудь ділянці трубопроводу.

Приріст тиску в трубопроводі при гідроударах визначають за формулою Н.Е.Жуковського:

$$\Delta P = c \cdot \Delta \omega \cdot \rho_t, \quad (4.13)$$

де c – швидкість поширення ударної хвилі, м/с;

ρ_t – густина рідини при робочій температурі, kg/m^3 ;

$\Delta \omega$ – зменшення швидкості руху рідини в трубопроводі визначається за

формулою, м/с.

$$\Delta \omega = \omega_{\text{поч}} - \omega_{\text{кінц}} , \quad (4.14)$$

де $\omega_{\text{поч}}$, $\omega_{\text{кін}}$ – відповідно початкова і кінцева швидкість руху продукту в трубопроводі, м/с (часто $\omega_{\text{кінц}} = 0$).

Тиск при гідроударі залежить від часу закриття запірних пристроїв та довжини трубопроводу. Чим довший трубопровід та менший період закриття засувки, крана, клапана, тим більший тиск.

Технологічне обладнання може пошкоджуватися в результаті вібрацій. Так, з'являються нещільності у фланцевих з'єднаннях, відбуваються порушення швів, руйнації. Спостерігається вібрація в недостатньо закріплених зовнішніх апаратах і від впливу вітру.

До механічних пошкоджень від дії навантажень динамічного характеру також можна віднести зовнішні механічні удари:

- при необережній роботі внутрішньоцехового транспорту;
- у результаті ударів падаючих вантажів;
- застосування інструментів ударної дії і т.д.;

4.2 Інженерно-технічні заходи, що виключають пошкодження технологічного обладнання від механічних впливів

Захист технологічного обладнання від руйнування та пошкодження внаслідок підвищення тиску досягається:

Запобіганням переповнюванню технологічного обладнання рідинами і газами, яким передбачаються такі технічні рішення:

- застосування лічильників-дозаторів для визначення кількості рідин і газів, що надходять в обладнання;
- застосування пожежонебезпечних рівнемірів та манометрів для контролю рівня або об'єму речовин в апараті (забороняється застосовувати скляні покажчики рівня на апаратах із скрапленими газами під тиском);
- застосування автоматичних систем, що припиняють подачу продуктів відключенням насосів, компресорів і ліній;
- застосування систем автоматичної сигналізації аварійного стану апаратів (наприклад, положення ковпака газгольдера);
- застосування переливних труб на апаратах із рідинами та свіч скидання на апаратах із газами;

Переливні труби урізуються в стінки апаратів на висоті максимально припустимого рівня рідини. Вони повинні бути діаметром більшим за діаметр наповнювальної лінії і з'єднуватися з ємкістю, із якої закачується рідина або з дренажною аварійною ємкістю.

Застосування редукуючих пристроїв при підключенні апаратів із різноманітним робочим тиском.

Якщо апарат, що працює під тиском (P_1) меншим, ніж тиск джерела, що його постачає (P_2), то на лінії підключення апарата до джерела повинні бути, крім запірної засувки, автоматичний редукуючий пристрій із манометром і захисним клапаном на стороні меншого тиску.

Запобіганням порушення матеріального балансу, що передбачається такими технічними рішеннями:

- установка автоматичних регуляторів тиску для підтримування відповідності між подачею і витратою горючих речовин;
- застосування відцентрових насосів та компресорів;
- застосування циркуляційних ліній із перепускними (запобіжними) клапанами, при експлуатації поршневих насосів та компресорів;
- запобігання утворенню відкладень усередині технологічного обладнання і трубопроводів (наявність домішок у вихідній сировині, утворення коксу, полімерних і кристалогідратних пробок тощо).

Для попередження утворення відкладень усередині технологічного обладнання проводиться очищення речовин від твердих часток та солей шляхом відстоювання і фільтрацією, а також хімічними способами (лугами, кислотами та токами високої напруги на електрознесолюючих установках; постійно контролюється і регулюється температурний режим при нагріванні органічних рідин; використовуються спеціальні добавки (інгібітори), що попереджують утворення полімерних відкладень; установлюються збірники конденсату, проводиться попереднє осушення вихідних речовин від вологи хлористим алюмінієм та кальцієм, силікатом тощо.

Запобігання порушення температурного режиму роботи апаратів, що досягається:

- постійним контролем і регулюванням температурного режиму в апаратах;
- захистом апаратів теплоізоляційними матеріалами, установкою захисних екранів, що виключають температурні впливи від сторонніх джерел тепла, а також фарбування їхніх корпусів у світлі тони;
- автоматичним регулюванням безпечного рівня при заповненні ємкостей (коефіцієнт заповнення для ємкостей із скрапленими газами 0,85 – 0,9; для ємкостей із рідинами 0,9 – 0,95).

Для створення оптимальних умов безпеки та економічності необхідно визначати максимально можливу ступінь заповнення ємкостей рідиною або скрапленим газом.

Запобігання порушення в апаратах процесу конденсації парів:

- здійснювати періодичну очистку теплообмінні поверхні апаратів;
- безперервно регулювати температуру холодоагентів;
- контролювати систему подачі холодоагентів.

4.3 Пошкодження технологічного обладнання в результаті температурних впливів

Пошкодження технологічного обладнання може відбутися в результаті появи не передбачених розрахунком температурних перенапруг у матеріалі стінок апаратів і трубопроводів, а також у результаті погіршення механічних характеристик металів при низьких або високих температурах.

Температурні перенапруги (ТП) у матеріалі, із якого виготовлені апарати і трубопроводи настають тоді, коли існують перешкоди лінійній зміні окремих елементів (вузлів) або конструкції в цілому. Величину температурних напруг σ_t , що виникають від нагрівання в жорстко закріплених ділянках трубопроводів або вузлах апарата.

У процесі експлуатації температура в трубопроводах змінюється зі зміною температури навколишнього середовища і продуктів, що перекачуються. Високе ТП у матеріалі труб може зруйнувати трубопровід, арматуру, опори і завдати ушкодження обладнанню і резервуарам. Температурні напруги спостерігаються при жорсткому кріпленні трубопроводів, наявності в апаратах біметалічних конструкцій або конструктивних елементів, що знаходяться під впливом неоднакових температур, у товстостінних конструкціях і при місцевих змінах температур у матеріалі апарата.

Місцевий і нерівномірний нагрів конструктивних елементів технологічних апаратів спостерігаються в процесі пожежі, коли на окремі частини апарата впливає полум'я або розжарені продукти горіння, або вони піддаються впливу променистої енергії.

Умови здійснення технологічного процесу виробництва нерідко потребують використання високих робочих температур, при яких спостерігається значне зниження основних показників, що характеризують механічні властивості металів і сплавів. Істотним змінам піддаються вуглецеві сталі.

Тривалий вплив високих температур на матеріал, із якого виготовлені технологічні апарати, призводить до появи повільних пластичних деформацій у цих апаратах навіть у тих випадках, коли напруга від робочих навантажень не перевищує межі текучості. Таке явище зветься текучістю (крипп).

Умови для перегріву металу створюються при об коксуванні і забрудненні теплообмінної поверхні апаратів. Подібні явища називають прогаром стінки. Так у парових казанах перегріті ділянки можуть утворюватися в результаті відкладення на трубах накипу, у печах для нагрівання органічних рідин і газів - у результаті відкладення продуктів термічного розкладання (коксу); у селітрових ванних загартування - шламу і т.п.

Приклад: прогар труб змійовика при експлуатації трубчастих печей.

4.4 Інженерно-технічні заходи, що виключають пошкодження технологічного обладнання від температурних впливів

Захист апаратів від дії температурних перенапруг досягається:

- застосуванням температурних компенсаторів;
- застосуванням автоматичних регуляторів для підтримки заданої температури;
- контроль температури стінок апаратів;
- охолодження внутрішніх стінок апаратів;
- теплоізоляція зовнішньої поверхні апаратів;
- плавне нагрівання і охолодження апаратів при їх пуску і зупинці.

Захист апаратів від дії високих температур.

Це досягається:

- застосуванням спеціальних сталей, що зменшують явище “повзучості”; очищення внутрішніх поверхонь від коксу й інших відкладень;
- футерівка внутрішньої поверхні апаратів.

Захист апаратів від дії низьких температур.

Даний захист досягається:

- застосуванням сталі з підвищеною ударною в'язкістю (вуглецеві сталі підвищеної якості, низколеговані й ін.);
- захист теплоізоляційним прошарком;
- обладнання внутрішніми змійовиками з циркулюючим гасом при температурі стінок апаратів менш ніж -5°C .

4.5 Пошкодження технологічного обладнання в результаті хімічного впливу

Хімічний знос – зменшення товщини або стійкості стінок апаратів у результаті хімічної взаємодії матеріалу з оброблюваними речовинами або із зовнішнім середовищем. Речовини, що знаходяться в апаратах, наявні в них хімічні домішки, використовувані каталізатори, ініціатори, інгібітори, а також середовище, що оточує апарати, можуть взаємодіяти з матеріалом корпусу, викликаючи його руйнацію.

Корозія – руйнація металу від впливу на нього середовища, що стикається з ним.

Корозія виробничої апаратури, трубопроводів і прокладкових матеріалів відбувається:

- при одержанні і використанні азотної, сірчаної, соляної кислот;
- при виробництві оцтової кислоти й оцтового альдегіду;
- у результаті переробки і зберігання сірчистих нафт;
- при процесах електролізу;
- у соляних термічних ваннах;
- під час обробки рідини і газів, до складу яких входять галоїдоводні, кислоти, луги, хлористі і сірчисті солі.

До руйнуючої дії корозії схильні найбільш слабкі місця - шви, рознімні з'єднання, прокладки, місця вигинів і поворотів труб.

Розрізняють три види корозії: хімічна - прямий хімічний вплив на метал; електрохімічна - вплив на метал електрохімічних реакцій; біохімічна - вплив на метал мікроорганізмів (у чистому виді зустрічається рідко і тому в даній лекції не розглядається). За зовнішнім виглядом корозія буває: рівномірною; плямами; виразками; поверхневою; міжкристалітною; внутрішньокристалітною.

Електрохімічна корозія. ЕХК – процес розчинення металів в електролітах у результаті дії гальванічних пар, що утворюються. До ЕХК відносяться: атмосферна; у водяних розчинах хім. речовин; у розчинах кислот, лугів, солей; у розплавлених солях; ґрунтова, корозія блукаючими струмами.

Сутність процесу співпадає з роботою гальванічного елемента. Якщо метал не є однорідним, окремі його ділянки мають різну спроможність до розчинення. Чим лівіше розташований метал у ряду напруженості, тим легше він розчиняється в електроліті

Якщо неоднорідний метал помістити в електроліт, то іони більш активного металу будуть переходити в розчин. Ділянка обладнання, поверхня якого служить анодом, буде руйнуватися. Негативні іони електроліту переміщуються в напрямку позитивно заряджених іонів металу, що виділяються і, сполучаючись із ними, утворюють хлористу сіль металу. У той же час позитивно заряджені іони електроліту (водню) переміщуються до негативно заряджених ділянок стінки і, нейтралізуючись, утворюють молекулу водню.

4.6 Інженерно-технічні заходи, що виключають пошкодження технологічного обладнання від хімічних впливів

Корозія заподіює великий матеріальний збиток, тому захист від неї має величезне значення. Виходячи з основних закономірностей корозійних процесів використовують такі напрямки боротьби з нею: ізоляція металів від впливу агресивного середовища захисними покриттями; зменшення корозійної активності середовища; використання неметалічних хімічно стійких матеріалів; катодний і протекторний захист.

З цією ціллю використовуються корозійностійкі матеріали для певних середовищ. Так, бронза в середовищах із розчинами солей, титан у розчинах оцтової кислоти; нержавіючі сталі в окисних середовищах, алюміній у 40% розчині мурашкової кислоти й ін. середовищах. Широке застосування знайшли біметалічні конструкції.

До захисних покриттів відносяться: покриття лаками, нітрофарбами й ін. фарбами;

- застосування бітумно-пекових обмазок (захист від ґрунтової корозії);
- нанесення тонких металевих плівок і футеровки (керамічна плитка, пластмаса й ін.).

ЛЕКЦІЯ 5 КАТЕГОРУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ І ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

5.1 Значення системи категорювання приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою в забезпеченні ПБ об'єктів.

5.2 Основні положення класифікації приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

5.1 Значення системи категорювання приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою в забезпеченні ПБ об'єктів

Регламентация виробничих приміщень і будівель на категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою – дуже актуальна, але надзвичайно складна проблема, що базується на оцінці пожежовибухонебезпеки застосовуваних технологічних процесів.

Відомі два підходи в оцінці пожежовибухонебезпеки технологічних процесів: вірогіднісний і детермінований.

Вірогіднісний підхід заснований на розрахунку можливості досягнення певного рівня пожежовибухонебезпеки об'єкта. Прикладом такого підходу є положення ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность" у яких, на підставі заданого рівня пожежовибухонебезпеки регламентується рівень ПБ об'єкта, тобто рівень систем запобігання пожежі і протипожежного захисту, що у сукупності повинні виключати вплив на людей небезпечних чинників пожежі. Можливість впливу зазначених чинників не повинна перевищувати нормативну, що дорівнює 10^{-6} в рік у розрахунку на кожну людину.

Можливість виникнення пожежі також не повинна перевищувати 10^{-6} в рік в одиничному виробі. Але, тому що пожежовибухонебезпека будь-якого об'єкта визначається пожежовибухонебезпекою його складових частин (технологічних апаратів, установок, приміщень) дана система оцінки не знайшла застосування в практиці визначення рівня безпеки об'єкта в силу своєї «грозмізdkості».

Детермінований метод, тобто заздалегідь задані значення, заснований на певній кількісній диференціації приміщень і будівель на категорії.

Проте, незважаючи на свої безсумнівні переваги, має і певні недоліки, основними з яких є відсутність кількісної оцінки пожежної безпеки приміщень, що враховувала б пожежне навантаження, відсутність методики визначення категорії для зовнішніх установок, а також трудомісткість при визначенні окремих показників при розрахунку ΔP встановлює 5 категорій приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою:

- категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, критеріями призначення яких є наявність в аналізованих об'єктах речовин, спроможних вибухати і горіти з розрахунковим надлишковим тиском вибуху більшим ніж 5 кПа;

- категорія В – пожежонебезпечна, характеризується наявністю горючих матеріалів і речовин, спроможних тільки горіти;
- категорія Г – характеризується відсутністю горючих матеріалів, але застосуванням високих температур;
- категорія Д – не пожежонебезпечна, пов'язана з застосуванням негорючих матеріалів у холодному стані.

5.2 Основні положення класифікації приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

При класифікації виробничих приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою враховується:

- агрегатний стан застосовуваних речовин і матеріалів;
- вибухопожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів (P_{\max} тиск вибуху при стехіометричній концентрації горючих речовин у повітрі - $C_{\text{ст}}$, теплота згоряння - H_t , $t_{\text{сп ЛЗР}}$);
- реальні умови ведення технологічного процесу (тиск, температура, енергетичний потенціал вибухопожежонебезпеки технологічного блоку і т.п.) для прогнозування найбільш несприятливого варіанта аварійної ситуації, при якому в приміщенні може надійти найбільша кількість найбільш вибухопожежонебезпечної речовини;
- наявність технічних засобів контролю і захисту від утворення вибухонебезпечних концентрацій на випадок розгерметизації технологічного обладнання (сигналізатори довибухонебезпечних концентрацій, аварійна вентиляція, швидкодіючі системи відключення ушкодженого апарата, технічні рішення по обмеженню площі розливу рідини, аварійний злив рідини, аварійне стравлювання газу і т.п.);
- реальні умови утворення зон вибухонебезпечних концентрацій;
- можливість появи джерела запалювання (приймається, що при аварійній ситуації вона дорівнює одиниці);
- надлишковий тиск вибуху ΔP при займанні локального скупчення горючої суміші (він визначається з урахуванням процесу горіння і негерметичності приміщення);
- стійкість конструкцій будинку до надлишкового тиску вибуху.

Визначення категорій приміщень здійснюється шляхом послідовної перевірки приналежності приміщення до категорії від вищої А – до нижчої – Д.

ЛЕКЦІЯ 6 ВИРОБНИЧІ ДЖЕРЕЛА ЗАПАЛЮВАННЯ

6.1 Відкритий вогонь, розжарені продукти горіння та нагріті ними поверхні.

6.2 Протипожежні заходи, що виключають контакт горючого середовища з відкритим полум'ям, розжареними продуктами горіння та нагрітими поверхнями.

6.1 Виробничі джерела запалювання та їх класифікація

Одночасна поява трьох чинників – горючої речовини, окислювача і джерела запалювання – може привести при певних їх кількісних співвідношеннях до виникнення та розвитку пожежі на виробництві. Основний принцип запобігання пожежі, тобто основний принцип пожежної профілактики, полягає в усуненні або хоча б у роз'єднанні за часом з іншими одного із зазначених чинників

На багатьох виробництвах, де обертаються горючі речовини в атмосфері окислювача (повітря), горюче середовище (ГС) присутнє постійно, і самі пожежонебезпечні джерела тепла є тим єдиним чинником, що може і повинен бути усунутий. Звідси важливість для пожежної профілактики вивчення умов і причин появи пожежонебезпечних джерел тепла.

Джерела тепла за своєю природою виникнення дуже різноманітні. Знання теоретичних основ виникнення горіння може допомогти в розробці заходів, що сприяють запобігання виникнення пожежі, а також у точній оцінці пожежної небезпеки того або іншого технологічного процесу.

Які джерела тепла можна віднести до пожежонебезпечних, тобто до джерел запалювання? І що таке джерело запалювання? Як трактується поняття джерела запалювання? Всі ці питання розглядаються в даній лекції.

Відповідно до ДСТУ 2272-93 джерелом запалювання (ДЗ) вважається теплова енергія, що призводить до загоряння. Іншими словами, “ДЗ може бути таке нагріте тіло (при вимушеному запалюванні) або такий екзотермічний процес, що здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до певної температури, коли швидкість тепловиділення (за рахунок реакції в горючій суміші) дорівнює або перевищує швидкість тепловідведення із зони реакції. Причому потужність і тривалість теплової дії джерела повинні забезпечувати підтримку критичних умов на протязі часу, необхідного для розвитку реакції з формуванням фронту полум'я, здатного до подальшого вільного поширення.

Як уже було раніше відзначено, горіння може виникнути при впливі на ГС різноманітних джерел запалювання. За природою походження джерела запалювання можна класифікувати:

- відкритий вогонь, розжарені 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).

6.2 Відкритий вогонь, розжарені продукти горіння і нагріті ними поверхні

Для виробничих цілей широко використовують вогонь, вогневі печі, реактори, факели для спалювання парів і газів. При проведенні ремонтних робіт часто використовують полум'я пальників і паяльних ламп, застосовують смолоскипи для відігрівання замерзлих труб, вогнища для прогріву ґрунту, при спалюванні відходів. Температура полум'я, а також кількість тепла, що при цьому виділяється достатні для запалювання майже всіх горючих речовин.

Відкрите полум'я. Пожежна небезпека полум'я обумовлена температурою факела і часом його впливу на горючі речовини. Наприклад, при горінні багатьох горючих речовин запалювання можливе від таких “малокалорійних” ДЗ, як тліючий недокурок сигарети або цигарки, запаленого сірника.

Джерела відкритого вогню – смолоскипи – нерідко використовують для розігріву застиглого продукту, для освітлення при огляді апаратів у темноті, наприклад, при вимірі рівня рідин, при розведенні вогнища на території об'єктів із наявністю ЛЗР і ГР.

Високонагріті продукти горіння – газоподібні продукти горіння, що утворюються при горінні твердих, рідких і газоподібних речовин та досягають температури, що дорівнює 800÷1200 °С. Пожежну небезпеку створює вихід високонагрітих продуктів через нещільності в кладці топок, димових каналів.

Виробничими джерелами запалювання також є іскри, що виникають при роботі топок і двигунів. Вони являють собою тверді розжарені частки палива або окалини в газовому потоці, що утворюються в результаті неповного згоряння або механічного виносу горючих речовин і продуктів корозії. Температура такої твердої частки достатньо висока, але запас теплової енергії (W) невеликий через малу масу іскри. Іскра здатна запалити тільки речовини, достатньо підготовлені до горіння (газо-пароповітряні суміші, осілий пил, волокнисті матеріали).

Топки іскрять через конструктивні недоліки; через використання сорту палива, на який топка нерозрахована; через посилене дуття; через неповне згоряння палива; через недостатнє розпилення рідкого палива, а також через порушення термінів чищення печей.

Іскри і нагар при роботі ДВС утворюються при неправильному регулюванні системи подачі палива, електрозапалювання; при забрудненні палива мастилами і мінеральними домішками; при тривалій роботі двигуна з перевантаженнями; при порушенні термінів очищення вихлопної системи від нагару.

Пожежна небезпека іскор котельних, труб паровозів і тепловозів, а також інших машин, вогнища, у значній мірі визначаються їхнім розміром і

температурою. Встановлено, що іскра $d = 2$ мм пожежонебезпечна, якщо має $t \approx 1000$ °C; $d = 3$ мм - 800 °C; $d = 5$ мм - 600 °C.

6.3 Протипожежні заходи, що виключають контакт горючого середовища з відкритим полум'ям, розжареними продуктами горіння та нагрітими поверхнями

Для забезпечення пожежовибухонебезпеки технологічних процесів, процесів переробки, збереження і транспортування речовин і матеріалів необхідні розробка і впровадження інженерно-технічних заходів, що запобігають утворенню в ГС або внесенню в нього джерела запалювання.

Як було відзначено раніше, не кожне нагріте тіло може бути джерелом запалювання, а тільки ті нагріті тіла, що спроможні нагріти деякий об'єм горючої суміші до певної температури, коли швидкість тепловиділення дорівнює або перевищує швидкість тепловідводу з зони реакції. У цьому випадку потужність і тривалість теплового впливу джерела повинні бути такі, щоб на протязі певного часу підтримувалися критичні умови, необхідні для формування фронту полум'я. Тому, знаючи ці умови (умови формування ДЗ), можна створити такі умови ведення технологічних процесів, що виключали б можливість утворення джерел запалювання. У тих випадках, коли умови безпеки не виконуються, впроваджують інженерно-технічні рішення, що дозволяють виключити контакт ГС із джерелами запалювання.

Основними інженерно-технічними рішеннями, що виключають контакт горючої середовища з відкритим полум'ям, розпеченими продуктами згорання, а також високонагрітими поверхнями є ізоляція їх від можливого зіткнення, як при нормальній роботі устаткування так і при аваріях.

При проектуванні технологічних процесів із наявністю апаратів (трубчасті печі, реактори, факели) необхідно передбачати ізоляцію цих установок від можливого зіткнення з ними горючих парів і газів. Це досягається:

- розміщенням у закритих приміщеннях, відособлених від інших апаратів;
- розміщенням на відкритих площадках між "вогневими" апаратами і пожежонебезпечними установками захисних перепон. Наприклад, розміщення закритих будинків, що виконують роль перепони.
- дотриманням пожежобезпечних регламентованих розривів між апаратами;
- застосуванням парових завіс у тих випадках, коли неможливо забезпечити пожежобезпечну відстань.

Підпалювання газової суміші в черговому пальнику здійснюють за допомогою так названого полум'я, що біжить, (попередньо підготовлена горюча суміш підпалюється електрозапалом, і полум'я, переміщуючись нагору, підпалює газ пальника). Щоб зменшити утворення диму й іскор, до факельного пальника підводять водяну пару.

ЛЕКЦІЯ 7 Пожежна безпека процесів механічної обробки твердих речовин та матеріалів

7.1 Пожежна небезпека процесів механічної обробки металів.

7.2 Пожежно-профілактичні заходи при механічній обробці металів.

Процеси механічної обробки металів (різання, пресування, шліфування й ін.) пов'язані з використанням горючих рідин, підвищенням температури й утворенням горючого пилю.

В цехах холодної обробки металів на відповідному устаткуванні, верстатах і механізмах проводяться токарські, стругальні, фрезерні, свердлильні і зварювальні роботи.

7.1 Пожежна небезпека процесів механічної обробки металів

Пожежну небезпеку процесів механічної обробки проаналізуємо з застосуванням елементів методики оцінки:

1) Утворення ГС:

Горючими матеріалами в цехах механічної обробки металів є застосовувані мастила верстатів, у гідроприводах і системах охолодження ріжучого інструмента водно-масляні емульсії, гас та індустриальні масла.

Механічні цехи сучасних машинобудівних заводів мають розвинуті масляні комунікації, ємності і фільтри для очищення масел, загальна кількість яких досягає сотень тонн.

Метал, що надходить на обробку, для захисту від корозії покритий змазкою, що разом з відходами потрапляє на транспортери, забруднює їх і створює умови для розвитку і поширення пожежі.

2) Виникнення ДЗ:

При механічній обробці металів утворюються значні сили тертя, внаслідок чого нагрівається оброблюваний матеріал, ріжучий інструмент і відходи (стружка). Ступінь розігріву металів залежить від їх механічних і технічних властивостей, швидкості різання, розмірів подачі ріжучого інструмента (товщини стружки) і якості заточення інструмента.

3) Наявність ШРП:

Особливу пожежну небезпеку має обробка деяких кольорових металів (Mg, Ts, Ma, Al) і їхніх сплавів, які у стані порошку, промасленої стружки, листів і пилю спроможні спалахувати від іскри або полум'я та вибухати при наявності горючих газів або парів, адсорбуючи їх.

Пожежонебезпечні властивості металевого пилю:

- при вологості повітря понад 60 % адсорбує кисень повітря;
- при температурі 2000 °C розкладає воду з виділенням водню;
- при температурі понад 3000 °C призводить до активного виділення водню, утворенню горючої суміші і вибуху.

Наявність у металевому пилю масел викликає їх нагрів і розкладання, виділення горючих газів і зниження температури запалення металевого пилю. У

цих умовах, наприклад, алюмінієвий пил може самозайматися при температурі 230 °С, тоді як температура самозаймання Н₂ дорівнює 580 – 590 °С.

Активність металу (відсотковий вміст у порошку неокисленого металу) також впливає на самозапалювання металевих порошоків.

При одержанні порошку алюмінію в інертному середовищі розмелом у кульовому млині, при його розвантаженні в нормальному середовищі порошок займається при кімнатній температурі від контакту з повітрям. Самозапалювання відбувається через саморозігрів порошку (реакція окислювання активного металу киснем йде з підвищенням температури).

14 серпня 1985 р. відбувся вибух у кульовому млині для здрібнювання кремнію в ДРВ Запорозького титаномагнієвого комбінату.

Магній – це метал срібисто-білого кольору, хімічно активний елемент, основа для багатьох сплавів; один із самих пожежонебезпечних металів.

Пожежна небезпека магнію і його сплавів пояснюється великою швидкістю окислювання, яка залежить від ступеня його здрібнювання і нагрівання.

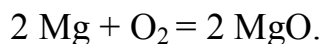
У компактному вигляді при нормальній температурі вироби зі стандартних магнієвих сплавів практично не вогнебезпечні і не возгоряються навіть при короткочасному контакті з відкритим полум'ям через високу теплопровідність.

Пожежонебезпечні властивості магнію.

Вироби з магнію можуть загорятися після початку загального або місцевого відділення і появи перших часток рідкого металу. Магній і його сплави горять білим полум'ям. Температура початку горіння компактного магнію і його сплавів різноманітна і залежить від складу сплаву.

Так, найбільш типовими для галузі є подія 17 липня 1987 року на Запорізькому титано-магнієвому комбінаті при ремонті витяжної вентиляції цеху при проведенні газорізальних робіт на повітропроводі два послідовних вибухи титано-магнієвого пилу, що викликали руйнування повітропроводів, обвалення конструкцій і загибель 7 чоловік.

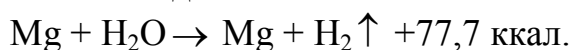
Чистий магній спалахує при температурі 650 °С, його сплави спалахують при більш низькій температурі. При горінні магнію в атмосфері повітря температура досягає порядку 280 °С. Взаємодія магнію з киснем супроводжується реакцією



У виробничих приміщеннях при обробці магнію і його сплавів виділяється велика кількість пилу і стружки.

Запалення зваженого пилу магнію і його сплавів носить характер вибуху. Мінімальна вибухупожежна концентрація пилу як для магнію, так і для його сплавів дорівнює 20 – 25 мг/л, тиск при вибуху досягає 5 атм.

Магній і його сплави добре взаємодіють із водою (особливо в здрібненому стані) із виділенням водню і тепла



Запалення вологого пилу з вмістом вологи від 4 до 48 % відбувається більш інтенсивно, чим сухої.

Взаємодія розплавленого магнію з водою і запалення зволоженого пилу носить вибуховий характер через водень, який виділяється, утворюючи з киснем повітря гримучу суміш.

Магнієвий пил енергійно взаємодіє з азотом при температурі 400 °С, тому атмосфера азоту не може вважатися інертною.

Розплавлений магній горить в атмосфері вуглецевого газу й окису вуглецю з відновленням вуглецю. Пил дисперсного магнію спалахує у вуглецевому газі при температурі 420 – 440 °С.

Електрон – один із поширених сплавів магнію - застосовується в літакобудуванні.

Тплавл. електрона = 625 – 650 °С.

Горить яскравим сліпучим блакитним полум'ям із виділенням білого диму з температурою до 5000 °С.

Особливо небезпечний пил електрону, який утворюється при обробці електрона шліфувальним папером або шліфувальним порошком.

Можливі джерела запалювання:

- іскри від випадкового влучення в пилосбірники сторонніх предметів;
- розряди статичної електрики;
- іскри тертя (за даними Національного протипожежного комітету США з 46 розслідуваних випадків пожеж і вибухів металевих порошоків 15 викликані іскрами механічного походження).

7.2 Пожежно-профілактичні заходи при механічній обробці металів

Основні пожежно-профілактичні заходи при механічній обробці металів полягають у зниженні ГС, усуненні ДЗ і ШРП.

1) Запобігання утворення ГС досягається:

- зменшенням кількості горючого порошку;
- зменшенням пилевиділення шляхом добору оптимальних режимів;
- запобіганням залежування відходів,
- винятком окислювача.

2) Запобігання виникнення ДЗ досягається:

- винятком джерел запалювання;
- контролем температури нагрітих поверхонь;
- заземленням устаткування;
- винятком потужних джерел тепла і випромінювання.
- винятку контакту з повітрям, водою, усмоктування через вузли;
- додаванні 4-6 % окисного газу (O₂) в інертний газ для зниження активності металу.

Всі операції по завантаженню і розвантаженню порошку магнію повинні проводитися в інертних газах (дуже чистих при утриманні в аргоні 0,5 %; розпилений порошок магнію при запаленні утворить тиск 2,6 – 5 кПа.).

3) Обмеження ШРП:

- Виробничі приміщення і технологічні процеси виготовлення виробів із магнієвих сплавів повинні відповідати вимогам пожежної безпеки для машинобудівних виробництв з урахуванням особливостей пожежної небезпеки магнію і його сплавів.

- Приміщення з виділенням значної кількості магнієвого пилу відносяться по ступені вибухопожежної і пожежної небезпеки до категорії Б, а всі інші виробництва з застосуванням магнію і його сплавів - до категорії В.

- Вогнестійкість і пожегові будинків із виробництвами з магнієвими сплавами, повинні відповідати вимогам чинних СНиП.

- Конструктивні елементи будинків по опрацюванню магнію і його сплавів повинні мати гладку поверхню.

- У приміщеннях із виділенням дрібного пилу стіни й інші конструкції необхідно офарбовувати олійною фарбою або покривати плиткою.

- Підлога в заливальних і плавильних відділеннях повинна бути з чавунних плит. При можливості влучення розплавленого металу на підлогу він не повинний бути бетонним або цементним.

- У травильних відділеннях підлогу варто робити кислотоупорною.

- Забороняється прокладати магістральні водопроводи і трубопроводи з ГР і ГГ у каналах біля плавильних і термічних печей. Канали в підлогах повинні закриватися чавунними плитами.

- Забороняються водостоки на даху будинків розташовувати над виробничими приміщеннями.

- Виробничі приміщення, пов'язані з обробкою і збереженням магнію і його сплавів, площею більш 100 м^2 повинні мати 2 виходи назовні.

- Відстань від найбільше віддаленого робочого місця при роботі з магнієвими сплавами до виходу назовні або на сходову клітину повинна бути не більш 75 м в одноповерхових і 50 м у багатоповерхових будинках. Виходи з інших приміщень не повинні проходити через приміщення, де проводиться робота з магнієвими сплавами.

- Опалення - тільки центральне водяне, парове або повітряне. Максимальна температура нагрівання теплоносія не більш 150°C .

- Радіатори системи опалення повинні бути гладкі, легкодоступні для очищення. Труби і радіатори системи опалення варто захищати від осідання на них магнієвого пилу.

- У виробничих приміщеннях повинна бути природна, штучна або змішана вентиляція.

Для запобігання виникнення пожежної обстановки на підприємствах велике значення має діяльність спеціалістів пожежної охорони, які повинні в досконалості знати технологічний процес, своєчасно виявляти пожежонебезпечні ділянки і впроваджувати ефективні пожежно-профілактичні заходи.

ЛЕКЦІЯ 8 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

8.1 Трубопровідний транспорт та його пожежна небезпека.

8.2 Насосні і компресорні станції

8.1 Трубопровідний транспорт та його пожежна небезпека

В основному трубопровідним транспортом транспортування здійснюється на великі відстані, хоча жодне з виробництв і об'єктів соціального призначення не обходиться без газопроводів.

У залежності від речовини, що транспортується, трубопроводи можна класифікувати на:

- газопроводи;
- нафтопроводи;
- нафтопродуктопроводи;
- аміакопроводи (та інше).

По способу та місту прокладки:

- підземні;
- наземні;
- надземні.

Магістральні трубопроводи - це цілий комплекс споруджень для забезпечення нормального функціонування. До їх складу входять:

- трубопроводи з запірною арматурою, збірниками конденсату, вузлами пуску і прийому очисних пристроїв ;
- установки електрохімічного захисту трубопроводів;
- ємності збереження і розгазування конденсату, земляні комори для аварійного випуску нафтопродуктів, конденсату і ЗВГ;
- головні і проміжні (дожимні) перекачувальні і наливні насосні і компресорні станції;
- пункти підігріву нафти і нафтопродуктів;
- лінії електропередач, зв'язку, контрольних кабелів і т.д.

Класифікація й основні вимоги до магістральних трубопроводів визначені СНіП 2.05.06-85* "Магістральні трубопроводи".

1) Умови утворення горючого середовища.

- усередині трубопроводів вибухонебезпечна концентрація утвориться у виняткових випадках при можливому підсмоктуванні повітря;
- у самопливних трубопроводах практично завжди існує вибухонебезпечне середовище при їхній роботі неповним перетином.
- небезпека утворення горючого середовища в місцях прокладки трубопроводу при виході речовини через течі і нещільності.

б). Характерні джерела запалювання.

- розряди статичної електрики. На трубопроводах у наслідку руху рідини (особливо вуглеводнів) утвориться значний заряд статичної

електрики. Тік електризації можна визначити використовуючи формули:

для гасу ТС-1 $I = 1,753 K V^2 d^{1,6};$

для бензину А-76 $I = 1,037 K V^{1,81} d^{1,83};$

для бензину А-72 $I = 0,908 K V^{2,17} d^{1,87}.$

- розряди атмосферної електрики;
- порушення режиму розігріву нафтопродукту для транспортування;
- іскри механічного походження при проведенні ремонтних робіт;
- самозаймання відкладень, що закоксувалися, при несвоєчасному очищенні місць витоків, ін. утворень (фосфору в місцях виходу доменного газу);

3) Шляхи поширення пожежі:

- по паро- чи газоповітряній хмарі;
- по розливах нафтопродукту чи конденсату;
- по внутрішньому обсязі трубопроводу у випадках транспортування самопливом.
- випромінюванням від смолоскипа полум'я (у більшості випадків ліквідація горіння смолоскипа неможлива без уживання заходів по перекриттю ушкодження чи зниження тиску до безпечного);
- повторні запалення від високонагрітих поверхонь.

Вимоги для магістральних трубопроводів викладені в СНіП 2.05.06 – 85*, до зовнішніх трубопроводів - у нормативних документах по проектуванню забудови населених пунктів і генеральних планів промислових підприємств, до технологічних – у галузевих і відомчих нормах для проектування конкретних виробництв.

8.2 Насосні і компресорні станції

Насосні станції призначаються для прийняття речовин, які належить транспортувати і створенню необхідного для транспортування по даній ділянці мережі тиску рідини чи ЗВГ. По призначенню насосні можуть бути тими, що подають (коли забірна порожнина насоса працює на усмоктування) і дожимними (коли всі порожнини насосів працюють під надлишковим тиском).

По пристрої можуть застосовуватися відцентрові, поршневі, ротаційні й ін. типу насоси, що обмовляється в технологічному обґрунтуванні.

Компресорні станції призначаються для переміщення горючих газів і також поділяються на ті, що подають і на дожимні (проміжні). Компресори можуть бути одно і багатоступінчастими, *по пристрою* - плунжерними, поршневими, ротаційними, турбінними, *за умовами роботи* - дожимними, вакуумними, газодувки, *по створюваному тиску* - низького (до 1 МПа), середнього (до 10 МПа), високого (понад 10 МПа).

ЛЕКЦІЯ 9 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

9.1 Сутність теплообмінних процесів.

9.2 Пожежна профілактика процесів нагрівання горючих речовин теплоносіями.

9.1 Сутність теплообмінних процесів

Багато хімічні, тепло- і масообміні процеси тісно пов'язані з нагріванням, випарюванням, охолодженням і конденсацією. Нагрівання необхідно для прискорення багатьох хімічних реакцій, а також для здійснення процесів перегонки, ректифікації, сушіння, випарювання, плавлення, зниження в'язкості речовин.

Речовини, що мають більше високу температуру й які використовуються для нагрівання інших речовин, називають теплоносіями.

Речовини, використовувані для охолодження інших речовин, називають охолодними агентами.

Залежно від умов технологічного режиму як джерела тепла використовують димові гази, електроенергію, повітря, як проміжних теплоносіїв - рідкі й пароподібні речовини. До рідких теплоносіїв ставиться вода, нафтові масла, гліцерин, дифенільна суміш, кремній-органічні рідини, легкоплавкі розплави металів і ін. До газоподібних теплоносіїв ставляться перегріту водяну пару, повітря, продукти згорання твердого, рідкого й газоподібного палива й ін.

Теплоносії класифікуються в такий спосіб:

- проміжні теплоносії (водяна пара, гаряча вода, нагріте повітря,);
- високотемпературні теплоносії (органічні рідини, розплави солей і металів, мінеральні масла й т.д.);
- гарячі продукти виробництва (напівпродукти, відходи виробництва, кінцеві продукти).

Крім зазначених теплоносіїв для нагрівання речовин застосовують електричну й атомну енергію.

Застосовувані холодоагенти - вода, розсоли, фреони, аміак, зріджені гази (пропан, бутан, етилен, азот і ін.).

У процесах нафтопереробки потрібно підводити або відводити тепло, щоб забезпечити необхідні температури у відповідних апаратах. Для цих цілей служать спеціальні апарати, називані *теплообмінними або теплообмінниками*. У теплообмінниках один потік віддає тепло, а інший його сприймає, тобто один потік нагрівається, а іншої прохолоджується.

Розглянемо пристрій теплообмінних апаратів найбільше часто застосовуваних у нафтопереробці.

Кожухотрубчатий теплообмінник твердого (з нерухливими ґратами) типу (ТН). Має циліндричний корпус, у якому встановлений трубний пучок, закріплений у трубних ґратах, у яких трубки кріпляться розвальцьовуванням

або зварюванням. Корпус апарата закритий кришками. Усередині корпуса встановлені перегородки, що створюють певний напрямок руху потоку й збільшують його швидкість у корпусі. Одне з теплообмінних середовищ рухається по трубках, а інше – усередині корпуса між трубками. Через трубки пропускають більше забруднене середовище, а також середовище з меншим коефіцієнтом тепловіддачі тому що очищення зовнішньої поверхні трубок утруднена, а швидкості руху середовища в міжтрубному просторі менше, ніж у трубках.

Оскільки температури середовищ розрізняються, корпус і трубки одержують різні подовження, що приводить до виникнення додаткових напружень в елементах теплообмінника. При великій різниці температур це може привести до деформації й навіть до руйнування трубок і корпуса, порушенню щільності розвальцьовування й т.д. тому теплообмінники твердого типу застосовують при різниці температур середовищ не більше 50 °С. Для зниження температурних напружень і деформацій у теплообміннику застосовують температурні компенсатори (коли довжина трубок теплообмінника більше 2 м або різниця температур між кожухом і пучком труб перевищує 40 °С).

9.2 Пожежна профілактика процесів нагрівання горючих речовин теплоносіями

Тому що на НПЗ в основному застосовують поверхневі теплообмінники, розглянемо пожежну небезпеку й пожежно–профілактичні заходи при нагріванні горючих речовин глухою парою, гарячими продуктами й ВТ.

Пожежна небезпека процесів нагрівання горючих речовин обумовлює пожежонебезпечними властивостями речовин, що нагріваються, (нафта, нафтопродукти), теплоносіїв (масла, органічні суміші). Нітритнітратна суміш – сильний окислювач, нітрує органічні речовини (пожежа, вибух); масла при нагріванні розкладаються, виділяючи газоподібні продукти, які з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші,

При нормальній роботі підігрівників-теплообмінників усередині них горюче середовище не утвориться, тому що відсутнє пароповітряний простір (рідини, використовувані як теплоносії займають весь обсяг трубок або всі міжтрубний простір, а горючі гази й пари або газоподібний теплоносій звичайно не містить кисню або інших окислювачів).

Пожежна небезпека при експлуатації теплообмінників виникає в результаті утворення ушкоджень. При цьому (залежно від місця ушкодження й співвідношення тисків) нагрівається продукт, що, буде виходити назовні, або попадати в теплоносія, або теплоносій попадати в нагрітий продукт.

Забруднення апарата приводять до зниження інтенсивності теплообміну. Установлено, що накип завтовшки 1 мм знижує коефіцієнт теплопередачі приблизно на 10–16%, а завтовшки 5 мм – на 40–50%. Відсутність своєчасного очищення теплообмінної поверхні приводить до зменшення продуктивності апарата й до необхідності подачі більше нагрітого теплоносія (підвищенню тиску насиченої пари).

Основні ППЗ, що виключають можливість утворення ГС.

1. Організація теплообміну, вибір теплоносія (холодоагенту) і його параметрів здійснюється з урахуванням фізико-хімічних властивостей що нагрівається (охолоджуваного) матеріалу з метою забезпечення виключення можливості перегріву й розкладання продукту.

2. Не допускається застосування теплоносіїв, що утворюють при хімічному взаємодії вибухонебезпечні продукти.

3. При передачі тепла через стінку передбачаються методи й засоби контролю й сигналізації про взаємне проникнення теплоносіїв, у випадку якщо це може привести до утворення вибухонебезпечної суміші.

4. Контроль за тиском і кількістю подаваного теплоносія, за тиском вступника на обігрів продукту, температурою на виході його з підігрівника.

5. Для усунення можливості влучення нагрітої рідини у парову лінію встановлюють зворотний клапан.

6. Для попередження влучення конденсату водяної пари в що нагрівається рідина парові лінії обладнають пристосуваннями для відводу конденсату перед пуском пари в апарат.

8. Устаткування кожухотрубних теплообмінників різного виду температурними компенсаторами.

9. Плавний розігрів і охолодження теплообмінників.

10. При припиненні циркуляції ОТ у системі припиняють роботу пальників і електронагрівників.

11. Очищення від накипу, забруднень.

12. При зупинці на ремонт і очищенню апаратів видаляють повністю ОТ і продувають межтрубное й трубний простір водяною парою.

Висновок: Протипожежний захист процесів нагрівання горючих речовин досягається інженерними мірами профілактики, дотриманням протипожежного режиму при експлуатації установок нагрівання, а також застосуванням менш пожежонебезпечних і більш термічно стійких теплоносіїв.

ЛЕКЦІЯ 10 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ РЕКТИФІКАЦІЇ

10.1 Сутність технологічного процесу ректифікації.

10.2 Пожежна небезпека ректифікаційних колон.

10.1 Сутність технологічного процесу ректифікації

Ректифікація розчинів – складова частина майже всіх технологічних процесів хімічної, нафтохімічної, нафтопереробної і газової промисловості. Поділ розчинів приходить ся здійснювати на об'єктах легкої і харчової промисловості, при переробці сільськогосподарських харчових продуктів в етиловий спирт, екстрагування жирів і олій і т.д.

Процес поділу розчинів на складові їхні рідини називається перегонкою. Перегонка є основним процесом переробки нафти на фракції /складові частини/ і заснована на різній температурі кипіння компонентів рідини. Так, якщо рідина є бінарною, тобто складається з двох компонентів, наприклад бензолу з $T_{\text{кип}} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ і толуолу з $T_{\text{кип}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$, то при перегонці цієї рідини пара буде містити більшу кількість низькокиплячого компонента (бензолу). Отже, у процесі перегонки рідка фаза збіднюється, а парова фаза збагачується низькокиплячим компонентом (бензолом).

Фракційну перегонку нафти звичайно проводять при атмосферному тиску і при поступовому підвищенні температури до $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Наприклад, основними фракціями нафти, що відбираються у визначених температурних межах при її атмосферній перегонці є :

- бензин – $/40\text{--}180(\text{C}/;$
- гас – $/180\text{--}240(\text{C}/;$
- газойль – $/240\text{--}360^{\circ}\text{C} /;$
- мазут /залишок атмосферної перегонки нафти/.

Таким чином, перегонка – процес поділу рідких (газових, парових) сумішей шляхом випару (конденсації) частини вихідної рідкої (газової, парової) суміші. Перегонка реалізується при наявності парової (газової) і рідкої фаз у системі.

Ректифікація – найбільш розповсюджений спосіб перегонки розчинів, що дозволяє робити глибокий поділ сумішей.

Ректифікація являє собою процес поділу рідких сумішей на окремі компоненти або їх суміші (фракції) шляхом взаємодії потоків пари і рідини.

При ректифікації завжди існують дві фази – рідка і парова і відбувається багаторазовий частковий випар рідини і конденсація парів. При кожному циклі “випар - конденсація” з рідини випаровується переважно низькокиплячий (легкокиплячий) компонент, яким збагачуються пари, а з пари конденсуються переважно висококиплячий компонент, що переходить у рідину.

Пари після конденсації в окремому апараті дають готовий продукт – ректифікат. Рідина, що виходить після часткової конденсації пари, називається

флегмою, а апарати, де відбувається процес часткової конденсації – дефлегматорами.

Ректифікація здійснюється в спеціальних апаратах – ректифікаційних колонах (РК), що є основними елементами ректифікаційних установок (РУ).

10.2 Пожежна безпека ректифікаційних колон

За останні роки на виробничих площах хімічних і нафтопереробних підприємств, наприклад, необґрунтовано зосереджені величезні маси вибухонебезпечних, пожежонебезпечних і токсичних продуктів, значно зросло число потенційно небезпечних об'єктів, аварії на який почали мати усе більш загрозливий характер, впливаючи на навколишнє середовище і людей.

Головною причиною небезпеки працюючих колон і зв'язаних з ними апаратів є вихід назовні горючих парів і флегми при наявності нещільностей і ушкоджень, що приводять до підсмоктування усередину апаратів визначеної кількості повітря. Наслідки витoku залежать від місця ушкодження, від робочої температури в колоні і температури samozапалювання речовини, що виходить. Характерними причинами утворення нещільностей і ушкоджень при експлуатації РУ можуть бути :

- механічні впливи; (удари, вібрація, ерозія, гідроудар; вібрація колон або трубопроводів спостерігається при неякісному їхньому кріпленні і впливі вітру, а також при струсі від працюючих машин і пульсуючого тиску, ерозія виникає найчастіше в місцях уведення вихідної суміші в колону, коли струмінь розчину вдарається в стінку колони, протилежну введенню, а також у верхній частині шлемової труби.
- температурні впливи на матеріал апаратів: небезпечні температурні впливи на матеріал апаратів і трубопроводів спостерігаються при різкій зміні температур, впливі атмосферних, опадів, при ушкодженні теплоізоляції, у тому числі впливи теплоти пожежі.

Хімічний знос матеріалів: корозії піддаються в основному внутрішня поверхню корпусу колони, патрубки, ковпачки і шлемова труба; посиленому хімічному зносу сприяє наявність у нафтопродуктах сірчистих сполук, вільної сірки, хлористих солей кальцію і магнію, висока температура і безупинний рух потоків.

Таким чином, ректифікаційні колони являють собою складні апарати, що працюють у жорстких умовах і мають велику пожежну небезпеку, що обумовлюється насамперед наявністю великої кількості горючих речовин, а також імовірністю виникнення джерел запалювання і наявності шляхів поширення пожежі.

ЛЕКЦІЯ 11 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЇ

11.1 Сутність сорбційних процесів.

11.2 Пожежна небезпека сорбційних процесів.

11.3 Протипожежний захист абсорберів и адсорберів.

11.1 Сутність сорбційних процесів

На промислових підприємствах доводиться здійснювати не тільки процеси розділення розчинів на складові їх компоненти, але і процеси розділення газових і парових сумішей.

Для розділення і очищення газових і парових сумішей, хімічних продуктів найчастіше використовують СОРБЦІЙНІ ПРОЦЕСИ, в основі яких лежить виборча здібність до поглинання окремих компонентів суміші.

СОРБЦІЯ – поглинання газів, пари і розчинених речовин твердими тілами і рідинами, тобто це такі процеси, при яких поглинання речовини відбувається на поверхні розділу двох фаз (газ – рідина, газ–тверда речовина, рідина – тверде тіло) незалежно від механізму поглинання.

Розрізняють наступні види сорбції:

- адсорбцію;
- абсорцію;
- хемосорбцію;
- капілярну конденсацію.

Ми з вами розглянемо процеси абсорбції і адсорбції, оскільки газові і парогазові суміші, що поступають на сорбцію, і речовини, використовувані як сорбенти, часто бувають горючими; сорбційні установки в цих випадках відрізняються пожежовибухонебезпекою.

У промисловості процеси абсорбції широко застосовуються для витягання цінних компонентів з газових сумішей (наприклад, витягання аміаку, пари бензолу і ін. речовин з коксового газу), для очищення газових сумішей від шкідливих домішок (наприклад, очищення природного газу від сірководня, для санітарного очищення газів, що відходять, від сірчистого ангідриду і так далі), як основна технологічна стадія ряду найважливіших виробничих процесів (наприклад, абсорбція сірчаного ангідриду у виробництві сірчаної кислоти, абсорбція хлористого водню у виробництві соляної кислоти і так далі).

11.2 Пожежна небезпека процесів сорбції

Пожежна небезпека процесів сорбції обумовлюються фізико-хімічними властивостями вживаних речовин (речовин, що направляються на розділення і поглиначів), їх кількістю, режимом роботи абсорберів, адсорберів і іншого устаткування.

Кількість горючих речовин, що циркулюючих і постійно знаходяться в апаратах технологічної установки і її трубопроводах, залежить від

продуктивності установки, від розмірів апаратів, кількості і розмірів проміжних ємкостей.

Кількість горючих речовин (абсорбенту), що звертаються в установці абсорбції, можна визначити з рівняння матеріального балансу.

З отриманого рівняння видно, що потрібна кількість горючого абсорбенту залежить не тільки від початкового параметра абсорбтива але і від повноти уловлювання, а також від величини допустимої кінцевої концентрації насиченого абсорбенту і повноти витягання уловлюваного компонента при десорбції абсорбенту.

На адсорбційній установці горючий розчинник знаходиться в конденсаторах, в апаратах розділення розчину (або емульсії), трубопроводах, проміжних ємкостях і його кількість залежить від заданої продуктивності і режиму роботи даного виробництва.

Загальна кількість ЛВЖ, що знаходиться в апаратах станції рекуперації доходить до 10 тонн і більш.

В цілях ПБ установка проектується так, щоб пари ЛВЖ, що виділяються, у робочих місць поглиналися місцевими відсмоктуваннями, а кількість повітря, що відсисається, встановлюється так, щоб виключити у повітряводах утворення ВОК розчинника.

Слід також враховувати ту кількість вугілля, яка знаходиться і в адсорберах, що підлягають десорбції і в резервних апаратах.

На станціях середньої продуктивності праці кількість вугілля зазвичай складає 10–12 тонн.

При нормальній роботі усередині абсорберів концентрація газопарової фази знаходиться поза межами займання, оскільки що поступають на абсорбцію суміші найчастіше не містять кисню. Якщо ж на абсорбцію поступає паро- або газоповітряна суміш, можливі два випадки:

- початкова концентрація горючих компонентів більше верхньої межі займання. В процесі абсорбції концентрація горючих компонентів зменшуватиметься і на певному етапі може проходити межі займання. Це небезпечно;

- початкова концентрація горючих компонентів менше нижньої межі займання. Тут можливі два варіанти (залежно від величини робочої температури в абсорбері і нижньої температурної межі займання абсорбенту);

ГОРЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ при експлуатації адсорберів не утворюється (за нормальних умов).

Підвищену пожежну небезпеку представляють адсорбери при порушенні процесу адсорбції – підвищенні температури, тиск, збільшенні змісту розчинника, створенні умови для samozagorannya активованого вугілля і так далі.

11.3 Протипожежний захист абсорберів і адсорберів

Протипожежні заходи, що виключають утворення горючого середовища в абсорберах:

- застосування систем автоматичного регулювання робочого тиску, температури, рівня рідини в абсорберах;
- застосування абсорбентів (метилпірролідон, ДМФА);
- контроль за температурою і тиском в абсорберах;
- установка гідравлічних затворів на лініях відвідних абсорбент;
- очищення абсорбера від забруднень і відкладень;
- застосування антикорозійних металів;
- своєчасне очищення від пірофорних з'єднань;

Протипожежні заходи, що виключають утворення горючого середовища в абсорберах.

- Контроль за температурним режимом технологічного процесу (автоматичне регулювання температури) (адсорбції-250С ; десорбції- 1000С)

- Обмеження кількості розчинників (або кількості виробів) на кожному робочому місці.

- Проведення перевірочних розрахунків для оцінки концентрації горючої пари, що утворюється у разі застосування інших більш летючих розчинників.

- В цілях забезпечення якнайповнішого уловлювання пари, що виділяються, і запобігання попаданню їх у виробничі приміщення всі робочі місця, машини і інші пристрої, пов'язані з виділенням пари летючих розчинників, обладналися спеціальними укриттями з відсмоктуванням шкідливих пароповітряних сумішей, що утворюються.

- Наявність вентиляційних агрегатів (не менше два). Наявність резервного вентилятора. Електропостачання вентиляторів від двох незалежних джерел живлення. Резервний вентилятор винен включатися і уручну і автоматично.

- Устаткування спеціальної труби аварійного вихлопу на випадок виходу з ладу адсорберів і інших апаратів, коли станція рекуперації не може приймати ПВС.

- Зупинка технологічного процесу у всіх випадках припинення роботи основних і резервних вентиляторів.

- Контроль за температурою вугілля в адсорберах : підвищення температури вугілля в процесі поглинання пари і в початковій фазі десорбції може привести до підвищення концентрації розчинника в пароповітряній суміші до небезпечної величини (наявність термопар в адсорбері).

- Безперервний або періодичний контроль за концентрацією летючого розчинника в ПВС в апаратах, а також в повітрі цехи.

Висновок: Таким чином, сорбційні установки (станції рекуперацій) представляють велику пожежну небезпеку і вимагають ефективного протипожежного захисту.

ЛЕКЦІЯ 12 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

12.1 Особливості здійснення хімічних процесів.

12.2 Пожежна небезпека хімічних реакторів

12.1 Особливості здійснення хімічних процесів

Хімічні процеси поділяються на екзотермічні і на ендотермічні.

Найбільш широко поширеними екзотермічними процесами в хімічній промисловості є:

- окислення;
- хлорування;
- гідрування;
- полімеризація;
- поліконденсація.

Екзотермічні хімічні процеси супроводжуються позитивним тепловим ефектом, що обумовлює нагрів реакційного середовища до температур, що перевищують у ряді випадків оптимальні межі. Забезпечення пожежовибухонебезпечних реакційних процесів з великим тепловим ефектом іноді представляє складне технічне завдання, оскільки у ряді випадків необхідне відведення тепла від реагуючого середовища з дуже великою швидкістю. Для цього застосовуються як негорючі рідини (вода, сольові водні розчини і ін.) так і пожежовибухонебезпечні рідини і гази, у тому числі і зріджені. Використання холодоагентів, як правило підвищує пожежовибухонебезпеку установок і вимагає додаткового технологічного устаткування.

Для деяких екзотермічних хімічних процесів необхідний первинний тепловий імпульс, наприклад, процес полімеризації. Тому апарати, в яких протікають подібні процеси, мають систему і обігріву, і охолодження, що збільшує їх пожежну небезпеку.

Багато екзотермічних процесів володіють великою чутливістю до різних домішок, у присутності яких може різко зростати їх швидкість і, отже, тепловиділення, на яких не розрахована система охолодження. При великих швидкостях такі процеси стають некерованими, що може привести до вибуху.

Найширше поширені в хімічній, нафтохімічній, нафтопереробній промисловості такі ендотермічні процеси, як дегідрування і піроліз вуглеводнів.

Піроліз - розкладання органічних сполук, супроводжує їх деструкцією. У промисловості піролізом газоподібних і рідких вуглеводнів отримують етилен, пропилен, ацетилен і інші вуглеводні, що є основною сировиною нафтохімічного синтезу.

Сировиною для піролізу є продукти переробки нафти (гази, Етан, що містять, і пропан; пропанова і бутанова фракції; бензин, гас), попутні гази нафтовидобутку і гази виділяються з нафти, природні вуглеводневі гази.

Процеси піролізу супроводжуються збільшенням об'єму реакційної суміші (при зниженні тиску збільшується вихід етилену і пропілену) Для зниження парціального тиску початкової сировини використовують водяну пару, яка зменшує вірогідність протікання вторинних реакцій і гальмує процеси коксоутворення. При піролізі газоподібної сировини, зріджених газів і газового бензину до маси сировини додають 10-20% водяної пари, а при піролізі бензинів і важчих фракцій - від 50 до 300 %.

12.2 Пожежна небезпека хімічних реакторів

Аналіз причин аварій в хімічній промисловості показує, що основна їх кількість (81%) пов'язана з веденням хіміко-технологічних процесів, 13% з підготовкою устаткування до ремонту, ремонтним роботам або прийомом устаткування до ремонту і 6% - по інших причинах.

Пожежовибухонебезпеку хімічних реакторів визначають наступні чинники:

- фізико-хімічні і пожароопасные властивості реагентів і продуктів реакції;
- властивості реакційного середовища і вживаних каталізаторів (ініціаторів);
- параметри процесу, що відбувається в реакторі (тиск, температура, об'ємна або масова швидкість);
- тип і конструктивні особливості реактора.

В період нормального режиму технологічного процесу горюче середовище в реакторі не утворюється, оскільки в початкових реагентах і продуктах реакції відсутній окислювач. ГС може утворюватися в періоди завантаження і вивантаження, при заміні відпрацьованого каталізатора оскільки ці операції пов'язані із зупинкою і розтином реактора.

Пошкодження реакторів (аварії) наступають при:

- порушенні матеріального балансу ;
- порушенні теплового балансу;
- порушенні режиму тиску в апараті;
- в результаті корозії і ерозії матеріалу реактора.

ЛЕКЦІЯ 13 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ, НАФТОПРОДУКТІВ ТА ГОРЮЧИХ ГАЗІВ

13.1 Пожежна небезпека установок первинної перегонки нафти.

13.2 Протипожежний захист установок первинної перегонки нафти

13.1 Пожежна небезпека установок первинної перегонки нафти

Нафтодобування, переробка та транспортування нафтопродуктів – це джерела підвищеної пожежної та екологічної небезпеки.

Характерними причинами утворення нещільностей і ушкоджень при експлуатації РУ можуть бути :

- механічні впливи; (удари, вібрація, ерозія, гідроудар; вібрація колон або трубопроводів спостерігається при неякісному їхньому кріпленні і впливі вітру, а також при струсі від працюючих машин і пульсуючого тиску, ерозія виникає найчастіше в місцях уведення вихідної суміші в колону, коли струмінь розчину вдаряється в стінку колони, протилежну введенню, а також у верхній частині шлемової труби.

- температурні впливи на матеріал апаратів: небезпечні температурні впливи на матеріал апаратів і трубопроводів спостерігаються при різкій зміні температур, впливі атмосферних, опадів, при ушкодженні теплоізоляції, у тому числі впливи теплоти пожежі.

- хімічний знос матеріалів: корозії піддаються в основному внутрішня поверхню корпусу колони, патрубки, ковпачки і шлемова труба; посиленому хімічному зносу сприяє наявність у нафтопродуктах сірчистих сполук, вільної сірки, хлористих солей кальцію і магнію, висока температура і безупинний рух потоків.

13.2 Протипожежний захист установок первинної перегонки нафти

Заходи, що обмежують утворення горючого середовища:

- Дотримувати правила пуску печі.
- Не допускати улучення води в паливо.
- Вчасно робити очищення форсунок.
- Застосування автоматичних систем перекривання паливної лінії.
- Улаштування у стінах камери запобіжних клапанів.
- Забезпечення правильності ведення процесу горіння (пристрій газоаналізаторів).
- Робити очищення палива від механічних домішок.
- Контроль за герметичністю димових каналів (своєчасний ремонт).
- Використання запобіжних клапанів мембранного типу в димових каналах.
- Забезпечення рівномірного обігріву труб змійовика.
- Контроль за швидкістю руху продукту в змійовику.

- Дотримання температурного режиму.
 - Автоматичний контроль за тиском у змійовику.
 - Очищення змійовика від відкладень.
 - Продувка камер згоряння водяною парою перед пуском трубчастої печі.
 - Заборона експлуатації печі з несправними двійниками.
 - Подача водяної пари при прогарі труб змійовика.
- Заходи, що виключають джерела запалювання:
- Дотримання послідовності операцій при розпалюванні.
 - Застосування електрозапальників для розпалювання печі.
 - Захищати теплоізоляцією високонагріті зовнішні елементи печі, щоб їхня температура не перевищувала 80% найменшої температури самоспалахування речовин, застосовуваних у сусідніх апаратах.
- Заходи, що виключають поширення пожежі:
- Зупинити печі при створенні аварійної ситуації, прогарі труб, подати пар, видалити зі змійовика горючі речовини.
 - Установка зворотних клапанів на паропроводах.
 - Установка трубчастої печі повинна обладнуватися системою парового захисту.
 - Установка вибухових клапанів на печах.
 - Між печами, розташованими на відкритих площадках, і відкритими пожежовибухонебезпечними ділянками розміщати закриті будинки з безпечною технологією.
 - Робити розриви між печами і сусідніми апаратами з розрахунку, але не менш установлених нормами.
 - Пристрій систем видавлювання продукту з труб змійовика паром (зливши продукт в аварійну ємність або у каналізацію)
 - Трубчасті печі обладнають стаціонарною системою парогасіння. Парові лінії підводять у радіантну камеру, у камери двійників, до основи димаря й у борови.
- Інженерні заходи профілактики:
- Щоб уникнути деформації від зміни температури в кладці і металевому каркасі печі виконують температурні шви.
 - Пристрій вибухових люків, мембранних і запобіжних клапанів.
 - Змійовик повинний мати пристрій для продувки труб паром або інертним газом.

Висновок: Протипожежний захист процесів первинної перегонки нафти та нафтопродуктів досягається інженерними заходами профілактики і дотриманням протипожежного режиму при експлуатації установок .

ЛЕКЦІЯ 14 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

14.1 Особливості технологічного процесу виробництва електроенергії на ТЕС.

14.2 Пожежна небезпека ТЕС

14.1 Особливості технологічного процесу виробництва електроенергії на ТЕС

Електроенергетика є одним з основних "стовпів" сучасної промисловості. Вона поєднує всі процеси генерування, передачі, трансформації і споживання електроенергії. Містить у собі теплові, гідравлічні, атомні електростанції і теплові мережі країни, об'єднані в енергетичні системи, що є базою електрифікації і теплофікації всіх галузей народного господарства і побуту населення. На долю України в минулому десятилітті приходилося 17% загальносоюзного виробництва електроенергії.

Основні потужності країни зосереджені на електростанціях виробничих енергетичних об'єднань; у країні діє об'єднане диспетчерське керування енергосистемами.

Електричні мережі й енергосистеми включають високовольтні лінії електропередачі (довжиною більш 120 тис. км повітряних ліній напругою понад 35 кВт), підстанції високої напруги і розподільні електричні мережі (довжина більш 900 тис. км).

Електрифікація є головним постачальником електроенергії для промисловості.

Найбільш розповсюджений тип теплової електростанції – ДРЕС (державна районна електростанція), що представляє конденсаційну станцію, на якій пара, що відробила, викидається в конденсатор,

ДРЕС споруджується поблизу місць перебування паливних енергоресурсів на віддаленні від промислових центрів. Застосування трубопроводів для далекого транспортування газу і мазуту дозволяє наблизити такі електростанції до споживача.

Одиничні потужності парових турбін і турбогенераторів досягають 500 – 800 МВт.

ГРЕС видають електроенергію тільки на підвищеній напрузі і по високовольтних лініях електропередачі в енергосистеми.

Наступний тип теплових станцій – ТЕЦ – теплоелектроцентралі з комбінованим виробленням теплової й електричної енергії. При установці турбін з відбором або протитиском використовується тепло відпрацьованої пари за рахунок чого ТЕЦ може, крім електроенергії, давати теплову енергію у виді пари або гарячої води для промислових цілей і опалення.

Видача електроенергії від ТЕЦ до споживачів звичайно виробляється по кабельних лініях на генераторній напрузі.

Теплофікація дозволяє за рахунок комбінованого вироблення теплової й

електричної енергії на теплоелектроцентралях (ТЕЦ) забезпечити централізоване постачання промислових підприємств і великих міст, досягти значної економії палива. У 1983 р. сумарна встановлена потужність ТЕЦ складала понад 6 млн. квт.

Об'єднання електростанцій в енергосистеми дозволяє поліпшити роботу всіх електростанцій і споживачів.

Технологічний процес вироблення електроенергії на об'єктах енергетики є складним і небезпечним.

14.2 Пожежна безпека ТЕС

Сьогодні багато електроенергетичних установок і устаткування створюють радіаційні, токсичні, пожежовибухонебезпечні й інші аварійні ситуації, які є причинами або наслідками промислових аварій.

Про це свідчить така хронологія аварій, що відбулися в Україні і країнах ближнього зарубіжжя:

Пожежна безпека ТЕС обумовлюється наявністю складного паливного господарства, системи для спалювання палива, розгалуженої кабельної мережі і різних допоміжних приміщень, застосуванням маслонаповненого устаткування й апаратури.

Пожежна безпека паливного господарства залежить від виду застосовуваного палива. Найбільшу небезпеку представляє виробництво електроенергії на ТЕС із застосуванням твердого палива.

Тверде паливо (бурі і кам'яні вугілля, торф) при зберіганні в штабелях можуть самозайматися. Пил вугілля (крім антрациту і напівантрациту), сланцю, торфу, напівкоксу також схильний при збереженні, транспортуванні до самозаймання. Здатність до самозаймання росте з підвищенням температури.

Пилеповітряні суміші цих видів палива при визначених концентраціях є вибухонебезпечними. Вугільний пил НКМПП = $60\text{--}80\text{ г/м}^3$. Небезпека вибуху росте при зменшенні вологості повітря менш 25%.

Горючі гази – найбільш ефективний вид палива (застосовуються: коксовий, доменний, генераторний і ін). При витоку гази з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Концентраційні межі поширення полум'я газів такі: Доменний – 48–68%; Генераторний – 20–74%; Коксовий – 5–30%; Природний – 4–14%.

Мазут – залишковий продукт нафтопереробки. $T_{\text{сп}} = 80\text{--}140^\circ\text{C}$ (у залежності від марки). Мазут надходить у резервуари, де підігрівається до 90°C (не вище для нормальної роботи насосів, що перекачують), і потім по самопливних трубопроводах подається до насосів, підігрівається до $110\text{--}140^\circ\text{C}$, очищається і подається в котельню. На ТЕС в основному застосовується мазут топковий – 200.

Котельня установка - одне з головних ланок ТЕС. У котельному цеху одержують пару з живильної води, що надходить у його. З котла пар під

тиском $140\text{--}255 \cdot 10^5$ Па і з температурою 565°C надходить у турбіну.

Вибухи і пожежі в котельному відділенні можливі при порушеннях режиму розпалювання і роботи котлів, при аварії мазутопроводів і від інших причин. Можливе загоряння сажі, що утворюється при спалюванні мазуту, газу і відкладається в конвективних шахтах, повітропідігрівниках і газоходах котлів.

Пожежна небезпека машзалу визначається великою кількістю циркулюючого масла (пожежна небезпека маслосистем), застосуванням водню для охолодження генераторів, наявністю горючих мастил, ізоляції обмоток генератора в сполученні з високонагрітими паропроводами,

Трансформаторне масло ($T_{\text{сп}}=135^\circ\text{C}$) що застосовується в електроустаткуванні, володіє гарними ізоляційними властивостями, завдяки малій в'язкості, воно глибоко проникає в пори волокнистої ізоляції, підвищуючи її електричну здатність. Однак під впливом вологи, кисню, сонячного світла, високих температур масло старіє, руйнується, у ньому з'являються смолисті речовини, що знижують температуру спалаху і температуру самоспалахування масла.

При виникненні електричної дуги в маслonaповненому апараті, масло розкладається на метан, водень, ацетилен з утворенням з повітрям вибухонебезпечних сумішей.

Найбільша кількість мастила витрачається для змащення турбогенераторів і насосів.

Для ущільнення, змащення й охолодження підшипників генераторів безупинно подається велика кількість турбінного масла ($T_{\text{сп}}=180^\circ\text{C}$). Особливо багато масла подається на гідроагрегати (тут знаходиться 10–15 т масла, маслonaпірні установки працюють під тиском 40 Па).

Велике масляне господарство парових турбін таїть у собі значну потенційну небезпеку виникнення пожежі, Турбіни працюють при високих температурах, що досягає температури самоспалахування звичайно застосовуваних масел. Небезпека пожежі на ТЕС існує при усмоктуванні масла ізоляцією паропроводу з наступним його окислюванням і самозайманням.

Основними причинами пожежонебезпеки турбогенераторів є:

- підвищений тиск масла в системах регулювання;
- збільшення довжини мастилопроводів;
- ускладнення схеми регулювання і захисту;
- підвищення температури паропроводів, корпусу турбіни і парових клапанів;

Таким чином, виробництво електроенергії є складним і небезпечним процесом і перш за все залежить від способів виробництва, які мають свої особливості і обумовлюють вибір систем протипожежного захисту.

ЛЕКЦІЯ 15 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

15.1 Класифікація хімічних волокон і способи їх одержання.

15.2 Пожежна безпека виробництва віскозного волокна.

15.1 Класифікація хімічних волокон і способи їх одержання

Волокном називають тонку непрядену нитку рослинного, тваринного, мінерального або штучного чи синтетичного походження, придатну для виготовлення пряжі, текстильних та трикотажних виробів тощо. Волокно має велику довжину і малу товщину, є гнучким та міцним.

Усі застосовувані в даний час волокна можна розділити на 2 класи : натуральні і хімічні (у залежності від їхнього походження).

Природні волокна, чи натуральні підрозділяються на:

- білкові (тваринного походження)- вовна, шовк;
- целюлозні (рослинного походження)- бавовна, льон, джут, прядиво;
- силікатні (мінеральні) волокна (азбест, базальт).

На сьогодні відомо 500 видів хімічних волокон, з них промисловість виробляє 40 видів. Хімічні волокна виробляють у вигляді моноволокон, комплексних ниток, штапельних волокон та джуту.

Хімічні волокна підрозділяють на штучні і синтетичні й одержують їх із природних і синтетичних полімерів.

Штучні волокна одержують хімічною переробкою природних високомолекулярних сполук – целюлози, білків. Синтетичні волокна одержують із синтетичних високомолекулярних сполук. Це поліамідні, поліакрілонітрильні, поліефірні, поліуретанові та полівінілхлоридні волокна.

Зі штучних волокон найбільше значення мають віскозне й ацетилцелюлозне волокно, із синтетичних - капрон, лавсан, нітрон. З усіх синтетичних волокон, що випускаються сьогодні, на частку поліамідних приходить понад 50% (капрон СНГ), силон (Чехія), найлон (США), дедерон (Німеччина).

Сьогодні велика увага приділяється виробництву синтетичних волокон, оскільки їх властивості кращі, а затрати праці при їх отриманні менші. Наприклад, стійкість автомобільних шин до стирання при заміні бавовняного каркаса на каркас із хімічних волокон підвищується більше ніж у 2 рази. На сьогодні всі технічні тканини виготовляють тільки із синтетичних волокон. Особливо економічно вигідно використовувати синтетичні тканини у процесі виробництва фільтрів, пилеуловлювачів. Але синтетичні волокна менш гігієнічні, ніж штучні, не вбирають воду, електризуються, тому з них майже не виробляються тканини для пошиття натільної білизни.

Природних полімерів, придатних для одержання хімічних волокон дуже небагато. Це целюлоза (бавовняна чи деревна) і білок (казеїн). Промислове значення має тільки целюлоза.

Весь технологічний процес одержання хімічних волокон в залежності від виду використовуваної вихідної сировини можна розділити на чотири стадії.

Перша стадія – одержання вихідної сировини, придатної для виробництва хімічних волокон. Для штучних волокон - виробництво целюлози. Для синтетичних волокон ця стадія полягає в синтезі вихідного полімеру з мономера.

Друга стадія – приготування прядильного розчину або розплаву для формування волокна (тому що одержати волокно безпосередно з твердого полімеру практично неможливо). У процесі використовують органічні (ацетон, етиловий спирт тощо) та неорганічні розчинники. Для поліпшення властивостей прядильної маси та якості волокон до прядильної маси додають ПАР, барвники тощо. Отриману рідинну масу дегазують, фільтрують і подають на формування волокна (прядіння).

Третя стадія – формування волокна (раніше називалося прядінням) є найбільш відповідальною при виробництві хімічних волокон. Ця стадія полягає в тому, що прядильний розчин або розплав полімеру продавлюється через фільтр з отворами, діаметр яких 40–900 мкм у залежності від способу формування. Найтонші струмки прядильного розчину коагулюють (затвердівають) в осадильній ванні (спосіб мокрого формування з розчину), чи твердіють після випару розчинників (спосіб сухого формування з розчину), або твердіють на повітрі, переходячи з розплавленого стану у твердий (спосіб формування з розплаву) і перетворюються в окремі елементарні нитки. Додатково зміцнюють волокна, накручуванням їх на ролики, бобіни тощо. У процесі формування та натягування при накручуванні лінійні макромолекули впорядковуються вздовж осі волокна, що підвищує його міцність. Потім із волокон виготовляють нитки скручуванням або ріжуть на відрізки довжиною 130–150 мм.

Четверта стадія – полягає в проведенні різних хімічних і механічних операцій, яким піддають нитку для обробки і надання їй визначених властивостей.

Одним із найбільш пожежонебезпечних виробництв хімічних волокон є виробництво віскозного шовку.

Віскоза – від лат. «viscosus» – клейкий, в'язкий.

Основною сировиною для виробництва віскози є целюлоза (клітковина), яка надходить на заводи штучного волокна у вигляді картону. Віскозне волокно не розчиняється в органічних розчинниках, має порівняно велику міцність та витримує нагрівання до 100–120⁰С. Проте воно не стійке в лугах і в разі зволоження наполовину втрачає міцність. Із віскозного волокна виробляють шовк, корд, целофан, каракуль тощо.

Формування волокна полягає в тім, що прядильний розчин видавлюється у виді тонких безперервних струмків в осаджувальну ванну, в якій проходить коагуляція віскози і розкладання ксантогената з виділенням целюлози, з якої утворюється волокно.

15.2 Пожежна безпека виробництва віскозного волокна

Процес виробництва штучних волокон пожежо- і вибухонебезпечний, тому що пов'язаний з використанням значної кількості ЛЗР.

Зі штучних волокон пожежну небезпеку представляє виробництво віскозного, міднометалевого й ацетатного волокна, синтетичних - поліамідного, поліефірного й ін.

Ми розглянемо пожежну небезпеку виробництва віскозного волокна.

Пожежна небезпека виробництва віскозного волокна обумовлюється фізико-хімічними і пожежовибухонебезпечними властивостями застосовуваних речовин, їхньою кількістю, режимом роботи технологічного устаткування, можливістю утворення горючого середовища, як при нормальній роботі, так і при виникненні аварійних ситуацій, появою джерел запалювання та наявністю шляхів поширення пожежі.

Процеси одержання лужної целюлози не є пожежонебезпечними. Виробничі приміщення одержання алкалицелюлози відносяться до категорії Д.

Однак процеси підготовки целюлози до мерсеризації, що полягають у її здрібнюванні, становлять пожежну небезпеку, що полягає в наступному:

Зберігання на складі й у відділенні підготовки целюлози великої кількості целюлози в купах, у виді розпушеної волокнистої маси або в листах..

Різання листів целюлози на верстатах, що мають систему ножів, установлених на обертовому барабані, супроводжується виділенням великої кількості целюлозного пилу, що осідає на технологічному устаткуванні й електроустаткуванні. Великі скупчення целюлозного пилу викликають запилення виробничих приміщень і створюють підвищену пожежну небезпеку, тому що целюлозний пил легко спалахує і швидко горить, а за певних умов переходить у зважений стан, утворює вибухонебезпечні суміші.

Таким чином, процес виробництва штучних волокон, і зокрема, віскозного волокна є пожежовибухонебезпечний і вимагає постійної уваги, що полягає в розробці та впровадженню систем запобігання пожежі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Михайлюк О. П. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів : підручник / О. П. Михалюк. – Харків : АЦЗУ, 2004. – 407 с.
2. Алексеев М. В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1972. – 338 с.
3. Алексеев М. В. Пожарная профилактика в технологических процессах производств / М. В. Алексеев. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1976. – 292 с.
4. Клубань В. С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса / В. С. Клубань. – М. : Стройиздат, 1987. – 398 с.
5. Шебеко Ю. Н. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов / Ю. Н. Шебеко, В. Ю. Навценя. – М. : ВНИИПО, 2002. – 77 с.

Навчальне видання

БІЛИМ Павло Анатолійович

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 – Цивільна безпека)

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *П. А. Білим*

План 2017, поз. 126 Л

Підп. до друку 06.02.2018. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографії. Ум. друк. арк. 3,2.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК 5328 від 11.04.2017.