

ТЕМА 13. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРИ НАГРІВАННІ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН

Мета вивчення теми

Розглянути способи нагрівання водяною парою, високотемпературними теплоносіями, полум'ям і топковими газами, ознайомитися з вимогами пожежної безпеки при їх реалізації.

План

1. Способи нагрівання водяною парою та їх пожежна безпека.
2. Способи нагрівання високотемпературними теплоносіями та їх пожежна безпека.
3. Пожежна безпека при нагріванні полум'ям і топковими газами.

1 Способи нагрівання водяною парою та їх пожежна безпека.

Для нагрівання горючих речовин використовують як прямі джерела тепла, так і проміжні теплоносії. У якості прямих джерел теплової енергії на підприємствах використовують топкові (димові) газы, відкрите полум'я, електричний струм, які забезпечують нагрів продуктів до температури 600-700 °С. Непряме нагрівання виконують із використанням наступних теплоносіїв: гаряча вода, водяна пара, нагріте повітря, топкові газы, високотемпературні теплоносії, гарячі продукти виробництва.

Теплоносії – це речовини, що віддають своє тепло продукту, який нагрівається. Теплоносієм віддає надлишкове тепло й сам при цьому охолоджується.

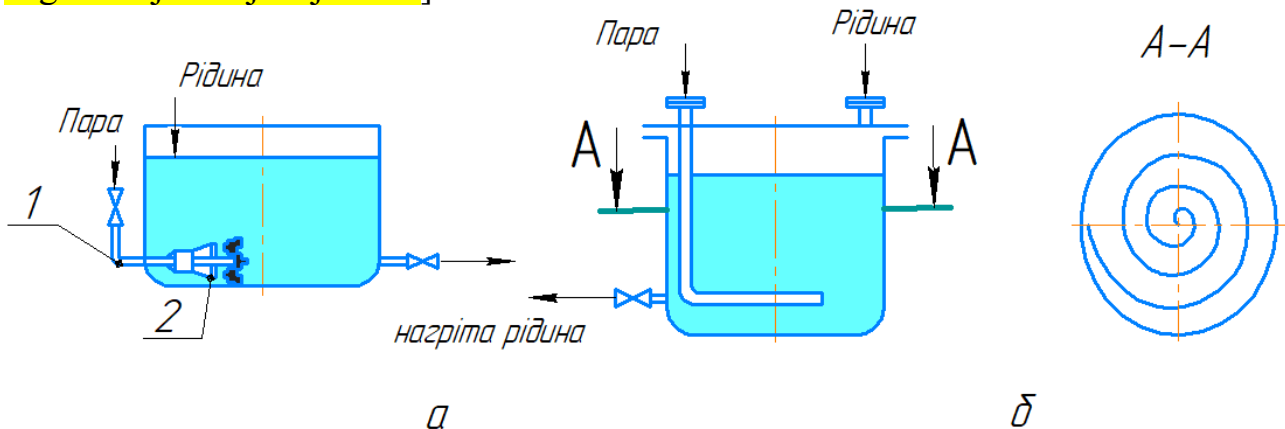
Насичена водяна пара зазвичай застосовуються при тисках до 1,0-1,2 МПа, що відповідає температурам нагрівання до 190 °С. Застосування цього способу нагрівання обумовлено багатьма перевагами насиченої водяної пари як теплоносія. Серед таких переваг необхідно відзначити наступні:

- високий коефіцієнт тепловіддачі;
- велика кількість теплоти, що виділяється при конденсації пари;
- рівномірність обігріву;
- можливість тонкого регулювання температури нагрівання шляхом зміни тиску пари;
- можливість передачі пари на великі відстані.

Основний недолік використання водяної пари, що обмежує практичне застосування такого способу підігріву, – це значне зростання тиску зі збільшенням температури. Внаслідок цього застосування насиченої пари в випадках, коли необхідне отримання високих температури при низькому тиску, є ускладненим.

При нагріванні насиченою водяною парою розрізняють «гостру» і «глуху» пару. При нагріванні «гострою» парою (рис. 13.1), пару вводять безпосередньо в продукт, що нагрівається. Цей спосіб нагріву використовують в тих випадках, коли є допустимим змішання середовища, що нагрівається, з конденсатом, який утворюється при конденсації пари. При введенні «гострої» пари через барботер

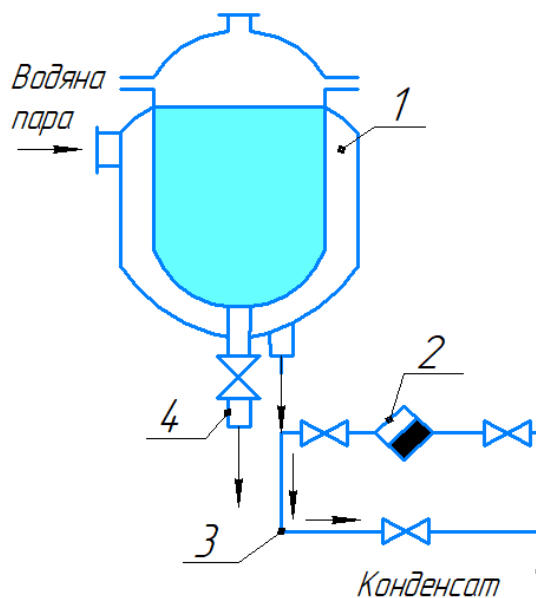
(трубу, закриту з кінця і розташовану у дні апарату, і оснащену значним числом дрібних отворів) відбувається не тільки нагрівання рідини, але і інтенсивне її перемішування [https://jak.koshachek.com/articles/pozhezna-bezpeka-procesiv-nagrivannja-vodjanoju.html].



а – безшумний соплової підігрівач; б – паровий барботер; 1 – сопло; 2 – дифузор, що змішує.

Рисунок 13.1 – Пристрої для обігріву рідких середовищ «гострою» водяною парою

Нагрівання «гострою» парою в технологічних процесах використовують зрідка, так як в більшості випадків змішання рідини, що нагрівається, і конденсату пари є неприпустимим. На практиці значно частіше нагрівання, насиченою парою здійснюють через роздільну стінку, так звану «глухою» парою (рис. 13.2).



1 – парова сорочка; 2 – конденсатовідвід; 3 – обвідна лінія; 4 – патрубок для зливу продукту

Рисунок 13.2 – Схема пристрою нагрівання «глухим» водяною парою:

В цьому випадку водяна пара не стикається з середовищем, що нагрівається, а тепловіддача від пари до середовища йде через роздільну стінку. При цьому

способі нагрівання пара, стикаючись з більш холодною стінкою, конденсується на ній, і конденсат у вигляді плівки стікає по поверхні стінки. Пару практично завжди вводять в верхню частину апарату, а конденсат, що утворюється, відводять з його нижньої частини через конденсатовідвід.

Для здійснення нагріву «глухою паром» застосовуються теплообмінні апарати або теплообмінники. Теплообмінні апарати поділяються залежно від форми поверхні, виду теплоносіїв, способу передачі теплоти. Відповідно до останнього показника їх можна класифікувати на поверхневі (рекуперативні), змішувальні (контактні) і регенеративні.

Найбільш значну і важливу групу теплообмінних апаратів, які використовуються в процесах нагрівання, є поверхневі теплообмінники. У поверхневих теплообмінниках теплоносії розділені стінкою, причому теплота передається через поверхню цієї стінки. З поверхневих теплообмінників найбільш поширеними є кожухотрубні. На рис 13.3 показаний вертикальний кожухотрубний теплообмінник з нерухомими трубними решітками 2, в яких закріплюються труби 3.

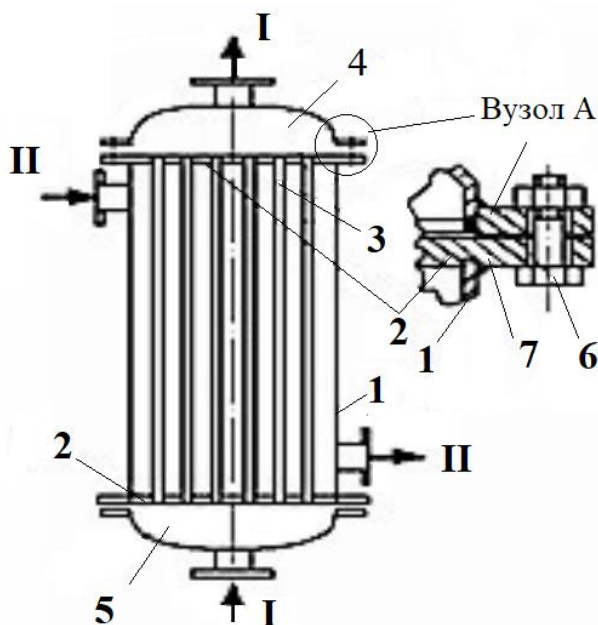


Рисунок 13.3 – Кожухотрубний теплообмінник жорсткої конструкції

До кожуха 1 за допомогою болтів 6 і прокладок 7 кріпляться кришка 4 і днище 5. Теплоносій I протікає по трубах, а теплоносій II – по міжтрубному простору. Теплота від одного теплоносія до іншого передається через поверхню стінок труб. Теплоносій, що нагрівається, подається знизу, а той що охолоджується – зверху вниз протитечією. Такий рух теплоносіїв сприяє більш ефективному перенесенню теплоти, тому що при цьому відбувається збіг напрямку руху кожного теплоносія з напрямком, в якому прагне рухатися даний теплоносій під впливом зміни його густини при нагріванні або охолодженні.

Пожежна безпека при експлуатації теплообмінних апаратів. При нормальному режимі роботи внутрішній об'єм всіх типів теплообмінників повністю заповнений теплоносієм і продуктом, який нагрівається, що виключає утворення горючого середовища всередині таких апаратів. Горюче середовище

може утворитися тільки в приміщеннях або на відкритих майданчиках при пошкодженні теплообмінників, через утворення підвищених тисків, температурних впливів і корозії.

Основними джерелами запалювання є:

- теплові прояви відкритого вогню (вогневі джерела): паління в неналежних місцях, іскри від зварювання металу при проведенні ремонтних робіт;
- теплові прояви механічної енергії (механічні джерела): іскри від інструменту при проведенні ремонтних робіт;
- теплові прояви електричної енергії (електричні джерела): іскри від коротких замикань, перегрівання через перевантаження електричної мережі, іскри від розрядів статичної електрики, іскри від розрядів атмосферної електрики;
- теплові прояви хімічної енергії (хімічні джерела): самозаймання пірофорних сполук при їх контакті з повітрям.

Шляхами розповсюдження пожеж у теплообмінниках є: розлиті легкозаймистих та горючих речовин, виробнича каналізація, пароповітряна суміш.

2 Способи нагрівання високотемпературними теплоносіями та їх пожежна безпека

Процес нагрівання високотемпературними теплоносіями умовно можна поділити на дві стадії: перша – теплоносії спочатку нагріваються димовими газами, друга – передають своє тепло матеріалам, що необхідно нагріти.

Установки нагрівання високотемпературними органічними теплоносіями (ВОТ) нагрівають легкозаймисті та горючі рідини до температури 300-400°C. Високотемпературні теплоносії поділяють на три групи. До першої групи належать рідкометалічні теплоносії (літій, натрій, калій, ртуть, галій, свинець, сплави натрію і калію, інші легкоплавкі метали і їх сплави), які ефективно використовують для нагрівання до температур 400-800 °C у рідкому і пароподібному стані. Зі всіх високотемпературних теплоносіїв рідкометалічні мають найбільшу термічну стійкість. Однак, вони агресивно впливають на матеріал конструкцій. Пари рідкометалічних високотемпературних теплоносіїв є високотоксичними, пари лужних металів – дуже вибухопожежонебезпечними [34-Рукопис]. При робочих температурах рідкометалічні високотемпературні теплоносії інтенсивно окиснюються. Тому в пароподібному вигляді їх можна використовувати лише в герметичних установках, а в рідкому стані – в захисній атмосфері інертних газів. Більшість металевих теплоносіїв пожежо- та вибухобезпечні і фактично не впливають на маловуглецеві леговані сталі. Лише літій, натрій, калій, їх сплави потребують використання нержавіючої сталі, оскільки є надзвичайно високохімічноактивними і спалахують з швидкістю вибуху. Ртуть є єдиним металевим теплоносієм, що використовується у пароподібному стані, тиск парів якої дуже низький (приблизно 2 атм. при 400 °C). Ртутно-парові нагрівальні установки, що працюють в умовах природної циркуляції теплоносія, характеризуються високим коефіцієнтом корисної дії.

Недоліком ртутного та інших металевих теплоносіїв є необхідність забезпечення абсолютної герметичності нагрівальних установок та потужної

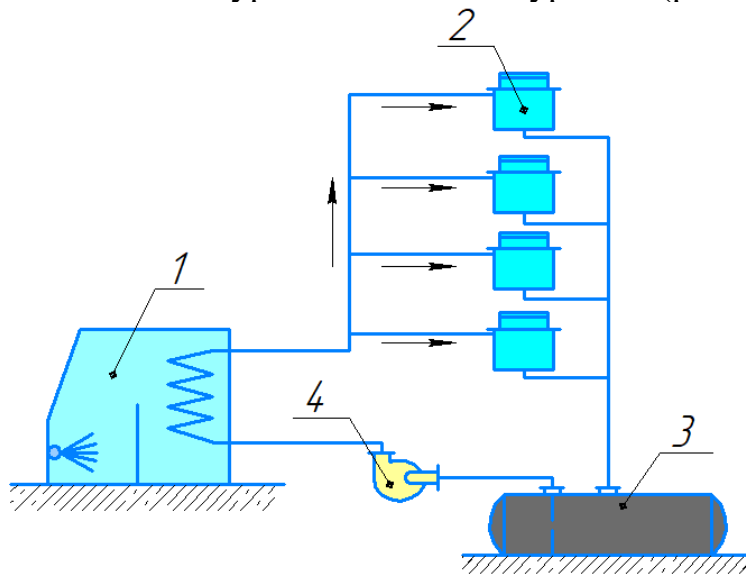
приточно-витяжної вентиляції, оскільки вони є надзвичайно отруйними. Крім того, низька змочуваність та висока вартість обмежують використання теплоносіїв цієї групи.

Друга група – розплавлені солі і суміші солей (TiCl_4 , $\text{NaNO}_3+\text{NaNO}_2+\text{KNO}_3$, $\text{AlCl}_3+\text{AlBr}_3$, $\text{NaNO}_2+\text{KNO}_3$). Нагрівання такими солями використовується у випадках, коли необхідно нагріти продукти до температур, що перевищують граничнодопустимі температури для високотемпературних органічних теплоносіїв. Найбільше практичне застосування має нітрит-нітратна суміш $\text{NaNO}_3(40\% \text{ мас.})+\text{NaNO}_2(7\% \text{ мас.})+\text{KNO}_3(53\% \text{ мас.})$. Використання цієї суміші дає можливість нагрівати продукти до температур 500-540°C. До температури 450 °C суміш не зумовлює корозії вуглецевих сталей. У випадку необхідності проведення процесу при вищих температурах для виготовлення апаратури та трубопроводів використовують хромисті і хромонікелеві сталі, крім того їх оснащують паровим обігріванням. Суміші застосовують лише у разі обігрівання з вимушеною циркуляцією, яка забезпечується спеціальними насосам пропелерного типу (вертикальні) або безсальниковими відцентровими насосами. Коефіцієнт тепловіддачі у перегрітої води є вищими, ніж від суміші, однак при вимушеній рециркуляції досягається інтенсивніший теплообмін [34-Рукопис].

З міркувань вибухобезпеки неприпустимим є контакт при високих температурах нітрит-нітратної суміші з речовинами органічного походження, стружкою і пилом чорних металів, алюмінію і магнію, оскільки вона є сильним окиснювачем. Ці сполуки є мало активними за відношенням до металів. Розплавлені солі найменш токсичні. Максимальна температура нагрівання обмежується термічною стійкістю солей і не перевищує 550 °C. Найбільш досконалою з цієї групи є нітрит-нітратна суміш, яка складається з 4 % азотистокислового калію, 7 % азотнокислового натрію і 53 % азотнокислового калію. Однак у пожежному відношенні вона є небезпечною, оскільки при робочій температурі вона легко окиснюється і нітрує органічні речовини, викликаючи пожежі і вибухи.

Третя група – органічні високотемпературні теплоносії (ВОТ), зокрема, мінеральні масла, гліцерин, дифеніл ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5$), дифеніловий ефір ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_5$), даутерм (дифенільна суміш дифенілу – 26,5 % і дифенілового ефіру – 73,5 %), мобільтерм, спеціальне ароматизоване масло АМТ-300. ВОТ використовують як в рідкому, так і в пароподібному стані в інтервалі температур від – 40 °C до + 100 °C. Вони, як правило, не викликають корозії конструкційних матеріалів на противагу рідкометалічним. ВОТ менш термічно стійкі. Всі ВОТ горючі і вибухонебезпечні, деякі в процесі нагрівання розкладаються, виділяючи газоподібні продукти, які з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Це горючі рідини з високою температурою кипіння і спалаху, вони в'язкі, але окремі з них при низьких температурах можуть застигати як парафіни. Не дивлячись на відзначені недоліки, ВОТ широко розповсюджені в різноманітних галузях промисловості. Частіше за все використовуються мінеральні масла – компресорні, циліндрові. Суттєвий їх недолік – низька термічна стійкість (200-250°C). При розкладанні утворюються тверді частинки, забруднюються теплообмінні поверхні, що створює умови для прогару труб. Утворюються і газоподібні продукти, які зменшують температуру спалаху

масла. Через розкладання масла виникає необхідність подачі в систему нових порцій. Масло АМТ-300 містить більше ароматичних сполук, ніж звичайні мінеральні масла, що збільшує його термічну стійкість [34-Рукопис]. Однак АМТ-300 також розкладається, наслідком чого є безперервне зменшення температури спалаху в процесі експлуатації. Великі промислові установки нагрівання з допомогою ВОТ бувають одноконтурними та двоконтурними (рис. 13.4).



1 – трубочаста піч нагрівання ВОТ; 2 – теплообмінники з сорочкою; 3 – збірник відпрацьованого теплоносія; 4 – циркуляційний насос

Рисунок 13.4 – Схема нагрівання рідким ВОТ

Під час роботи ВОТ циркуляційним насосом прокачується через трубочасту піч, нагрівається і подається в теплообмінники, де віддає своє тепло продукту, що нагрівається. Надлишок об'єму ВОТ, що виникає через його теплове розширення, витискується в розширювальний бачок для запобігання збільшенню тиску в системі. Недоліком такої установки є можливість забруднення підкожухового простору теплообмінників відкладенням коксу. Кокс виникає у результаті розщеплення ВОТ в трубочастих печах при місцевих перегрівках, оскільки через турбулентність полум'я печі неможливо забезпечити рівномірне нагрівання. З метою зменшення обладнання, яке необхідно періодично чистити, використовують двоконтурні установки. На таких установках ВОТ першого контуру віддає тепло ВОТ другого контуру, який через теплообмінники нагріває продукт. Таким чином забруднюватись буде тільки один теплообмінник першого контуру. Як правило, до складу установок нагрівання ВОТ входять інші приміщення та споруди, зокрема, котельня, де розташовують трубочасту піч; апаратна – для розташування насосів, розширювальних бачків, запасу ВОТ та теплообмінників першого контуру; майданчики або етажерки – для розташування теплообмінників другого контуру. Крім великих промислових установок нагрівання ВОТ використовують також і компактні установки. Вони мають електронагрівачі і забезпечують подачу ВОТ в сорочки нагрівання або у змішувачі, що вмонтовані безпосередньо в технологічні апарати. Такі установки розташовують безпосередньо на виробничих дільницях [34-Рукопис].

Протипожежний захист процесів нагрівання в установках ВОТ Систематично контролюють пожежонебезпечні властивості теплоносія. При обігріванні ароматизованим маслом (АМТ-300) необхідно перевіряти його температуру спалаху і температуру самозаймання. Аналіз масла на температуру спалаху (нормально $135\pm 5^{\circ}\text{C}$) слід здійснювати не рідше одного разу на два дні, а на температуру самозаймання (нормально $330\pm 5^{\circ}\text{C}$) – не рідше одного разу на місяць. При пуску установки ВОТ необхідно стежити за циркуляцією теплоносія в системі, плавністю її розігрівання (не більше $12\text{-}20^{\circ}\text{C}/\text{год}$), температурним режимом котла і теплообмінних апаратів. За відсутності циркуляції ВОТ в системі зупиняють роботу пальників і електронагрівачів. Котли наповнюють теплоносієм, який попередньо нагрітий для його осушення до температури 200°C . Трубопроводи установок ВОТ захищають теплоізоляцією. Теплообмінну поверхню казанів і нагрівальних електричних труб періодично очищають від коксоподібних продуктів розкладу. Для зменшення небезпеки підвищення тиску і прогару, радіантні труби розташовують так, щоб факели полум'я пальників не торкалися. Доцільним є автоматичне регулювання температури ВОТ шляхом зміни кількості палива, що спалюється, а при електрообігріві – шляхом зміни сили струму. Щоб уникнути перегріву рідини, її розкладання і прогару теплообмінної поверхні рівень теплоносія в казанах з вогневим обігрівом і з електрообігрівом, а також в нагрівальних сорочках апаратів при електрообігріві не повинен бути нижчим за встановлену межу. Необхідно стежити, щоб не відбувалося утворення корків застиглого ВОТ або продуктів його термічного розкладання в лініях скидання пари через запобіжні клапани, а також в лініях аварійного зливу рідкого ВОТ. При тривалій зупинці апаратів, які обігриваються дифенільною сумішшю (даутерм), необхідно вилучити теплоносії з всієї системи [34-Рукопис].

При використанні даутерму з'єднання труб в системі повинно бути зварним, у випадку використання роз'ємних з'єднань використовують щільні і термостійкі прокладкові матеріали. Насоси повинні бути з торцьовим ущільненням чи з гідравлічним ущільненням сальників. При електрообігріві казанів необхідно контролювати герметичність захисних трубок нагрівальних елементів, стан електроізоляції спіралей. Контактна система електрообігріву казанів, якщо вона має відкрите виконання, повинна знаходитись в герметичному кожуху, всередині якого повинен бути надлишковий тиск повітря або інертного газу. При падінні тиску газу живлення казанів електричним струмом має автоматично припинитися. Установки ВОТ обладнуються системою аварійного зливу теплоносія за межі котельні. Кожен агрегат захищають запобіжним клапаном, перед яким для запобігання пригорянню тарілок встановлюють захисну мембрану. Відвідні лінії від запобіжних клапанів на казанах і апаратах з місцевим обігрівом ВОТ обладнують пристроями для вловлення викидних парів теплоносія. Для зменшення пожежної небезпеки установок замість горючих і термічно нестійких теплоносіїв використовують менш пожежонебезпечні і більш термічно стійкі. Приготування ВОТ необхідного складу здійснюється поза приміщенням котельних з вогневим обігрівом, у таких приміщеннях і у цехах забороняється зберігати запас нерозплавлених рідких компонентів.

Розширювальні бачки, ємності, обладнання для живлення казанів свіжим ВОТ, циркуляційні насоси розташовують в окремих приміщеннях, які захищають системами пінного чи порошкового гасіння, а у паливний простір і у димар підводять водяну пару. Систематично перевіряють наявність первинних засобів пожежогасіння та слідкують за справністю наявних стаціонарних систем пожежогасіння у приміщеннях установки. При виникненні пожежі в котельні необхідно припинити живлення котлів паливом або електричною енергією.

1 Пожежна безпека при нагріванні полум'ям і топковими газами

Нагрівання паливними (димовими) газами дає можливість отримання високих температур (100-1100 °С) під час спалювання твердого, рідкого та газоподібного палива. Найчастіше їх використовують для нагрівання через стінку інших нагрівальних агентів (проміжних).

Особливістю нагрівання димовими газами є жорсткі умови процесу нагрівання (неприпустимі для багатьох продуктів), значні перепади температур і невеликі коефіцієнти тепловіддачі (35-60 Вт/м² ·град) від газу до стінок апарата. Великі температурні перепади під час такого нагрівання сприяють досягненню високих теплових навантажень. Найістотнішими недоліками такого методу є: нерівномірність нагрівання, можливість забруднення продуктами неповного згоряння палива, перегрівання матеріалу, пожежонебезпека тощо. Внаслідок низької питомої теплоємності паливних газів об'ємні витрати їх великі і транспортування потребує значних капітальних витрат. Тому паливні газу переважно використовують на місці їх отримання.

Нагрівання паливними газами здійснюється в різних печах (трубчастих, реакційних котлах, автоклавах). Економічно доцільно для цього застосовувати відхідні газу різноманітних виробництв, температура яких є достатньо високою і досягає 500...600 °С [34-Рукопис].

Відкрите полум'я і паливні газу використовують в процесах перегонки нафти, крекінгу, піролізу, гідроочищення вуглеводнів, переробки рослинних олій для нагрівання легкозаймистих та горючих рідин до температур 350-500 °С. Нагрівання здійснюють у трубчастих печах – апаратах, призначених для передачі продуктові тепла, яке виділяється при спалюванні рідкого чи газоподібного палива безпосередньо в цьому ж апараті. Теплообмінна поверхня в печах має вигляд безперервного трубчастого змійовика, яким рухається рідина, що нагрівається. За технологічним призначенням трубчасті печі поділяються на нагрівні і реакційно-нагрівні. Нагрівні трубчасті печі працюють при температурах не вище 500 °С і мають відносно м'який режим роботи. Вони лише нагрівають продукт до заданої температури.

У реакційно-нагрівних трубчастих печах (печі піролізу, термічного крекінгу) сировина не тільки нагрівається до певної температури, але і у них створюють умови для протікання хімічних реакцій. Такі печі працюють у більш жорстких умовах – при температурах 600-700°С та малій швидкості перекачування продукту, що необхідне для перебігу реакцій. У виробництві застосовуються трубчасті печі різної конструкції.

Залежно від способу передачі тепла потокові сировини трубчасті печі поділяють на три групи: конвекційні, радіантно-конвекційні та радіантні. У конвекційних печах основна частина тепла передається шляхом конвекції. Радіацією передається 20-30% тепла. Трубні зміювки таких печей розташовані тільки в конвекційній камері. У печах радіантно-конвекційного типу 40...60% тепла передається радіацією, а решта – конвекцією. Печі цього типу найчастіше застосовують у нафтопереробній промисловості.

У радіантних печах основна частина тепла передається у радіантній камері. Конвекційна камера має допоміжне значення, а в деяких випадках взагалі відсутня. Недолік таких печей – висока температура димових газів на виході з печі, що погіршує економічні показники її роботи.

В трубчастих печах застосовують різні способи спалювання палива: вільний – паливо згоряє вільним факелом; настільний – факел стелиться по поверхні стінки і вона, розжарившись, випромінює тепло на екрани пічних труб; з диференційованим підведенням повітря – повітря вводиться диференційовано по всій висоті факела; безполум'яне спалювання – паливо згоряє в отворах керамічної насадки панельного пальника спеціальної конструкції.

За конструктивними ознаками вогневі печі бувають шатрові (горизонтальні) та вертикальні, коробчасті та циліндричні. Залежно від кількості радіантних камер трубчасті печі бувають одно-, дво- та багатокамерними. Труби радіантної камери можуть бути розташовані горизонтально або вертикально.

Пожежна безпека при роботі трубчастих печей.

Одним із факторів, що призводить до виникнення пожежі при роботі трубчастих печей є наявність великої кількості ЛЗР та ГР у зміювку (іноді до 15 тон) та горючого газу або мазуту, які використовують в якості палива (дільниці або приміщення з трубчатими печами відносяться до категорії «Г») [https://studwood.net/1661408/tovarovedenie/vimogi_elektroobladnannya].

При нормальних умовах роботи в зміювку **ВНК** не утворюється через відсутність вільного простору. Можливість утворення ВНК в просторі печі виникає при неправильному розпалюванні, відриві полум'я та при аварійних зупинках. Неправильне розпалювання може виникнути з вини операторів (без попередньої продувки печі з витісненням газів або парів, що нагромадились в просторі печі), або ж при порушенні послідовності подачі газу та його підпалювання. Відриви полум'я виникають через наявність повітряних корків в паливних газопроводах або водяних корків в **мазупроводах**.

При аварійних зупинках всередину печі можуть проникати паро чи газоповітряні хмари, що утворилися на сусідніх установках через аварії.

Можливість виходу ЛЗР та ГР назовні при аваріях може супроводжуватися пожежами на самій печі.

Джерела запалювання в приміщеннях де встановлені печі є: відкрите полум'я пальників та високонагріті поверхні. Так температура полум'я сягає 1300-1600 °С, нагрітих поверхонь печі – до 700 °С, а температура спалахування органічних рідин знаходиться в межах 250-500 °С, тому при контакті відбувається миттєве їх спалахування.

Пожежі на таких установках можуть розповсюджуватись:

- по розлитих ЛЗР-ГР (такий шлях найбільш небезпечний, оскільки при ушкодженні труб продукт починає фонтанувати під тиском);
- по промканалізації;
- випромінюванням;
- вибухом в просторі печі.

Всі основні протипожежні вимоги до трубчатих печей можна поділити на чотири групи:

- вимоги до розташування;
- вимоги до обладнання;
- вимоги до електрообладнання;
- вимоги до протипожежного режиму.

Трубчаті печі можуть розташовуватись в приміщеннях або на відкритих майданчиках.

При розташуванні в приміщеннях діють наступні вимоги:

- печі повинні бути в ізольованих приміщеннях, відокремлених від інших протипожежними перегородками з межею вогнестійкості 0,75 год.;
- вихід з приміщення повинен бути безпосередньо назовні, але не в сторону зовнішніх ВН установок;
- двері та вікна приміщення печі повинні бути не ближче 10 м від дверей та вікон приміщень категорії «А» та «Б»;
- в приміщенні не повинно бути сторонніх апаратів;
- редуктор палива печі повинен бути назовні.

При розташуванні на майданчиках діють наступні вимоги – печі повинні знаходитись на протипожежній відстані від сусідніх апаратів, установок, будівель та споруд.

Вимоги до обладнання трубчатих печей
[\[https://studwood.net/1661408/tovarovedenie/vimogi_elektroobladnannya\]](https://studwood.net/1661408/tovarovedenie/vimogi_elektroobladnannya):

- на печі повинні бути запобіжні вибухові клапани-відкидні або мембранно-відкидні;
- на паливопроводі, не ближче 5 м від печі, повинна бути аварійна засувка;
- повинна бути система парогасіння простору печі;
- повинна бути система аварійного зливу із змійовика, з підключенням до його початку та кінця;
- ретурбенти повинні бути у шафах з кришками, системами парогасіння та зливу через гідрозатвори;
- при відстані до апаратів з ЛЗР-ГР та ГГ менше 100 м навколо печі повинна бути парова завіса;
- піч повинна мати автоматичні регулятори тиску, температури, витрати та систему зупинки при відриві полум'я.

Біля печі може бути два види електрообладнання:

- робоче звичайного виконання з загальним вимикачем;
- аварійне з виконанням по зонах класу В-Іа або В-Іг.

Робочого може не бути, а аварійне повинно бути обов'язково.

Вимоги до протипожежного режиму
[\[https://studwood.net/1661408/tovarovedenie/vimogi_elektroobladnannya\]](https://studwood.net/1661408/tovarovedenie/vimogi_elektroobladnannya):

- повинні бути інструкції про заходи пожежної безпеки та по аварійній зупинці печі;
- повинні бути графіки ТО та ППР печей;
- при розпалюванні піч повинна продуватися парою тривалий час - до появи пари з труби і ще 15 хвилин;
- повинен бути постійний контроль справності систем аварійного зливу, парогасіння та парових завіс;
- повинні бути первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники не менше 2-х; пісок 0,5 куб.м та лопата – 1 комплект; теплоізоляційне полотно 2 х 2 м – 2 шт.

Питання до самоконтролю: