

Розділ 5

Запобігання та припинення процесів горіння

Тема 15

Способи та засоби припинення та запобігання процесів горіння

Лекція

ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ

МЕТОДОМ ІЗОЛЯЦІЇ

План лекції.

1. Основи припинення горіння ізоляцією.
2. Основи утворення стійких пін
3. Властивості вогнегасних пін
4. Механізм припинення горіння піною.

1. ОСНОВИ ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ ІЗОЛЯЦІЄЮ

Зниження інтенсивності тепловиділення в зоні горіння можна досягти за рахунок зменшення концентрації компонентів горючої суміші.

$$q(+)=Q_n V_{гс} \Phi_{гр}^n \Phi_{ок}^m k \exp\left(-\frac{E_{акт}}{RT_{ад}}\right)$$

Одним із способів досягнення цього є повна або часткова ізоляція горючої речовини чи окислювача від зони реакції. Для припинення горіння необхідно, щоб концентрація горючої речовини в зоні горіння знизилася нижче НКМПП.

Зменшення концентрації ГР в ЗГ можна досягти за рахунок:

- повної ізоляції поверхні ГР при утворенні твердої корки ізолюючого матеріалу;
- поглинання продуктів газифікації (випаровування чи розкладання) в пористому шарі ізолюючої вогнегасної речовини.

Види ізолюючих вогнегасних речовин:

- рідкі (піна, в деяких випадках вода);
- газоподібні (продукти вибуху при гасінні газонафтових фонтанів);
- тверді листові матеріали (листи або покривала з негорючих тканин);
- тверді сипучі матеріали (пісок, вогнегасні порошки спеціального призначення).

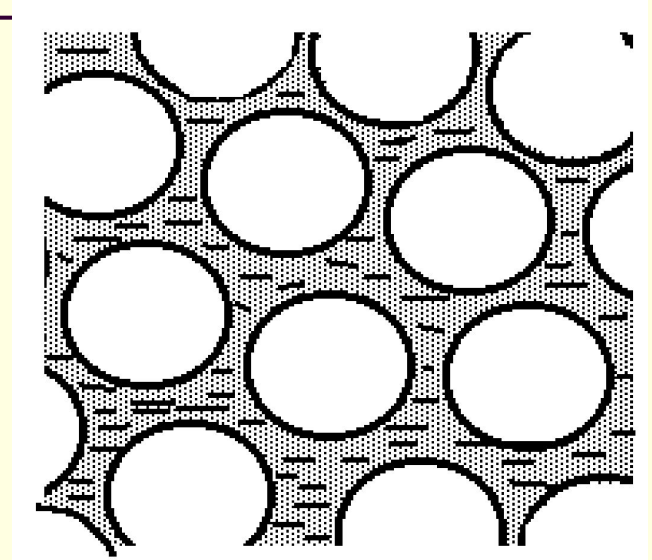
Вогнегасні порошки спеціального призначення застосовують для ізоляції осередків гетерогенного горіння (тління), а також при гасінні горючих металів та металоорганічних речовини.

Порошок плавиться і покриває поверхню горючої речовини плівкою розплаву, яка не пропускає (ізолює) горючу речовину в зону горіння або у випадку гетерогенного горіння - окислювач ізолює від зони горіння.

Вогнегасний порошок не повинен взаємодіяти з металом, тонути в розплавленому металі, давати просочуватися йому по капілярах між частками порошку на поверхню.

Піна - дисперсна система, яка складається із газоподібної дисперсної фази і рідкого дисперсійного середовища.

Бульбашки газу пов'язані між собою рідинними плівками в загальний каркас.



Вогнегасна здатність піни обумовлена її здатністю перешкоджати проходженню в зону полум'я горючої пари. Плівки рідини між бульбашками гальмують надходження пари в зону горіння (коефіцієнт дифузії пари через рідинні плівки значно менший, ніж в повітрі).

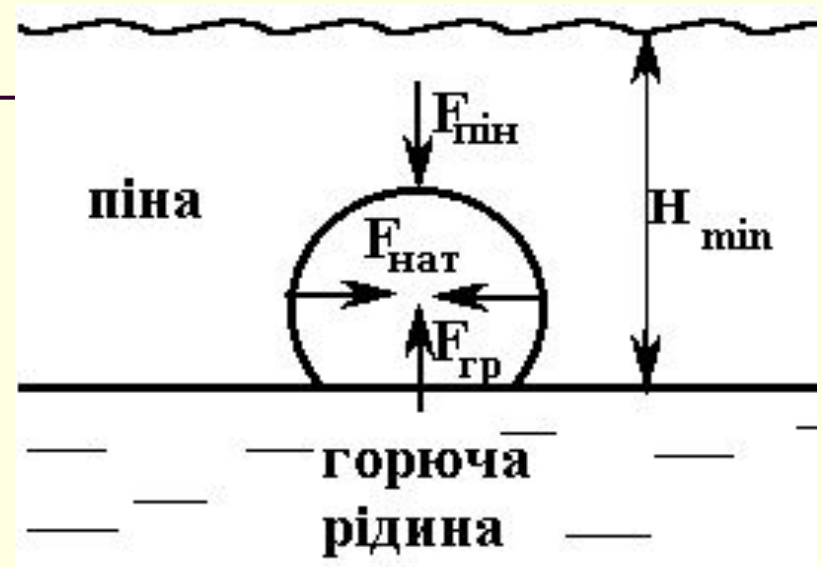
Бульбашка, наповнена парами горючої рідини, не спливе, якщо будуть додержані умови:

$$H_{\text{пін}} > d_6;$$

$$F_{\text{гр}} < F_{\text{нат}} + F_{\text{пін}}.$$

Мінімальна ізолююча товщина шару піни:

$$H_{\text{min}} = \frac{P_{\text{нп.}} - \rho d_6 / 3}{\rho + 4\sigma / d_6}$$



Ізолююча здатність піни залежить від:

- структури піни (розмір бульбашки та товщини рідинної плівки);
- фізико-хімічних властивостей водного розчину;
- товщини шару піни;
- природи горючої рідини;
- температури горючої рідини.

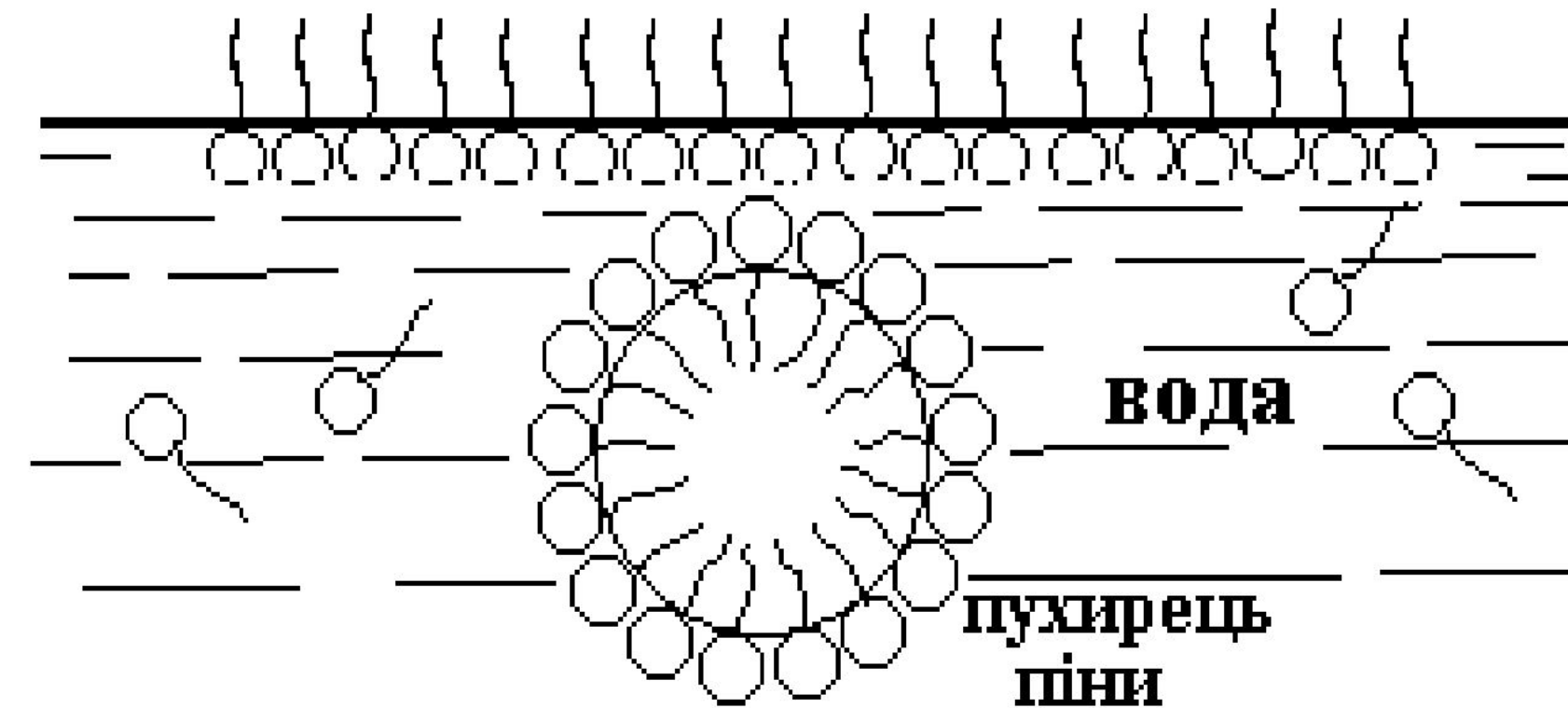
2. ОСНОВИ УТВОРЕННЯ СТІЙКИХ ПІН

Стійкі піни утворюються при додаванні в систему “вода-газ” речовин, які мають низьке поверхневе натягнення і здатні різко змінювати його в залежності від концентрації. Такі речовини називаються *поверхнево-активними (ПАР)*.

Молекули ПАР складаються з короткої полярної і довгої неполярної частин. Полярна частина обумовлює розчинність ПАР у воді, неполярна частина - розташовується в повітрі

b

a



Складні розчини, які містять крім ПАР стабілізатори і згущувачі, називають *піноутворювачами (ПУ)*.

Класифікація піноутворювачів

Залежно від умов застосування:

- загального призначення (для гасіння пожеж класів А підкласи А1, А2, і В, підклас В1).
- спеціального призначення - піноутворювачі, придатні для гасіння пожеж класів А і В, підкласи А1, А2, В1, В2, тобто стійкі до дії спиртів і полярних рідин, або такі, що придатні до застосування з морською водою як розчинником.

Залежно від ступеню біологічного розкладання:

- біологічно м'які (ступінь розкладання мікроорганізмами перевищує 80%),
- біологічно жорсткі (ступінь розкладання менше 80%)

Залежно від початкової сировини:

- синтетичні (**S**);
- протеїнові (**P**) або білкові;
- плівкоутворюючі (**AFFF**);
- піноутворювачі, стійкі до дії спиртів і інших полярних рідин (**AR**).

Залежно від способу отримання
вогнегасні піни поділяють на:

- хімічні;
- повітряно-механічні;
- піни, що швидко тверднуть,
- піни, що піняться під дією нагріву.

■ *Хімічна піна*

Отримують внаслідок хімічної реакції



■ *Піни, що піняться під дією нагріву.*

Спінювання відбувається при підвищеній температурі за рахунок виділення газоподібних продуктів розкладання або випаровування одного з компонентів складу - *пропілена*.

■ *Піни, що швидко тверднуть*

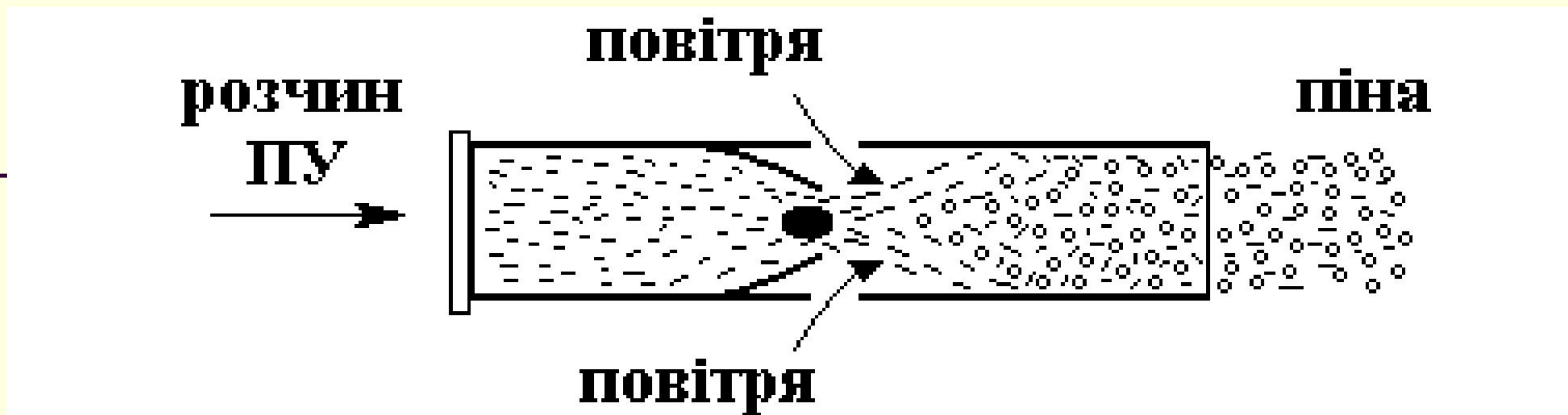
При спінюванні до розчину ПУ одночасно додають смолу (20-50%) і загусник (3-5%). Внаслідок взаємодії смоли і загусника в плівці бульбашки піни утворюється полімерна речовина, яка з часом застигає і утворює газонепроникну плівку. Використовують для запобігання виникнення горіння.

■ ***Повітряно-механічна піна (ПМП)***

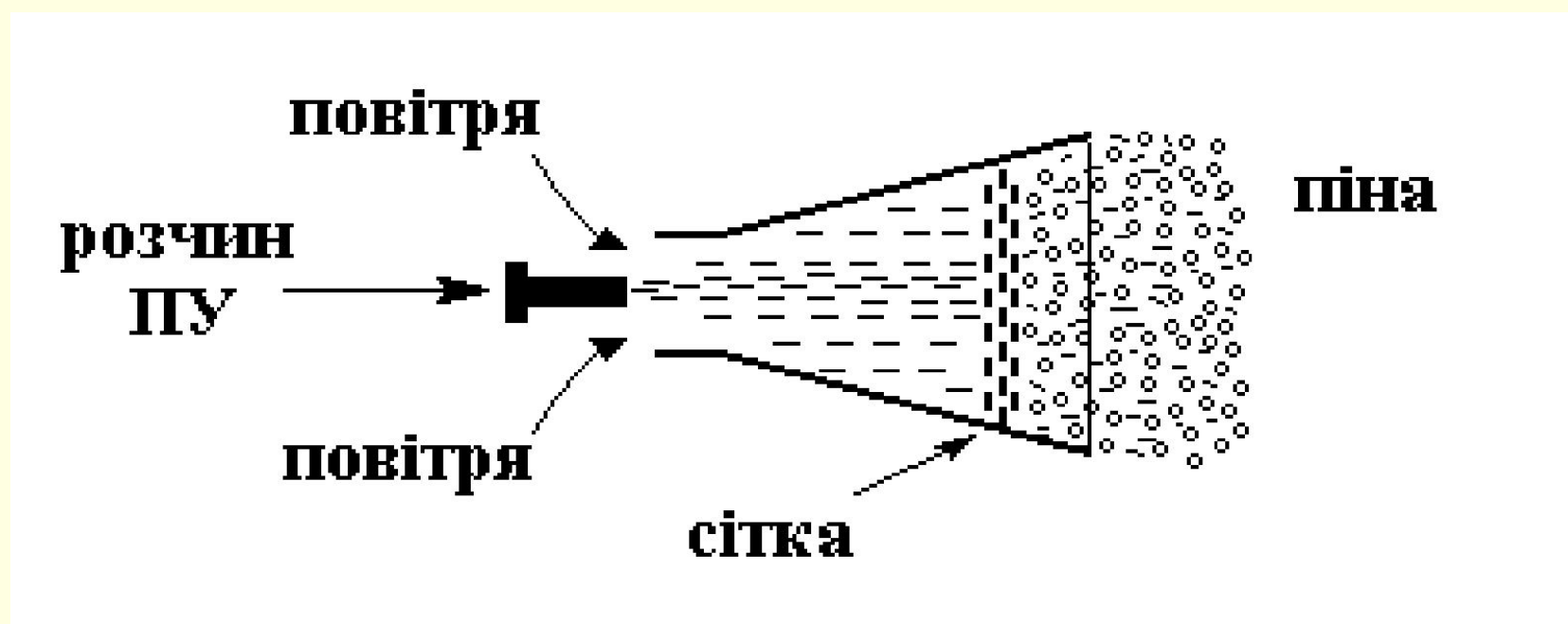
Отримують при змішуванні водних розчинів піноутворювача з повітрям.

ПМП утворюється за допомогою пристроїв:
повітряно-пінних стволів;
піногенераторів.

повітряно-пінні стволи



піногенератори



3. ВЛАСТИВОСТІ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНИХ ПІН

Вогнегасні властивості піни визначають:

- ✓ кратність,
- ✓ дисперсність,
- ✓ стійкість,
- ✓ ізолююча здатність,
- ✓ здібність до розтікання по поверхні горючої речовини.

Кратність – відношення об'єму піни до об'єму рідини, з якої вона отримана:

$$K_{\Pi} = V_{\Pi} / V_{\text{рід}}$$

Розрізняють піни низької ($K_{\Pi} < 20$), середньої ($K_{\Pi} = 20-200$) або високої ($K_{\Pi} > 200$) кратності.

Дисперсність – величина зворотно пропорційна розмірам пухирців піни:

$$D_{\Pi} = 1/d_{\text{сер}}$$

Чим більша дисперсність, тим більша стійкість і вогнегасна ефективність піни.

Міра дисперсності піни залежить від умов її отримання

В'язкість піни – здатність піни розтікатися по поверхні речовини.

Стійкість – здатність піни зберігати свою структуру протягом певного проміжку часу.

Стійкість характеризує опір піни руйнуванню (зворотно пропорційна інтенсивності руйнування).

$$S_{\text{пін}} = \frac{V_{\text{пін}} \Delta \tau}{V_{\text{руйн}}}$$

$V_{\text{пін}}$ – початковий об'єм піни;

$V_{\text{руйн}}$ – об'єм піни, що руйнується за встановлений проміжок часу $\Delta \tau$.

Може визначатися **часом напіврозпаду піни** - часом, протягом якого з піни виділиться половина рідини.

Стійкість піни є максимальною за кратності 80÷150, а підвищення кратності (> 500) призводить до зменшення стійкості, через те що

Ізолююча здатність — здатність піни перешкоджати випаровуванню горючої рідини.

Ізолююча здатність виражається часом, протягом якого пара горючої рідини (зазвичай бензолу, нагрітого до 70°C) проходить через певний шар піни і утворює над цим шаром пароповітряну суміш, яка може запалитися від джерела запалювання.

4. МЕХАНІЗМ ПРИШИНЕННЯ ГОРІННЯ ПІНОЮ

Вогнегасні піни використовують при гасінні пожеж класу В, а також для запобігання загазованості навколишнього середовища або приміщень при розливах горючих рідин.

Піну заборонено застосовувати для гасіння пожеж класу Е і D (через електропровідність і хімічну активність водного розчину).

Піни чинять *комплексну дію*:

- ізоляція горючої пари,
- охолодження поверхні рідини,
- екранування поверхні горючої речовини від теплового впливу факелу полум'я.

Домінуючим чинником є ізолююча дія.

Процес гасіння пожежі рідини піною можна умовно розділити на декілька *основних етапів*:

1. Перші порції піни руйнуються в полум'ї. Відбувається випаровування розчину ПУ, розбавлення горючої суміші парами води. Це приводить до *охолодження зони горіння*.

Наступні порції піни потрапляють на розігріту поверхню горючої рідини і теж руйнуються. Холодний розчин ПУ, який виділився при цьому, *охолоджує поверхневий шар горючої рідини* безпосередньо у місця подачі.

2. Після попереднього охолодження утворюється *локальний шар піни* на поверхні рідини. При цьому:

2.1. піна частково *ізолює* пару горючої речовини в своїх бульбашках, концентрація горючої речовини в зоні горіння зменшується, що обумовлює зменшення інтенсивності тепловиділення;

2.2. піна *екранує* частину горючої рідини від променистого теплового потоку полум'я, завдяки чому меншає швидкість випаровування. Це приводить до зменшення тепловиділення в зоні горіння і зниження температури горіння.

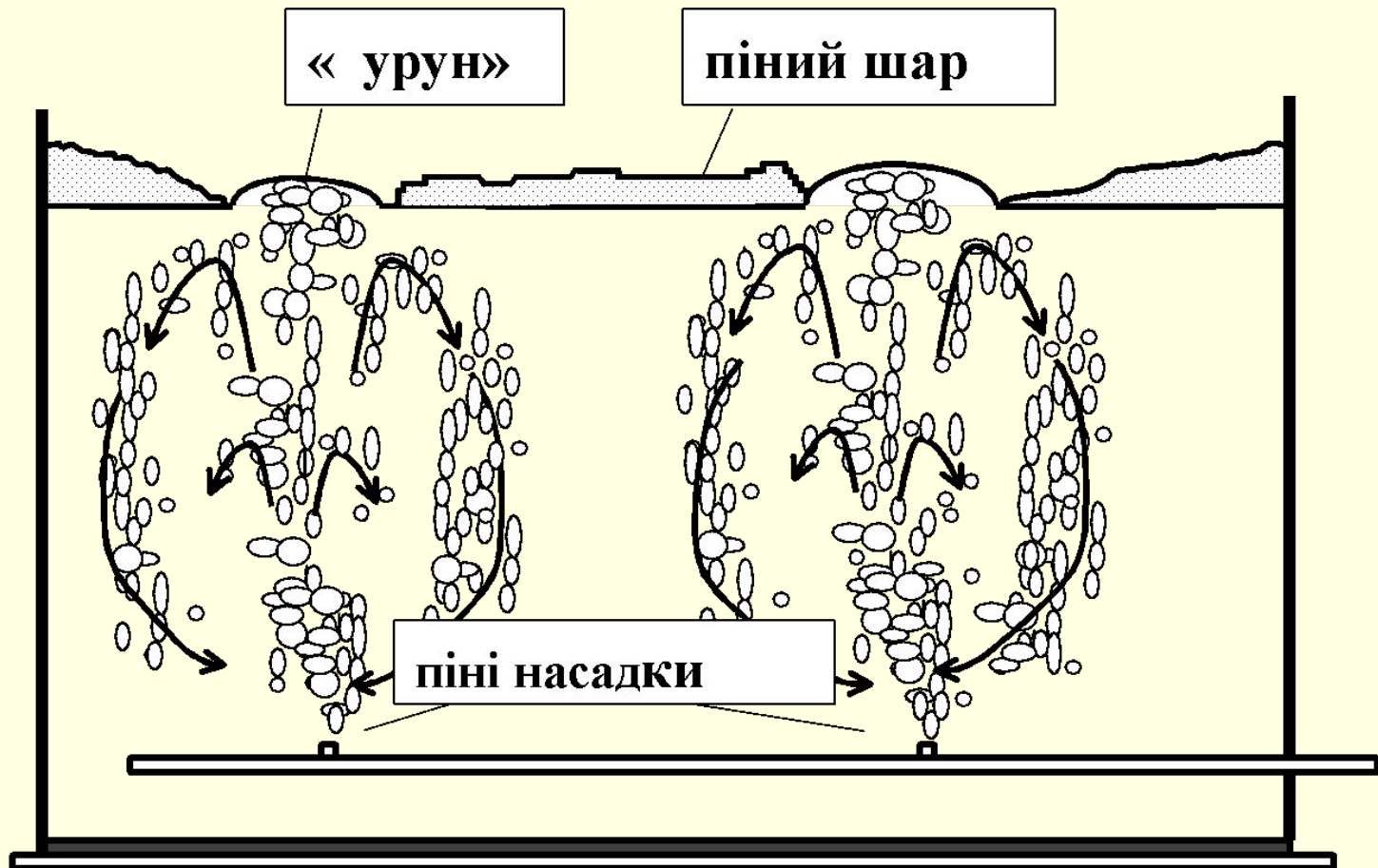
2.3. внаслідок охолодження поверхневого шару горючої рідини **виникають конвекційні потоки** в товщі рідини. При цьому перемішуються холодний і прогрітий шар горючої рідини, що обумовлює додаткове охолодження прогрітого поверхневого шару і стінок резервуару.

2.4. піна поступово **поширюється** по всій поверхні горючої рідини і покриває її.

3. Подальші порції піни **накопичуються** на поверхні горючої речовини шаром певної товщини і ізолюють пару рідини від зони горіння.

Горіння припиняється.

Найбільш перспективним є застосування *"підшарового"* способу гасіння пожежі, при якому низькократна піна нагнітається по трубопроводу в нижню частину резервуару в шар пального.



На вогнегасну ефективність піни впливають:

- природа горючої рідини ($\Delta H_{\text{вип}}$);
- ~~тривалість горіння пального до початку пода-~~
вання піни (особливо при гасінні пожеж у резервуарах з нафтою і важкими нафтопродуктами);
- властивості піноутворювача;
- температура і склад води, що використовують для приготування робочих розчинів;
- умови протікання пожежі,
- вид обладнання, яке застосовують для отримання та подавання піни.

Завдання на самопідготовку:

1. Вивчити літературу:

Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров
В.Е. ФХОРиТП. стор. 158-171, 208-212.

2. Підготуватися до лабораторної роботи.