

# **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.**

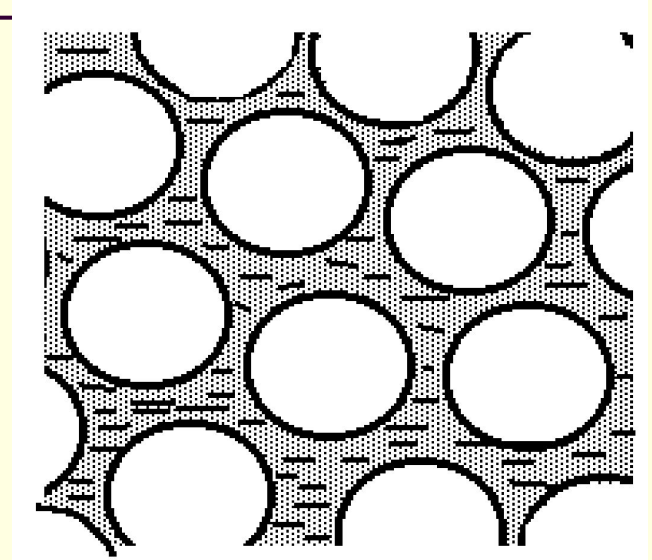
Порошок плавиться і покриває поверхню горючої речовини плівкою розплаву, яка не пропускає (ізолює) горючу речовину в зону горіння або у випадку гетерогенного горіння - окислювач ізолює від зони горіння.

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).

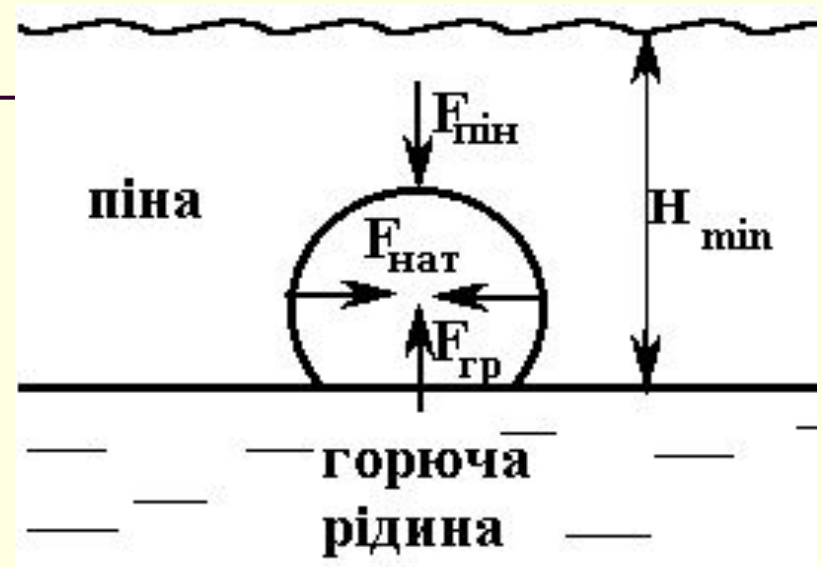
Бульбашка, наповнена парами горючої рідини, не спливе, якщо будуть додержані умови:

$$H_{\text{пін}} > d_6;$$

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

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

---

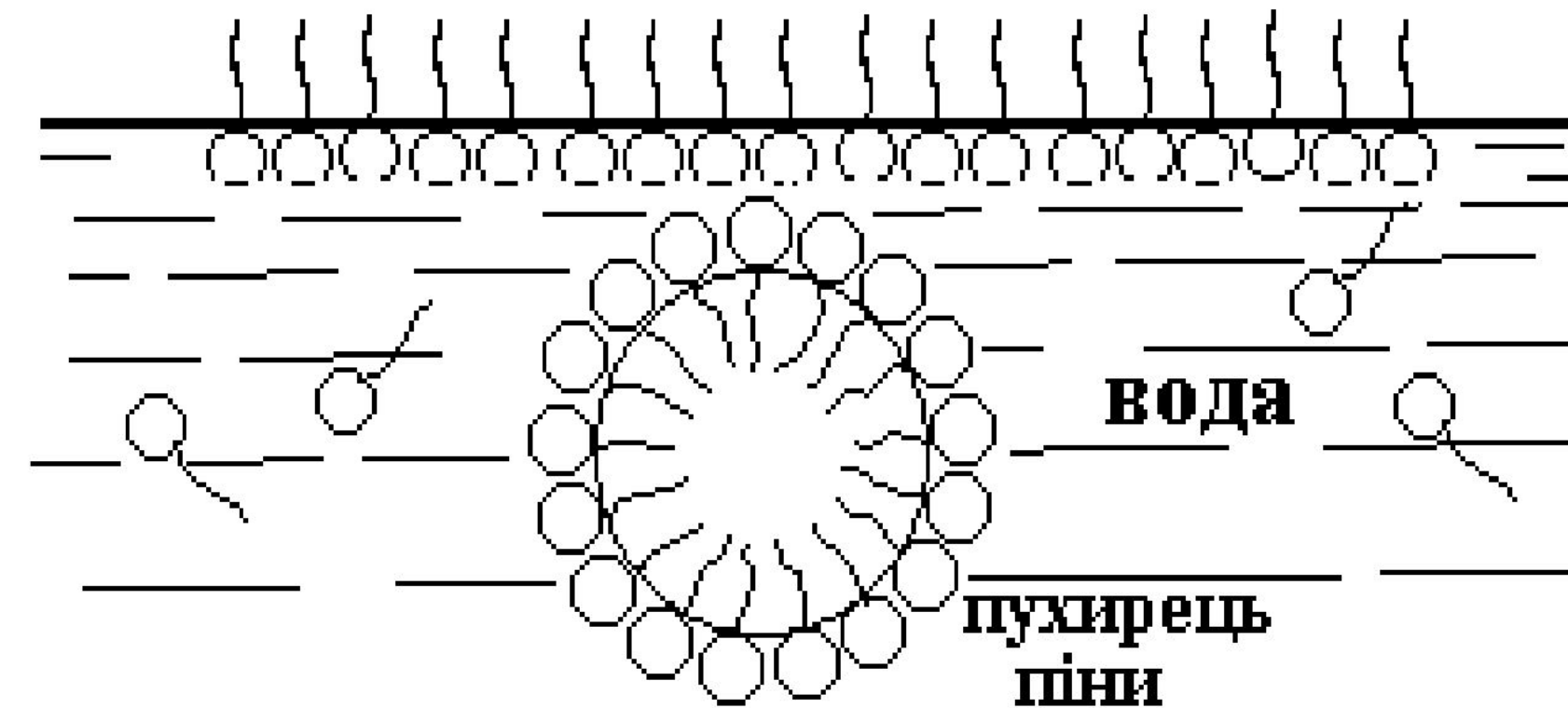
Стійкі піни утворюються при додаванні в систему “вода-газ” речовин, які мають низьке поверхневе натягнення і здатні різко змінювати його в залежності від концентрації. Такі речовини називаються *поверхнево-активними (ПАР)*.

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**).

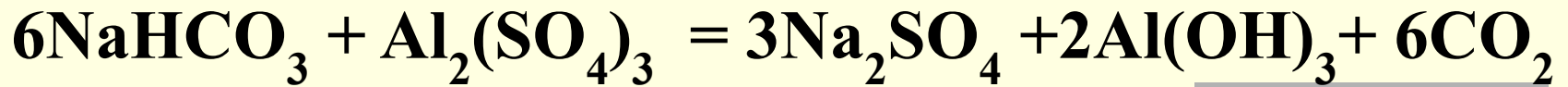
Залежно від способу отримання  
вогнегасні піни поділяють на:

---

- 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 півці бульбашки піни утворюється полімерна речовина, яка з часом застигає і утворює газонепроникну плівку. Використовують для запобігання виникнення горіння.

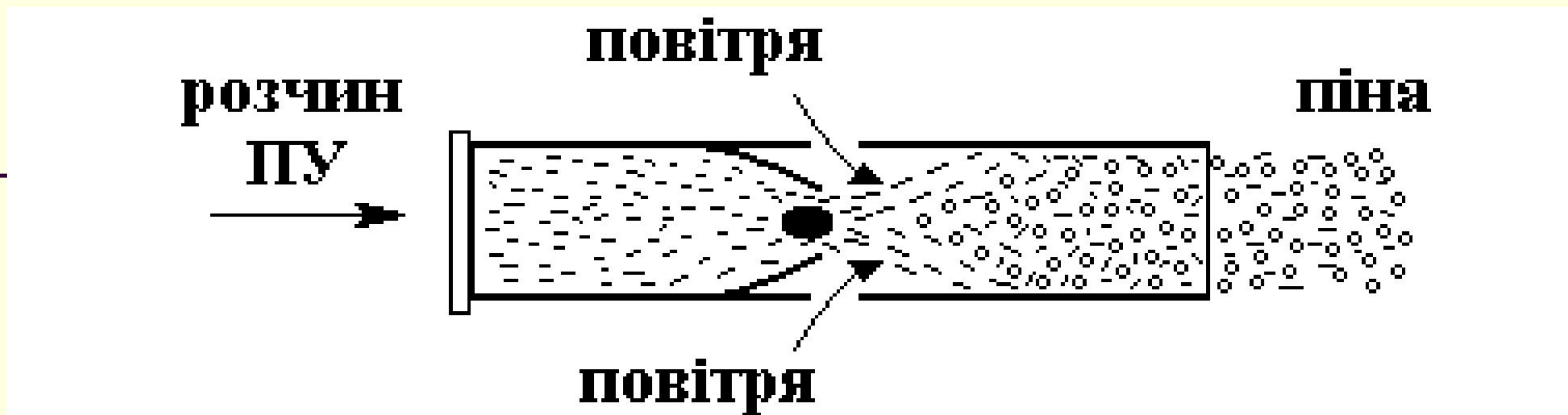
## ■ ***Повітряно-механічна піна (ПМП)***

Отримують при змішуванні водних розчинів піноутворювача з повітрям.

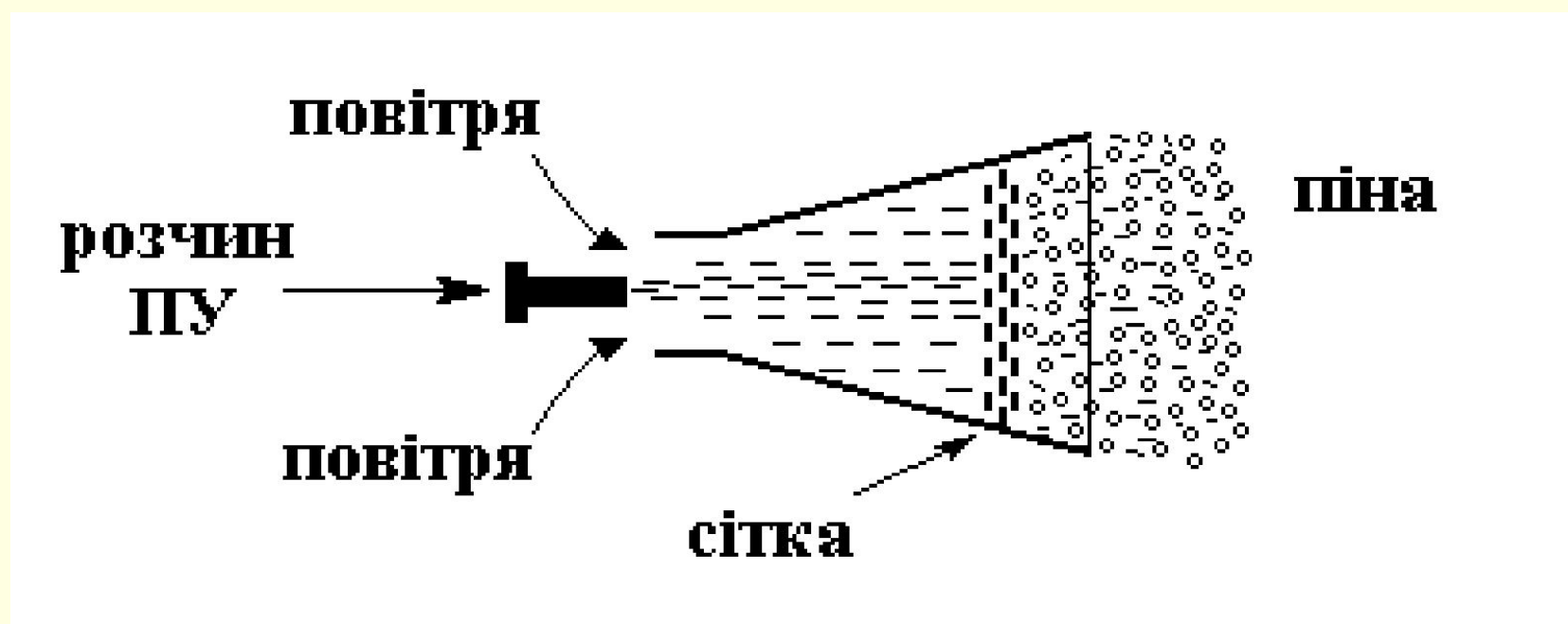
---

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:

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

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

**Дисперсність** – величина зворотно пропорційна розмірам пухирців піни:

$$D_{\text{п}} = 1/d_{\text{сер}}$$

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.

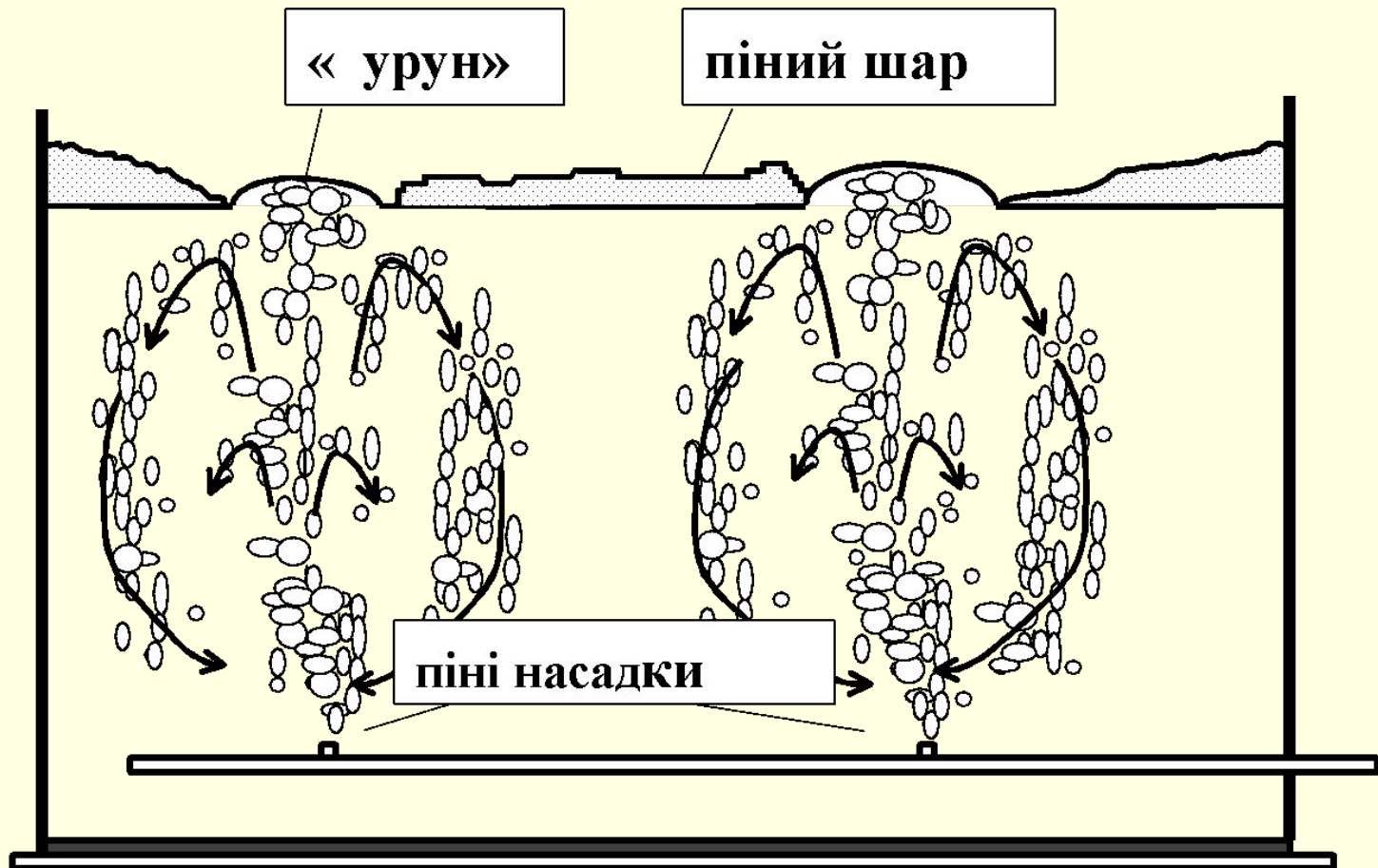
2.3. внаслідок охолодження поверхневого шару горючої рідини **виникають конвекційні потоки** в товщі рідини. При цьому перемішуються холодний і прогрітий шар горючої рідини, що обумовлює додаткове охолодження прогрітого поверхневого шару і стінок резервуару.

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.