

# Розділ 3: ІНЖЕНЕРНА ГІДРАВЛІКА

- »» Тема 3.1 Розрахунок трубопроводу при встановленому русі рідини

# 1. Класифікація трубопроводів

## 1. Види трубопроводів за способом прокладки:

- Наземні (пролягають вище рівня землі на опорах). Прокладають такі труби надземним, арочним, висячим або балковим способом;
- Підземні. Їх укладають нижче рівня ґрунту в траншеї і насипи, штольні і канали, на опорах в тунелі і дюкери;
  - Підводні. Укладаються по дну водойм (річок, озер) або в траншеї, прориті на дні.
  - Плаваючі. Укладаються поверх водойм і, як правило, з кріпленнями до поплавцям.

## 2. Трубопроводи за родом речовин, що транспортуються:

- Аміакопровід. Призначення - транспортування аміаку.
- Водопровід. Забезпечує питною і технічною водою житлові будинки, промисловості і транспортні структури (господарсько-питними, протипожежними, виробничими та поливними).
- Водовипуск. Призначений для штучної відкачки води з колекторів, камер і труб.
- Повітропровід. Для забезпечення виробництва стисненим повітрям;
- Газопровід. Призначений для транспортування природного і інших видів газів;
- Нафтопровід. Призначення - перекачування сирої нафти;
- Нафтопродуктопровід. Застосовується для перекачування нафтопродуктів;
- Мазутопроводи. Здійснює транспортування важких нафтопродуктів, мазуту.

•

- Паропровід. Необхідний для перекачування гарячої пари під тиском. Застосовується для обігріву приміщень і роботи механізованих установок;
- Конденсатопровод. Призначений для збору конденсату.
- Продуктопровід. Транспортує штучно синтезовані продукти, в т.ч. продукти синтезу нафти;
- Масопроводов. Здійснює транспортування різних сипучих матеріалів;
- Етиленопроводів. Перекачує етилен в умовах одного підприємства;
- Трубопроводи води і пари. Призначені для перекачування теплоносіїв (гарячої води або пари).

### 3. Види трубопроводів по їх величині:

- • Магістральні;
- • Технологічні;
- • Комунально-мережеві;
- • Суднові;
- • Машинні.



Магістральні трубопроводи транспортують різні речовини на далекі відстані. Як правило, їх використовують для перекачування нафти, газу і тому подібних речовин. Магістральні трубопроводи включають в себе насосні (компресорні) та газорозподільні станції, лінійну частину і установки з підготовки речовин, що транспортуються. Режим роботи таких насосів - безперервний (збої в роботі магістралей носять випадковий характер або викликані неполадками в системі).





Технологічні трубопроводи використовують на промислових підприємствах. Тут відбувається перекачування будь-яких необхідних для роботи речовин: сировини, гарячої води, пара, палива, газу і т.д. Також за допомогою технологічних трубопроводів здійснюється транспортування перероблених речовин і відходів.





*Комунально-мережеві трубопроводи* застосовують для транспортування тепла (гарячої води і пара) і побутових відходів. Монтаж таких трубопроводів досить складний, потрібно безліч переходів, вигинів, транзитних та розподільчих з'єднань.





Суднові трубопроводи служать для перекачування рідин на судновому транспорті. Вони мають різні робочі параметри, умови експлуатування, протяжність і призначення.

Машинні трубопроводи є найдрібнішими щодо інших видів. Зустрічаються в будь-якому транспортному засобі з двигуном і служать для передачі палива, машинного масла і охолодженого повітря.





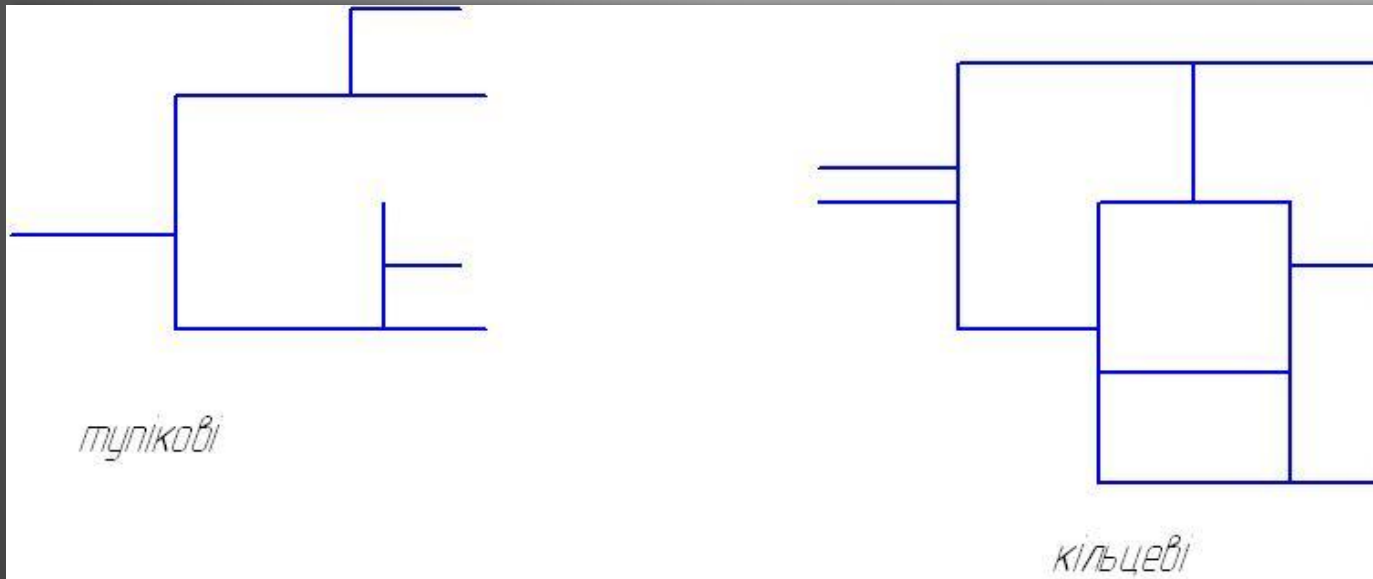
#### 4. За способом руху рідин

- Напірні;
- Безнапірні або самопливні.

#### 5. Класифікація трубопроводів за величиною втрати напору.

Довгі - місцева втрата має менше 10% від втрати напору за довжиною. Їх розрахунок ведуть без урахування втрати на місцеве опір. До них відносять нафтопроводи і магістральні водоводи.

Короткі - втрата напору на місцевий опір дорівнює або перевищує 10% від втрати напору за довжиною. При розрахунках конструкції обов'язково враховують місцеві втрати напору. До них відносяться, наприклад, машинні трубопроводи.



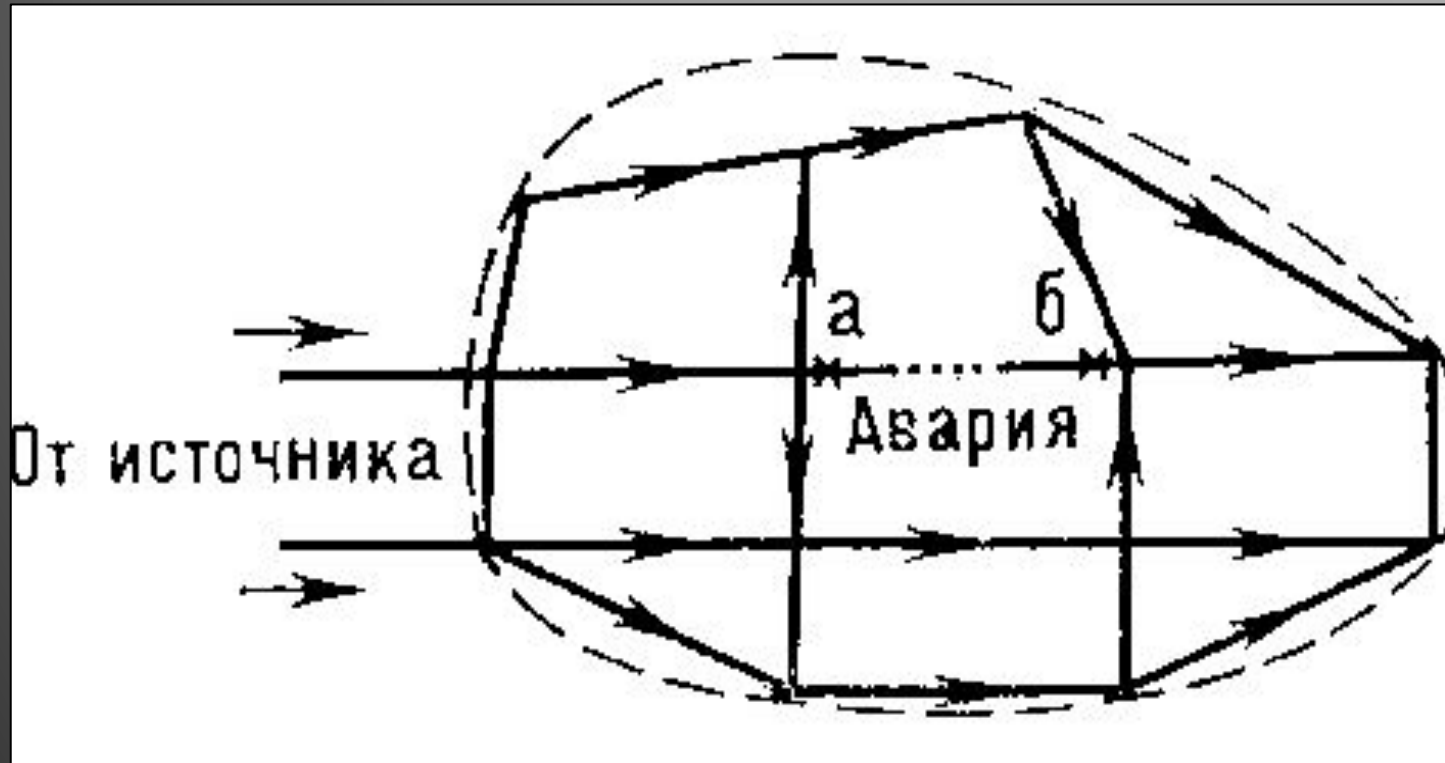
## 6. Класифікація трубопроводів за схемою виготовлення

*Прості* трубопроводи не мають відгалужень. У них послідовне з'єднання труб з одним або декількома перетинами.  $Q=\text{const}$ ,  $d=\text{const}$ .

*Складні* трубопроводи є системи труб з одним або декількома відгалуженнями, паралельними гілками і т.д. Такі установки можуть включати як послідовні, так і паралельні з'єднання і гілки. Гілки можуть бути тупикові й кільцеві. З точки зору ремонту зручно використовувати кільцеві але без тупикових не обійтись.



## Кільцевий

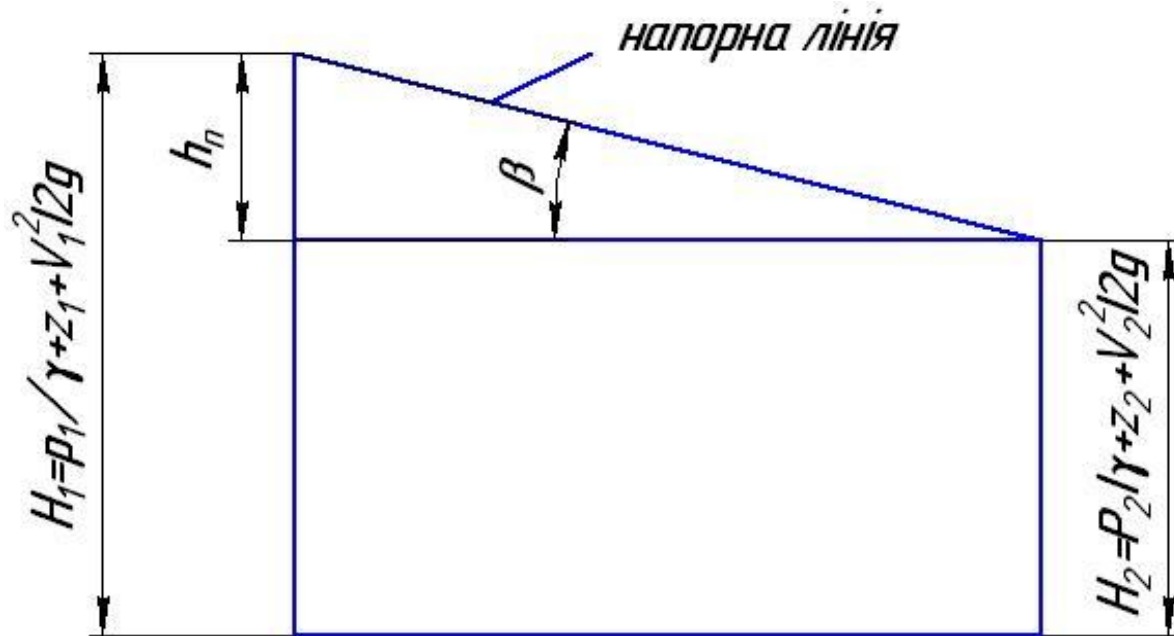


Недоліки тупикових:

- 1) нерівномірність діаметрів по довжині, тому що у початкових ділянках, де витрати рідини значні, діаметри трубопроводу будуть більше ніж у кінці;
- 2) При виході з ладу трубопроводу в будь якому перетині всі наступні за ним ділянки відключаються від джерела живлення.

## 2. **Поняття про гідравлічний ухил**

- Гідравлічний ухил – це відношення втрат напору до довжини трубопроводу. Геометрично гідравлічний ухил являє собою тангенс кута напірної лінії.



$$H_1 = H_2 + h_n$$

$$\frac{h_n}{l} = \operatorname{tg} \beta$$

$$i = \frac{h_n}{l}$$

Для довгого трубопроводу

$$h_n = h_{\text{дов}} \Rightarrow i = \frac{h_{\text{дов}}}{l}$$

$$i = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$d=4R$ ,  $R$  – гідравлічний радіус.

### 3. Метод питомих опорів (табличний метод втрат по довжині)

З формули гідравлічного ухилу визначаємо швидкість:  $v = \sqrt{\frac{id \cdot 2g}{\lambda}} = \sqrt{\frac{i \cdot 8rg}{\lambda}}$

$$\sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = C \frac{M^{0.5}}{C} \quad \text{- це коефіцієнт Шезі}$$

$$v = C \sqrt{Ri} \quad \text{- формула Шезі}$$

Витрата:  $Q = \omega \cdot v$

$$Q = \omega \cdot C \sqrt{Ri}$$

$$\omega \cdot C \sqrt{R} = K$$

$$Q = k \sqrt{i}$$

$k$  - це модуль витрати або витратна характеристика. Для визначення втрат по довжині підставимо формулу витрати значення гідравлічного ухилу для довгого трубопроводу.

$$i = \frac{h_n}{l}$$

$$Q = k \sqrt{\frac{h_{\text{дов}}}{l}}$$

$$Q^2 = k^2 \frac{h_{\text{дов}}}{l}$$

$$h_{\text{дов}} = \frac{1}{k^2} \cdot Q^2 \cdot l$$

$\frac{1}{k^2} = A$  - питомий опір трубопроводу, який обирається по таблиці залежно від діаметра й матеріалу трубопроводу.

Якщо розрахункова швидкість буде менше або дорівнювати 1,2 м/с, то необхідно буде користуватись поправочним коефіцієнтом  $a$

$$h_{\text{дов}} = a A Q^2 l$$

$a$  - знаходиться по таблиці залежно від швидкості.