

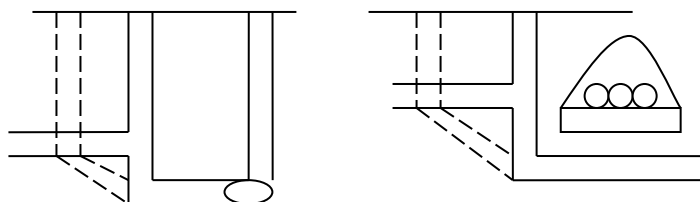
ЛЕКЦІЯ 14. ПЕРЕПАДНІ КОЛОДЯЗИ

1. Призначення, класифікація
2. Перепади практичного профілю
3. Шахтні перепади малої та великої висоти (трубчастий, ступінчастий)
4. Перепади з гасінням енергії при зіткненні потоків

1. Призначення, класифікація

Перепадні колодязі призначені для поєднання самопливних трубопроводів, що укладені на різній глибині. Необхідність застосування перепадних колодязів виникає у таких випадках:

- а) при приєднанні бічних приток до колекторів;
- б) при перехрещуванні трубопроводів з інженерними спорудами або природними перешкодами;
- в) при влаштуванні затоплених випусків;
- г) при великих ухилах землі для виключення надто великих швидкостей.



Улаштування перепадних колодязів дозволяє значно зменшити заглиблення труб та відповідно суттєво зменшити вартість мережі (штрихова лінія показує варіант поєднання без перепадів).

Класифікація.

1.1. За висотою перепаду відрізняють перепади:

- малої висоти (до 6м)
- великої висоти (більше 6м)

1.2. За конструкцією перепади можуть бути поділені на три типи:

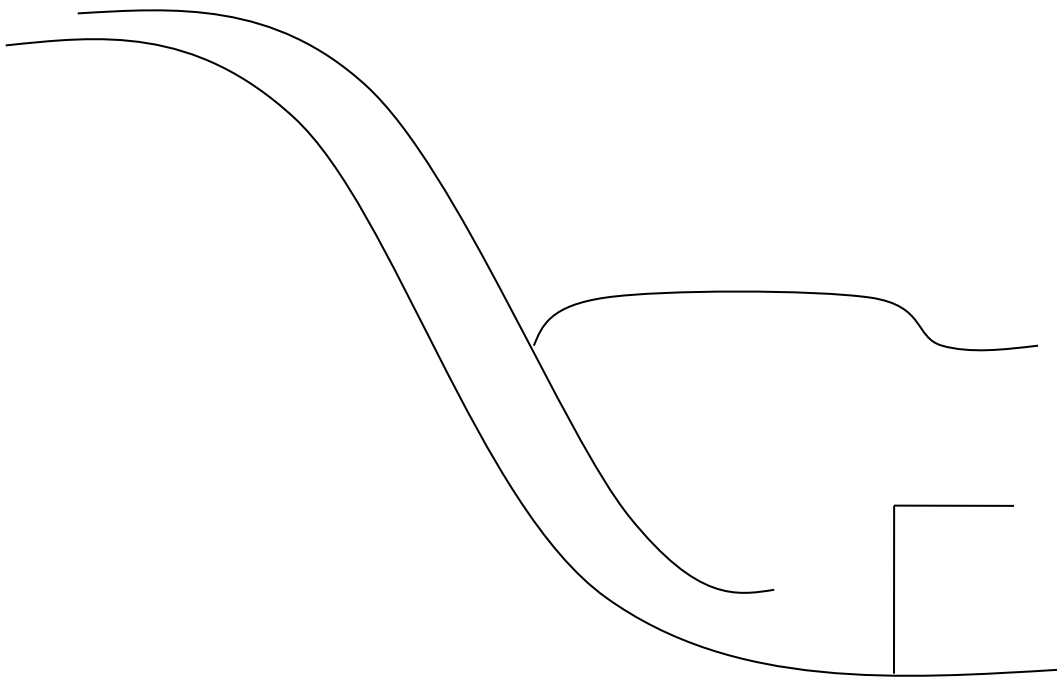
- практичного профілю;
- шахтного типу;
- перепади з гасінням енергії за рахунок зіткнення потоків або зіткнення потоку зі стінкою.

Розрахунки всіх перепадів базуються на рівняннях нерівномірності потоку.

2. Перепади практичного профілю

Ці конструкції застосовують при висоті перепаду до 3 м та діаметрі трубопроводу 600 мм та більше.

Головним завданням розрахунків є визначення розмірів колодязя та побудова поверхні водозливу.



Розглянемо розрахункову схему перепаду практичного профілю.

Для розрахунку перепаду необхідно знати повну енергію потоку:

$$T_0 = H + P + \frac{V^2}{2g} + d_k; \quad (1) \quad H + \frac{V^2}{2g} = H_0$$

P – висота перепаду.

H – рівень води у трубі.

d_k – глибина водобійного прямику.

З рівняння питомої витрати методом поступових наближень визначають h_c – глибину стислого перетину потоку.

$$q_0 = \varphi * h * \sqrt{2g * (T_0 - h_c)}; \quad (2)$$

В теорії гідравлічного стрибка глибину потоку до стрибка називають першою сполученою глибиною h_1 , а після стрибка – другою сполученою h_2 .

Перша сполучена глибина мало відрізняється від глибини стислого перетину:

$$h_1 \approx h_c.$$

Перша і друга сполучені величини пов'язані між собою та критичною глибиною потоку:

$$1,16 \frac{h_{кр}}{h_2} = \frac{h_1}{h_{кр}} + 0,16; \quad (3)$$

Ця формула справедлива для труб круглого, прямокутного, еліптичного перетину.

Критична глибина:

$$h_{кр} = 1.023 * \left(\sqrt{\frac{\alpha}{g}} * \frac{Q}{D^{\frac{5}{2}}} \right)^{0.511} * D; \quad (4)$$

де D – діаметр труби; α – коректив швидкості.

Для прямокутного у плані колодзя ці формули дещо спрощуються:

$$h_{кр} = \sqrt{\frac{\alpha * q_0}{g}};$$

$$h_2 = 0.5h_1 * \left(\sqrt{1 + 8 * \left(\frac{h_{кр}}{h_1} \right)^3} - 1 \right);$$

Для отримання затопленого стрибка розраховують глибину приямку d_k , виходячи з умови:

$$h_2 < t + d_k + \Delta Z;$$

де t – глибина води після перепаду

$$\Delta Z = \frac{V^2 * p}{\varphi^2 * 2g} - \frac{V_k^2}{2g}$$

Довжину колодязя та водоворотної камери приймають у залежності від довжини стрибка:

$$L_k = 2l_{cmp}$$

$$l_{b.k} \approx 0.6...0.7l_{cmp}$$

Довжину гідравлічного стрибка визначають за формулою:

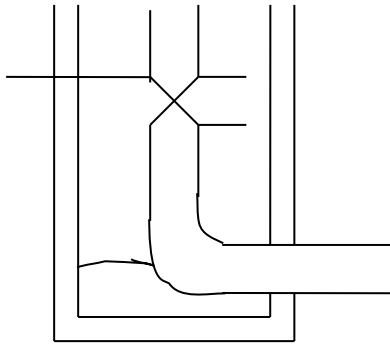
$$l_{cmp} = 10.3 * h_1 * \left(\sqrt{\left(\frac{h_{kp}}{h_1} \right)^3} - 1 \right) ;$$

або приблизно $l = 6(h_2 - h_1)$.

Профіль поверхні розраховують:

$$\chi = l_{cmp} * \sqrt{\frac{y}{P}}$$

Трубчасті перепади малої висоти



Це камера, за формою аналогічна оглядовому колодязю, до якої або в яку прибудована або вбудована гладка шахта-стояк круглого або прямокутного перетину.

Такі перепади влаштовують на трубах діаметром до 500 мм включно. Якщо діаметр труби до 300 мм, для гасіння енергії використовують плавний поворот.

Для труб більших діаметрів в основу стояка рекомендують встановлювати водобійнийпрямок із сталевією водобійною плитою.

Висота перепаду залежить від діаметра:

$$D = 200 \quad \leq 350 \quad < 500$$

$$H < 6 \quad < 4 \quad < 2$$

Діаметр стояка для попередження забивання має бути не меншим, ніж діаметр труби, а краще на 1 розмір більше.

Трубчасті перепади малої висоти не розраховують, приймають за типовими проектами.

Шахтні перепади великої висоти

Перепад складається з таких елементів:

- приймальна воронка;
- стояк (шахта);
- водобійний колодязь (прямокут).

Вода може рухатись по стояку у безнапірному або напірному режимі. В останньому разі можуть виникати вібрації, що призводить до передчасного руйнування споруди. Тому розрахунки перепадів ведуть на безнапірний режим.

Для визначення діаметра стояка Шутов запропонував емпіричну формулу:

$$d_{cm} = 0.55 * q^{0.375}$$

Ця формула не враховує форму зливної воронки. Формула Крупнова ліквідує цей недолік:

$$d = 0.54 * \sqrt{\frac{q}{\sqrt{H_0 + r_3}}};$$

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g}.$$

Ширину колодязя приймають конструктивно $B \approx 1,5d_{ст}$

$$l_1 = 1 \dots 1.5d_{cm}; \quad d_k = 1.5h_2 - (t + \Delta Z)$$

$$l_k = l_1 + 0.5l_{cm} + 2.3 * (h_2 - h_1).$$

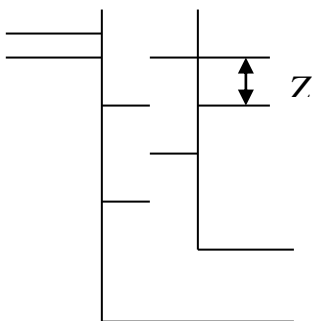
Багатоступінчастий шахтний перепад

Має у складі шахту, що перегороджена виступами, що чергуються по висоті. Відстань між виступами:

$Z = 0,5d$ - якщо шахта кругла

$Z = 0,5B$ – якщо шахта прямокутна.

Площа повного виступу дорівнює половині площі перетину шахти.



Головна розрахункова формула:

$$q = \omega * \mu * \sqrt{2gZ_1};$$

де ω – площа отвору. $\omega = \frac{B}{2} * L$; Z_1 – тиск води над отвором.

При роботі перепаду можуть спостерігатися три режими:

- а) безнапірний режим;
- б) початковий напірний режим ($Z_1 \leq a = B/2$);
- в) напірний режим ($Z_1 > a$).

У безнапірному режимі тиск під виступами дорівнює атмосферному, у початковому напірному режимі – менший, а у напірному – більший за атмосферний. Такі перепади тиску призводять до гідравлічного удару та руйнування шахти.

Відомо, що для поліпшення роботи каналізаційних стояків вони обладнуються вентиляцією. Аналогічно, подання під виступи атмосферного повітря значно покращило роботу стояків незалежно від кількості води, що проходить по ним.

Інші варіанти ступінчастих перепадів.

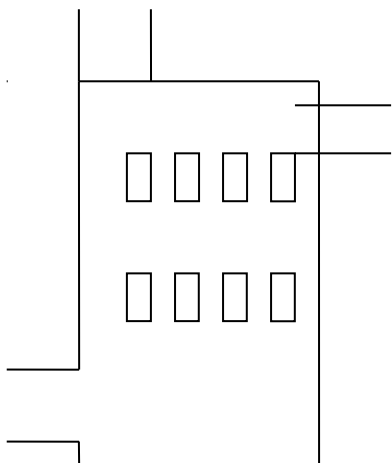
$$Z = 1.09 * q^{\frac{2}{3}}$$

$$a = \frac{q^{\frac{2}{3}}}{3.7} ; \text{Рекомендують із двох секцій, обидві робочі. Під час}$$

ремонту працює одна у напірному режимі.

Перепади з водобійними плитами.

Камера круглого або прямокутного перетину, по висоті якої розміщують один або два ряди водобійних плит, що утворюють горизонтальну решітку.



При падінні потоку води та зіткненні його з решіткою інтенсивно гаситься енергія. При висоті перепаду 1...3м влаштовують 1 ряд плит, а при висоті до 4м – 2 ряди решіток. Такі перепади приймають для труб 500...1600мм з перепадом від 0,4 до 4м.

Перепад із зіткненням потоків.