

Лекція 5

Загальні відомості та принципи будови засобів для вимірювання рівня та витрат

План:

1. Загальні відомості про рівень
2. Класифікація методів виміру рівня
3. Принципи вимірювання рівня
4. Загальні відомості про витрати
5. Принципи вимірювання витрат

Питання 1. Загальні відомості про
рівень

Рівень - це висота заповнення технологічного апарату, ємності, простору певним середовищем - рідиною або сипучим тілом.

Рівень робочого середовища є параметром, інформація про який необхідна для контролю за станом навколишнього середовища, режиму роботи технологічного обладнання, управління ходом процесу, забезпечення його безпеки, проведення товароблікових операцій.

Шляхом вимірювання рівня можна отримувати інформацію про *масу* речовин в ємностях.

Рівень вимірюють *в одиницях довжини*.

Засоби вимірювання рівня називають
рівнемірами.

Питання 2. Класифікація методів виміру рівня

За способом взаємодії з середовищем:

- контактні:
 - поплавкові;
 - буйкові;
 - гідростатичні;
- безконтактні (дистанційні):
 - ультразвукові;
 - акустичні;
 - радарні (СВЧ).

За видом середовища, яке аналізується:

- для рідин;
- для сипучих матеріалів:
 - ємнісні;
 - радіоізотопні.

Питання 3. Принципи вимірювання рівня

Поплавкові (буйкові)

Принцип роботи поплавкових (буйкових) рівнемірів заснований на законі Архімеда. На поплавок (буйок) занурений в рідину, діє виштовхуюча сила:

$$F_A = \rho g V$$

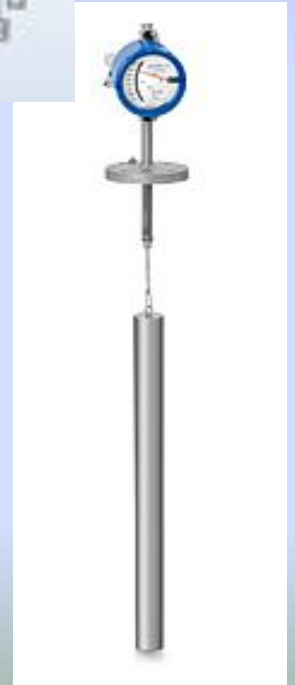
ρ — щільність рідини або газу, кг/м^3 ;

g — прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

V — об'єм частини тіла, який занурений у рідину або газ, м^3 .

Поплавкові (буйкові)

Таким чином, в рівнемірах цього типу виштовхує сила, яка пропорційна рівню рідини, що вимірюється.



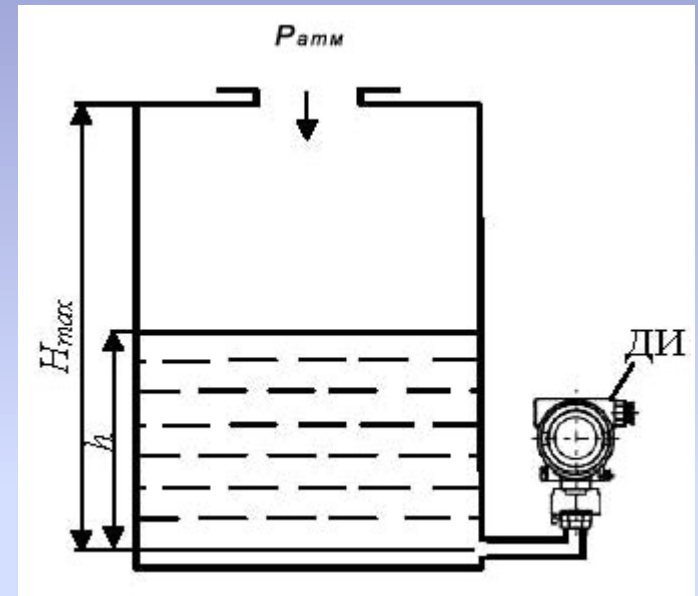
Гідростатичні

Основним принципом дії гідростатичних рівнемірів є вимір гідростатичного тиску, що утворюється стовпом рідини і змінюється пропорційно його висоті

$$p = \rho g h.$$

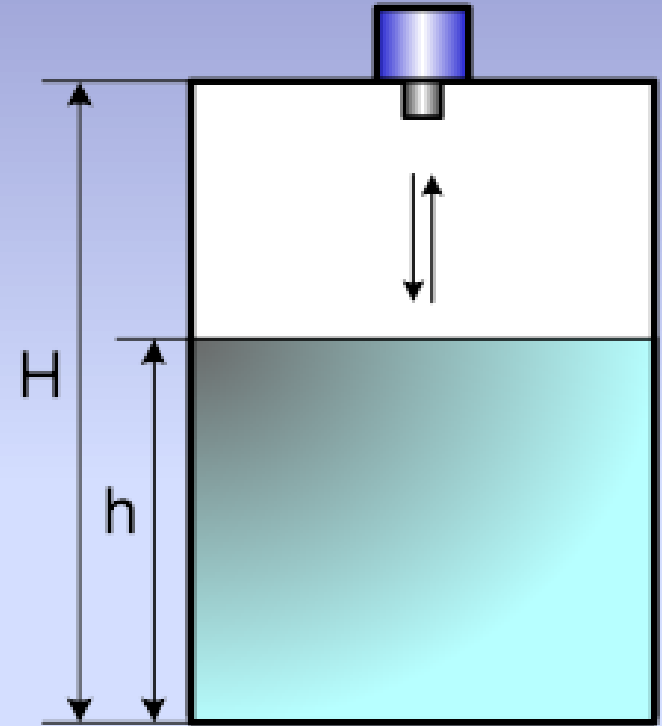
Для приблизних розрахунків приймають на кожні 10 м глибини зростання тиску на 0,1 МПа (1 атм).

Для особливо точних вимірів слід враховувати *температуру рідини*.



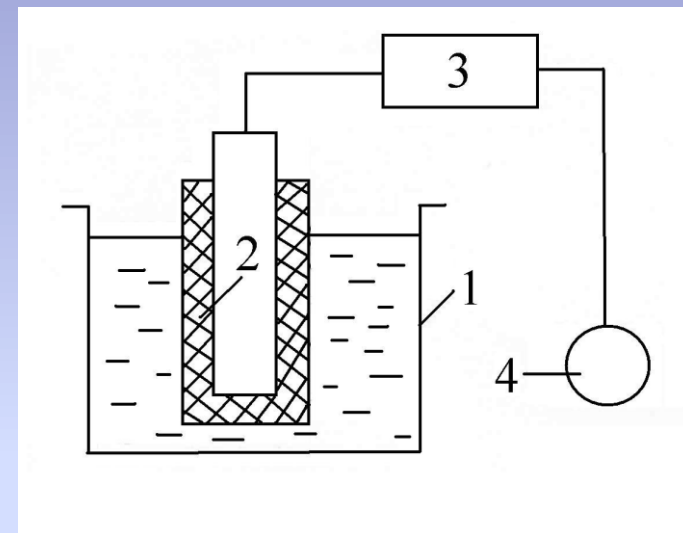
УЛЬТРАЗВУКОВІ (акустичні, радарні)

Принцип дії таких рівнемірів заснований на відбитті від межі розділення двох середовищ хвилі, що генерується приладом. При цьому він не має прямого контакту з вимірюваним середовищем.



ЄМНІСНІ

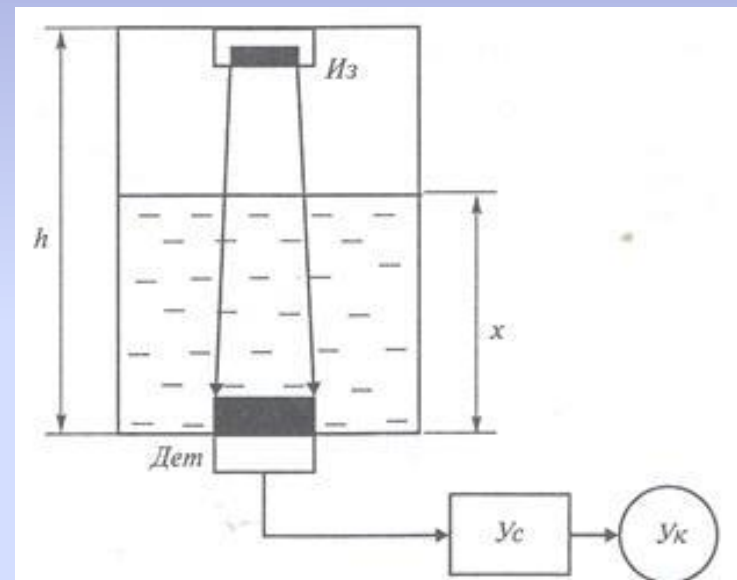
Ємнісний рівнемір - один з типів електричних датчиків-вимірювачів рівня. Робота заснована на принципі вимірювання рівня рідини (сипучої речовини) в ємності за допомогою вимірювання електричної ємності конденсатора. Сигналом зміни рівня в резервуарі буде саме зміна величини ємності.



1 – ємність, 2- електрод, 3 - проміжний перетворювач, 4 – релейний блок або вимірювальний прилад

РАДІОІЗОТОПНІ

Принцип дії
радіоізотопного рівнеміра
заснований на
просвічуванні
контрольованого
середовища потоком
гамма-квантів і визначенні
рівня цього середовища за
ступенем ослаблення
цього потоку.



Питання 4. Загальні відомості про витрати

Витрата – об'єм рідини, що проходить через поперечний переріз за одиницю часу.

Вимірюється в витратних одиницях ($\text{м}^3/\text{с}$) за допомогою витратомірів.

Вимір витрат базується на спрощеній формі рівняння безперервності для рідин, що нестискаються:

$$Q = A \cdot v,$$

де Q – витрати ($\text{м}^3/\text{с}$);

A – площа поперечного перерізу (м^2);

v – середня швидкість руху рідини ($\text{м}/\text{с}$).

Оскільки кількість рідини може вимірюватися в одиницях об'єму, маси, ваги, розрізняють:

- об'ємна витрата Q , л/с, $\text{м}^3/\text{с}$;
- масова витрата m , кг/с;
- вагова витрата G , Н/с.

Зв'язок вагової, масової та об'ємні
витрати:

$$G = g \cdot m = \rho \cdot g \cdot Q,$$

де ρ - щільність рідини;

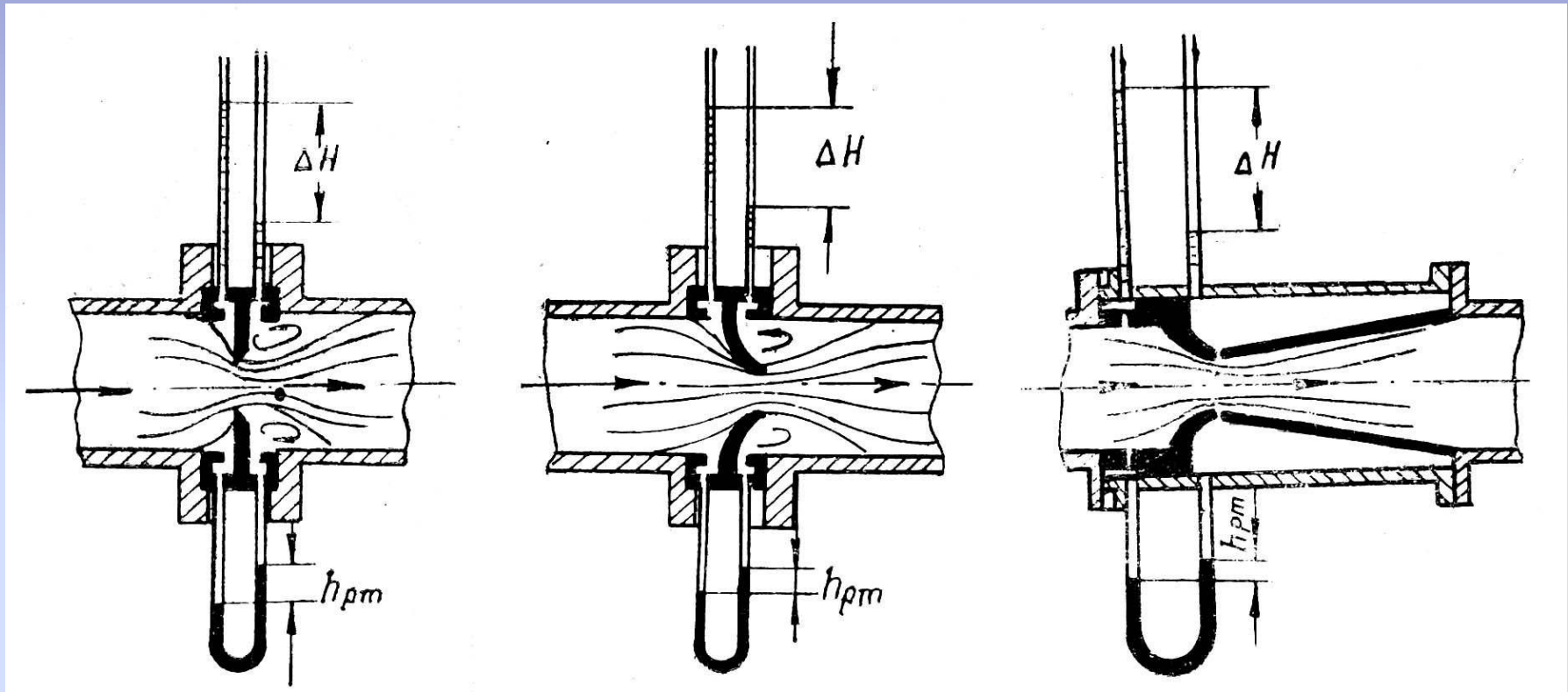
g - прискорення вільного падіння.

Питання 5. Принципи вимірювання витрат

Види витратомірів:

- змінного перепаду тиску з звужуючим пристроєм (витратомір змінного перепаду);
- постійного перепаду тиску (витратоміри обтікання);
- тахометричні витратоміри;
- електромагнітні витратоміри;
- ультразвукові витратоміри.

Витратомір змінного перепаду



а)

б)

в)

а – діафрагма; б – сопло; в – труба Вентурі

Умови використання методу

- характер руху потоку до і після звужуючого пристрою повинен бути турбулентним та стаціонарним;
- потік повинен повністю заповнювати трубопровід;
- фазовий стан потоку не змінюється;
- на поверхні трубопроводу та звужуючого пристрою не накопичуються осадки, що змінюють їх геометрію.

Переваги методу:

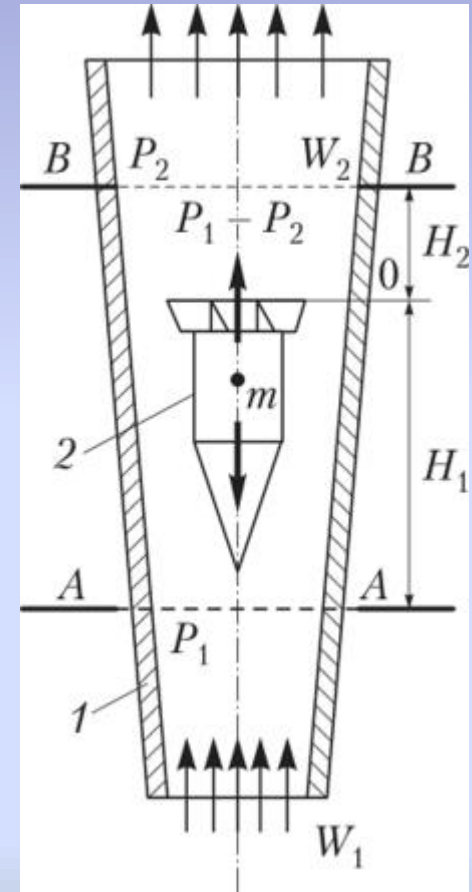
- порівняно висока точність вимірювання;
- зручність і універсальність методу;
- можливість, вимірювання будь-яких витрат (за певних обмежень) рідини, пари та газу, які перебувають при різних температурах і тисках;
- легкість серійного виготовлення приладів.

Недоліки методу:

- незначні втрати енергії потоку;
- відносна складність промислового застосування при малих витратах, в пульсуючих потоках і потоках речовин, що містять сторонні домішки.

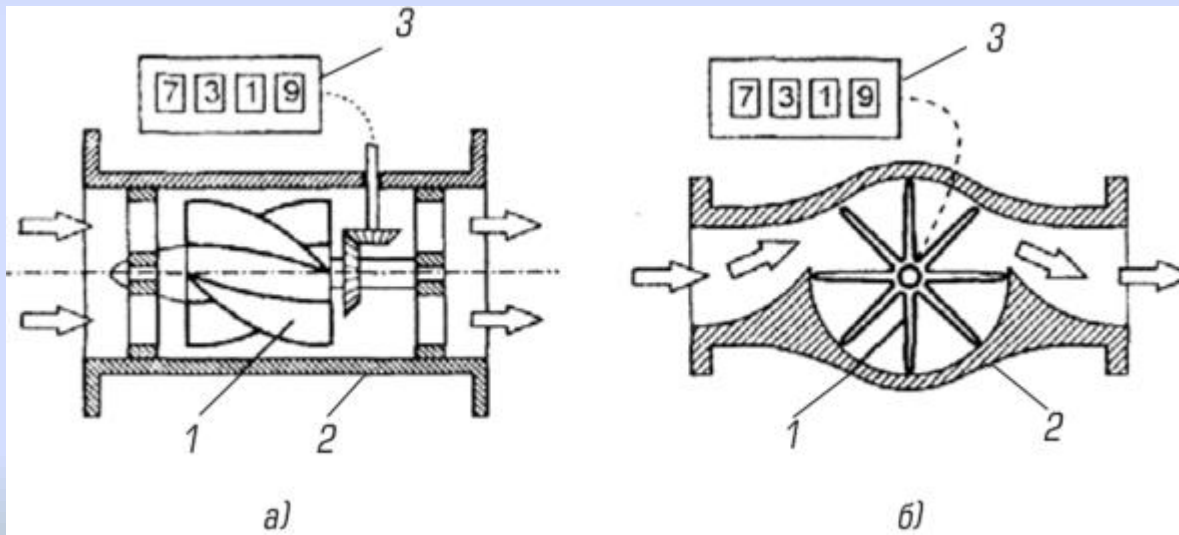
Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри)

Принцип дії ротаметру засновано на зрівноваженні при будь-яких витратах сили тяжіння поплавка, силами, що діють на нього з боку рідини. При цьому вертикальне положення поплавка буде пов'язано з витратою.



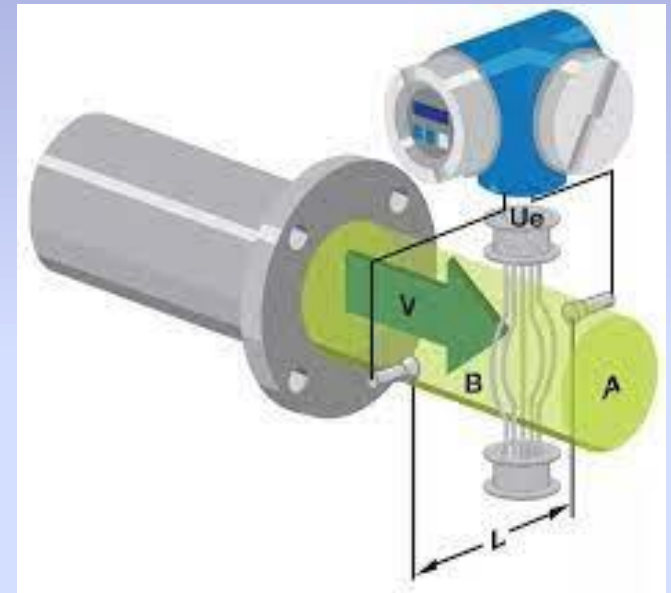
Тахометричні витратоміри

Т. називають витратоміри, в яких швидкість руху робочого тіла пропорційна об'ємній витраті вимірюваного середовища. В більшості випадків робоче тіло — перетворювач витрат (турбінка, кулька) під впливом потоку обертається.



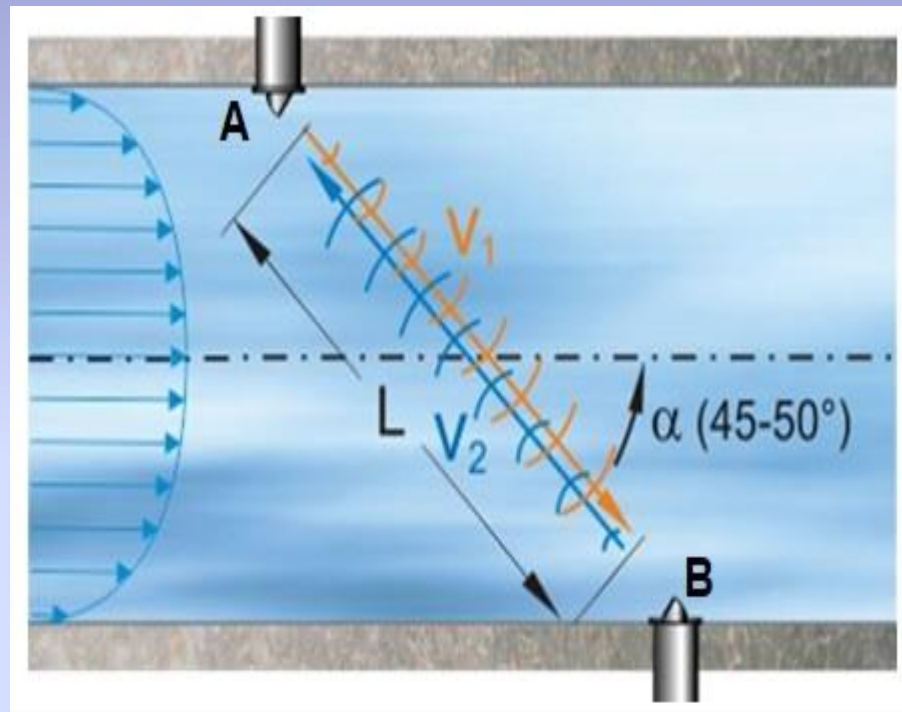
Електромагнітні витратоміри

Принцип дії електромагнітних витратомірів засновано на законі електромагнітної індукції, в відповідності з яким в електропровідній рідині, яка перетинає магнітне поле, індуюється ЕРС, пропорційна швидкості руху рідини.



Ультразвукові витратоміри

Принцип дії заснований на вимірюванні різниці в часі проходження сигналу. Два УЗ сенсори функціонують поперемінно як випромінювач і приймач. Сигнал, що по черзі генерується обома сенсорами, прискорюється, коли спрямований за потоком, і сповільнюється, коли спрямований проти потоку.



Завдання на самопідготовку

Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янко О.А. та інш.
– Харків: АЦЗУ, 2006.– С. 164-182.