

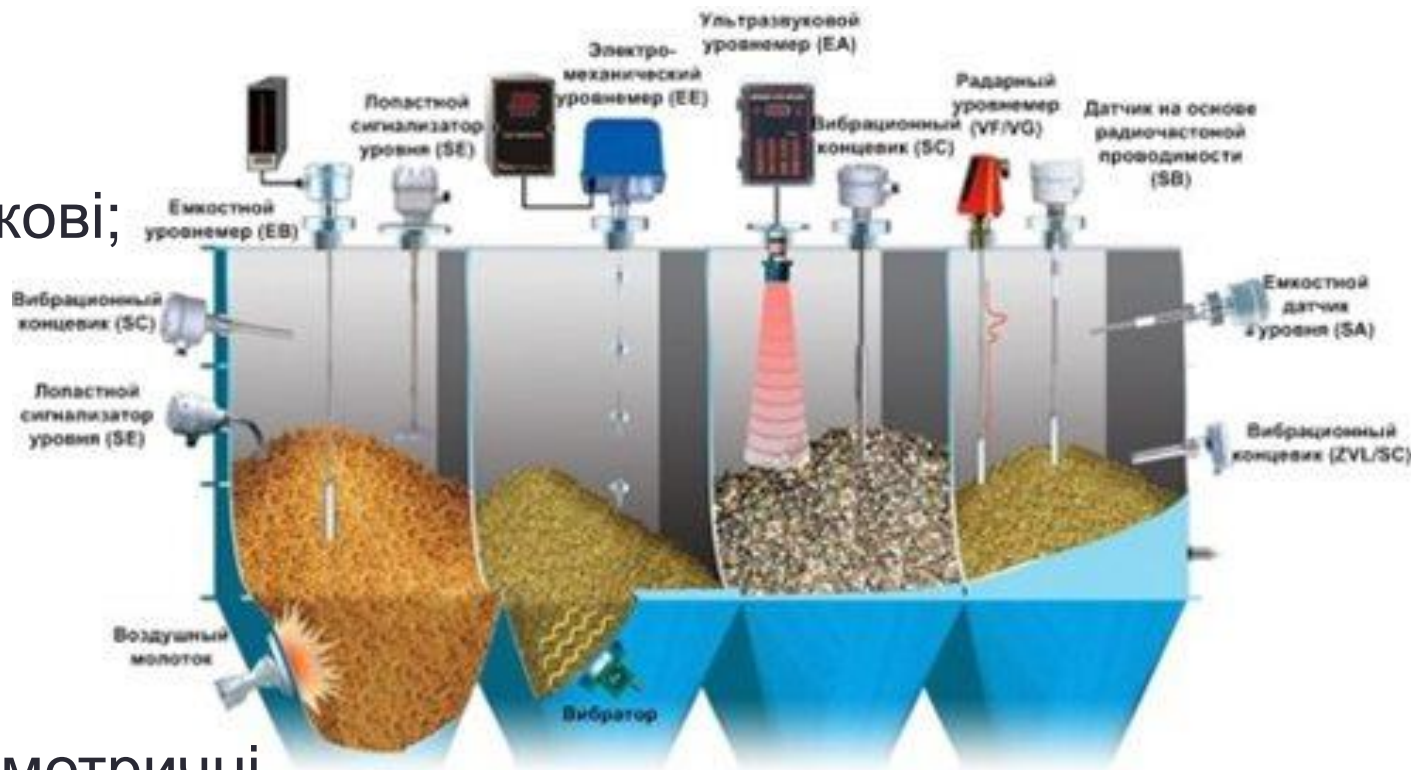
РІВНІ РІДИН ТА СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

к.ф.-м.н., ст. викл.

Пилипенко О.В.

методи виміру рівня рідких середовищ

- візуальні;
- гідростатичні;
- буйові, поплавкові;
- ємнісні;
- індуктивні;
- радіоізотопні;
- радіохвильові;
- акустичні;
- термокондуктометричні.



Візуальні рівнеміри

У візуальних рівнемірах використовується принцип сполучених посудин.

Абсолютна похибка виміру рівня може бути обчислена по формулі:

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

Використовуючи формулу гідростатичного тиску для сполучених посудин, можна записати:

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \text{ чи } \rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

Звідси похибка виміру визначиться:

$$\Delta h = h_1 \cdot \left[1 - \frac{\rho_1}{\rho_2} \right]$$

Дійсне значення рівня рідини в резервуарі можна визначити наступним чином:

$$h_1 = h_2 \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

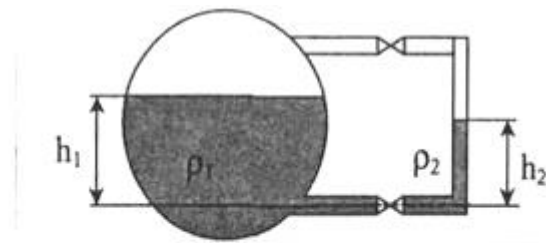
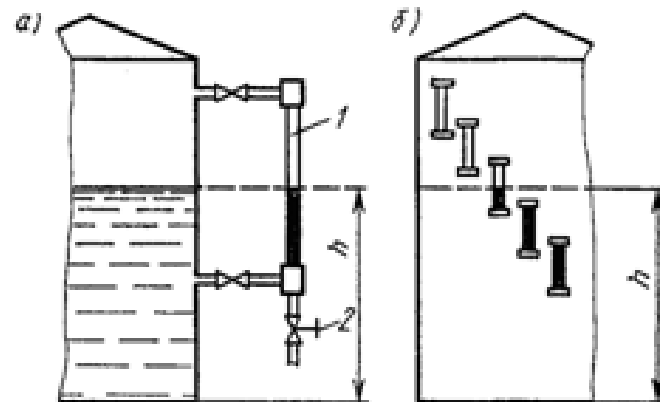


Рисунок 4.1 – Схема візуального рівнеміра



Гідростатичні рівнеміри

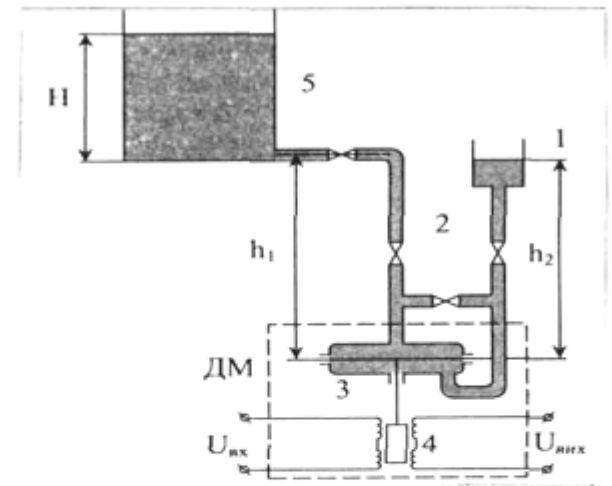
У гідростатичних рівнемірах вимір рівня рідкого середовища проводиться по величині гідростатичного тиску, створюваного стовпом рідини H , що знаходиться в об'єкті виміру.

Чуттєвим елементом у гідростатичному рівнемірі є пружини дифманометра з плоскою мембраною 3. Манометр зв'язаний з резервуаром 5 і зрівняльною судиною 1 двома імпульсними трубками 2, заповненими водою (чи іншою рідиною). Стовп рідини $2h$ у зрівняльній лінії підтримується постійним. Дифманометр вимірює різницю тисків, що діють на його чуттєвий елемент у лівій і правій імпульсних трубках, тобто:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g$$

Якщо густини ρ_1 і ρ_2 рідини в обох імпульсних трубках однакові і якщо $h_1 = h_2$,

то:

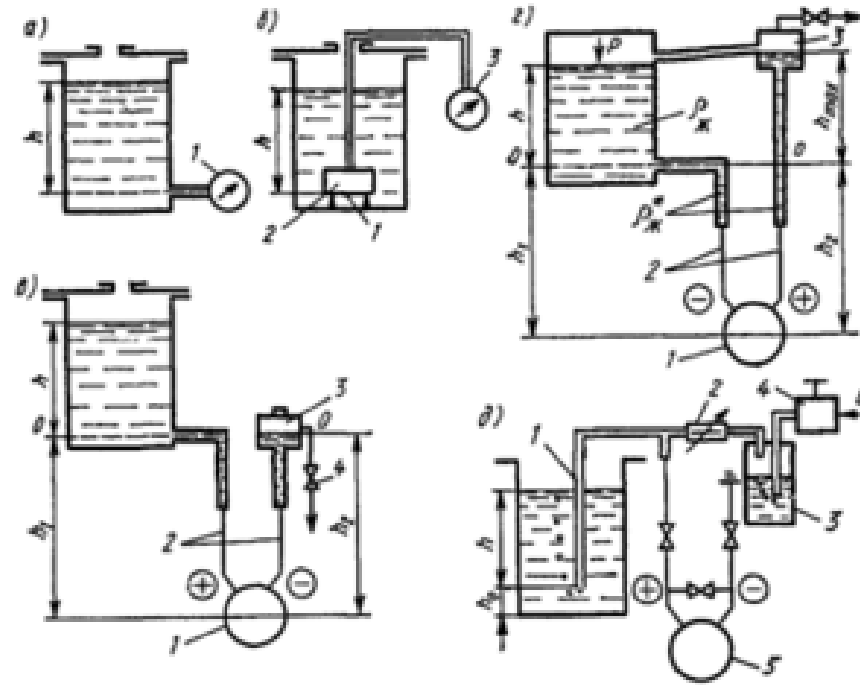
$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot H$$


1 – зрівняльна судина; 2 – імпульсні трубки;
3 – пружинний елемент дифманометра;
4 – електричний перетворювач;
5 – резервуар; ДМ – дифманометр

**Рисунок 4.2 – Схема
гідростатичного рівнеміра**

Вимірювання гідростатичного тиску здійснюється:

- манометром, який підключають на висоті, що відповідає нижньому граничному значенню рівня;
- диференціальним манометром, який підключають до резервуара на висоті, що відповідає нижньому граничному значенню рівня, і до газового простору над рідиною;
- вимірюванням тиску газу (повітря), який прокачується по трубці, опущеної в рідину, що заповнює резервуар, на фіксовану глибину.



На рис.а наведена схема вимірювання рівня манометром. Застосовуваний для цих цілей манометр 1 може бути будь-якого типу з відповідними межами вимірювання, обумовленими залежністю. Вимірювання гідростатичного тиску манометром може бути здійснено і за схемою, наведеною на рис. б. Відповідно до даної схеми про значення вимірюваного рівня роблять висновок про тиск повітря, що заповнює манометричну систему.

Поплавкові рівнеміри

У поплавкових рівнемірах вимір рівня виконується по положенню поплавця, що переміщається вертикально разом з рівнем рідини.

Поплавкові рівнеміри мають визначені переваги:
простота

конструкції, великий діапазон виміру (до 12 м), досить висока точність (погрішність не більше 2 %), можливість виміру рівня агресивних і в'язких середовищ, широкий температурний діапазон виміру (при невеликих коливаннях конкретної температури). Недоліками цього способу виміру рівня є наявність поплавця в резервуарі і труднощі виміру рівня в резервуарах під тиском.

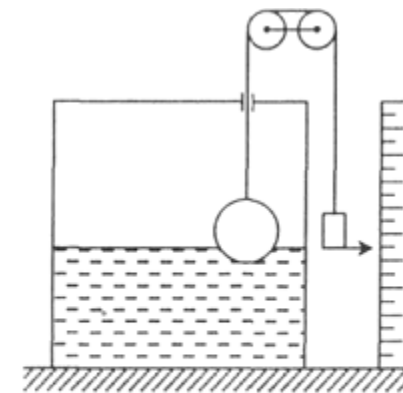
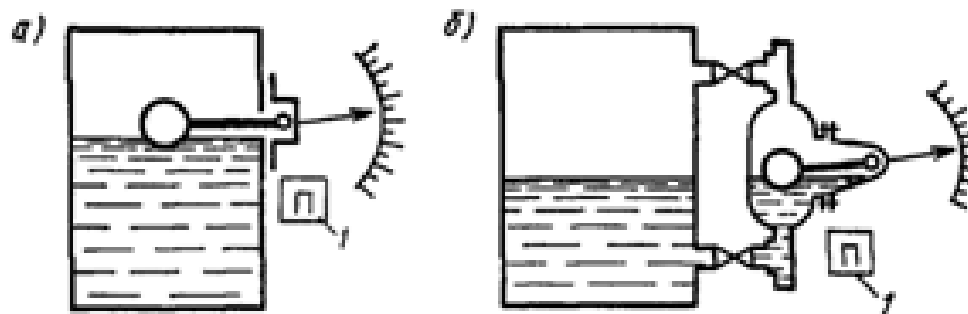
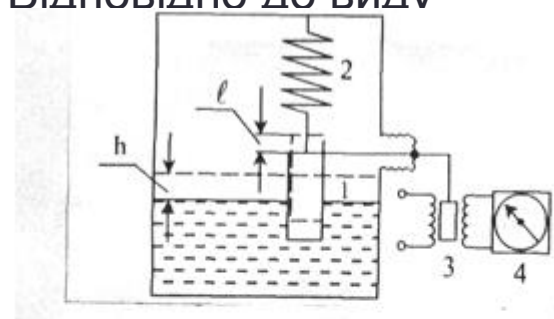


Рисунок 4.5 – Схема поплавкового рівнеміра



Буйкові рівнеміри

В основу роботи буйкових рівнемірів покладене фізичне явище, яке описується законом Архімеда. Чутливим елементом у цих рівнемірах є циліндричний буй, виготовлений з матеріалу із густиною, більшою за густину рідини. Буй перебуває у вертикальному положенні і частково занурений у рідину. При зміні рівня рідини в апараті маса буя в рідині змінюється пропорційно зміні рівня. Перетворення ваги буя в сигнал вимірювальної інформації здійснюється за допомогою уніфікованих перетворювачів «сила—тиск» і «сила—струм». Відповідно до виду використовуваного перетворювача сили розрізняють механічні та електричні буйкові рівнеміри.



1 – буй; 2 – пружина;
3 – індукційний перетворювач;
4 – вимірювальний прилад

Рисунок 4.6 – Схема буйкового рівнеміра

Акустичні рівнеміри

В акустичних рівнемірах використовуються ультразвукові коливання, що поширюються в газовому чи рідкому середовищі, і в залежності від способу використання цих коливань вони поділяються на **локаційні, поглинання і резонансні**.

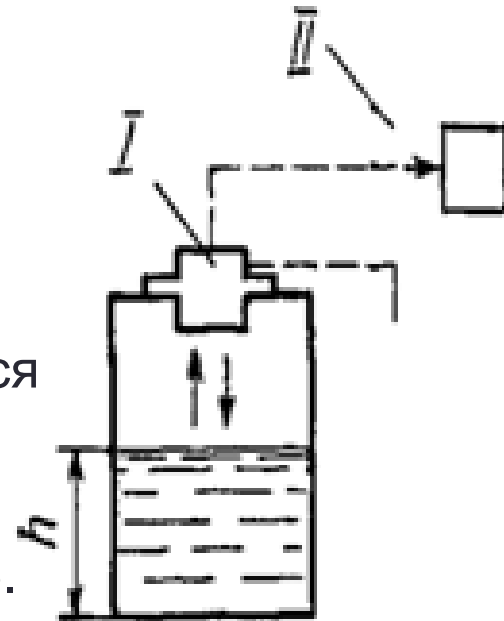
У **локаційних** рівнемірах використовується ефект відбиття ультразвукових коливань від границі розподілу рідина-газ. Положення рівня визначається за часом проходження ультразвукових коливань від джерела до приймача після відображення їх від поверхні розподілу.

У рівнемірах **поглинання** положення рівня визначається по ослабленню інтенсивності ультразвуку при проходженні через шар рідини чи газу.

У **резонансних** рівнемірах вимір рівня проводиться за допомогою виміру частоти власних коливань стовпа газу над поверхнею рідини, що залежить від рівня рідини.

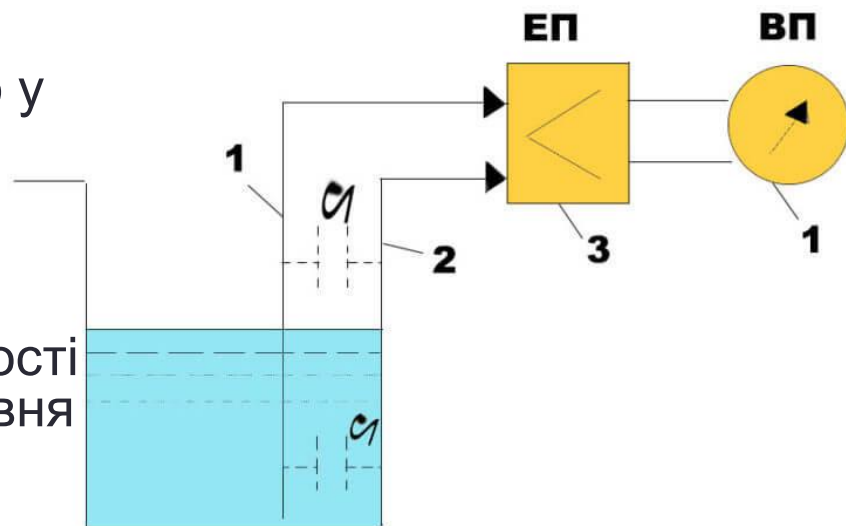
схема акустичного рівнеміра рідких середовищ

Рівнемір складається з первинного I і проміжного II перетворювачів. Первинний перетворювач являє собою п'єзоелемент, що виконує одночасно функції джерела і приймача ультразвукових коливань. При вимірюванні генератор з певною частотою виробляє електричні імпульси, які перетворюються п'єзоелементом I в ультразвукові імпульси. Останні поширюються уздовж акустичного тракту, відбиваються від межі поділу рідина-газ і приймаються тим самим п'єзоелементом, що перетворює їх в електричні імпульси. Відстань між первинним і проміжним перетворювачами— не більше 25 м. Діапазони вимірювання рівня 0-3 м. Клас точності 2,5. Температура контрольованого середовища 10-50°C, тиск у технологічному апараті до 4 МПа. Акустичні рівнеміри сипучих середовищ за принципом дії і будовою аналогічні акустичним рівнемірам рідких середовищ.



Ємнісні рівнеміри

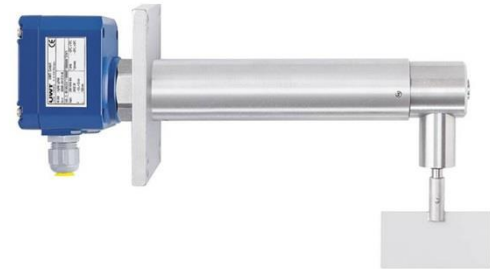
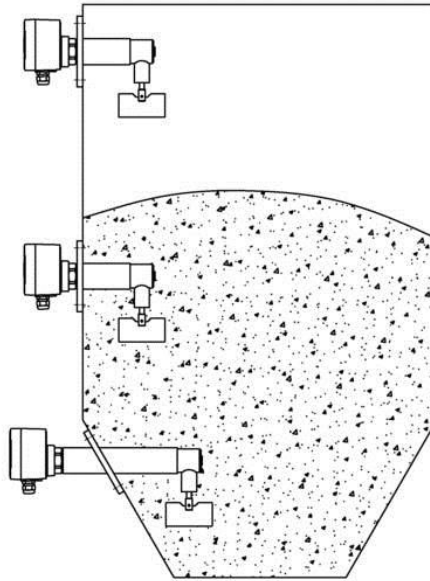
- У **ємнісних** рівнемірах використовуються діелектричні властивості рідин. Первинний вимірювальний перетворювач (ПВП) ємнісного рівнеміра являє собою електричний конденсатор, який перетворює зміну рівня рідини на пропорційне змінювання ємності. ПВП являє собою електрод або електроди (ціліндричні або у вигляді пластин), що опускаються у вимірюване за рівнем середовище.
- Принцип ємнісних ПВП ґрунтується на різниці між діелектричною проникністю рідини та повітря і відповідно на залежності електричної ємності датчика від зміни рівня рідини або сипкого матеріалу постійної вологості. Для кожного значення рівня, ємність датчика визначається як ємність двох паралельно з'єднаних конденсаторів, один з яких утворюється частиною електродів перетворювача і рідиною, рівень якої вимірюється, а другий — іншою частиною електродів перетворювача і повітрям або паром рідини.



Сигналізатори рівня сипучих матеріалів

У хімічній промисловості знаходять застосування сигналізатори рівня із чутливими перетворювальними елементами, що сприймають тиск сипучих тіл, рівень яких контролюється. До цієї групи електромеханічних пристроїв відносяться сигналізатори рівня **мембранні** й **маятникові**. У харчовій промисловості застосову

налізатори рівня.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!