

Лекція 15

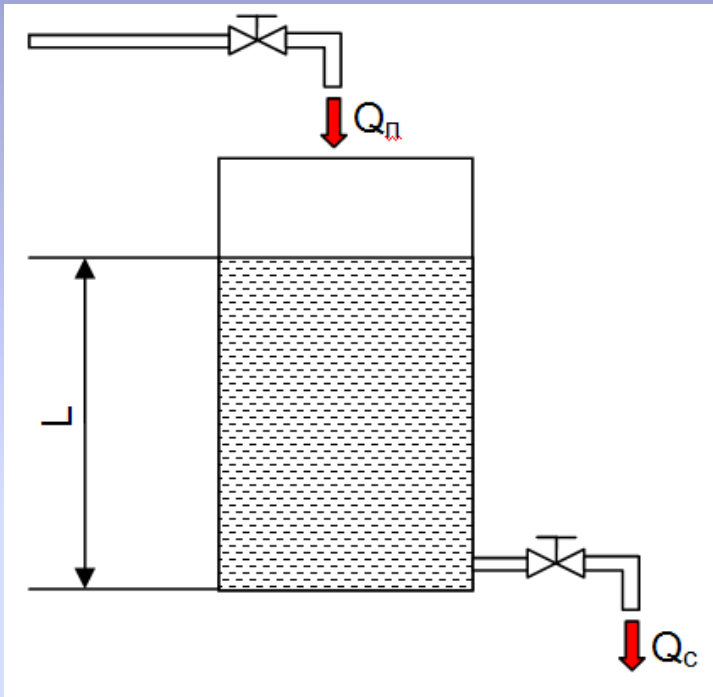
Автоматичні системи управління параметрами технологічних процесів

План:

1. АСУ рівнем рідини
2. АСУ тиском в технологічному апараті
3. АСУ витратою рідини
4. АСУ витратою газу
5. АСУ співвідношенням витрат
(концентрації)

Питання 1. АСУ рівнем рідини

Об'єктом управління є ємність з рідиною



У загальному випадку зміна рівня описується рівнянням балансу витрат:

$$S \frac{dL}{dt} = Q_{\text{п}} - Q_{\text{с}}$$

де: S - площа горизонтального перетину апарату;

L - рівень рідини;

$Q_{\text{п}}$, - витрата рідини на вході в апарат (приплив);

$Q_{\text{с}}$, - витрата рідини на виході з апарату (стік).

Завдання управління: підтримання заданого рівня рідини.

$$L=L_{\text{зад}}$$

Рівень рідини може бути виміряний, тому може бути регульованим параметром:

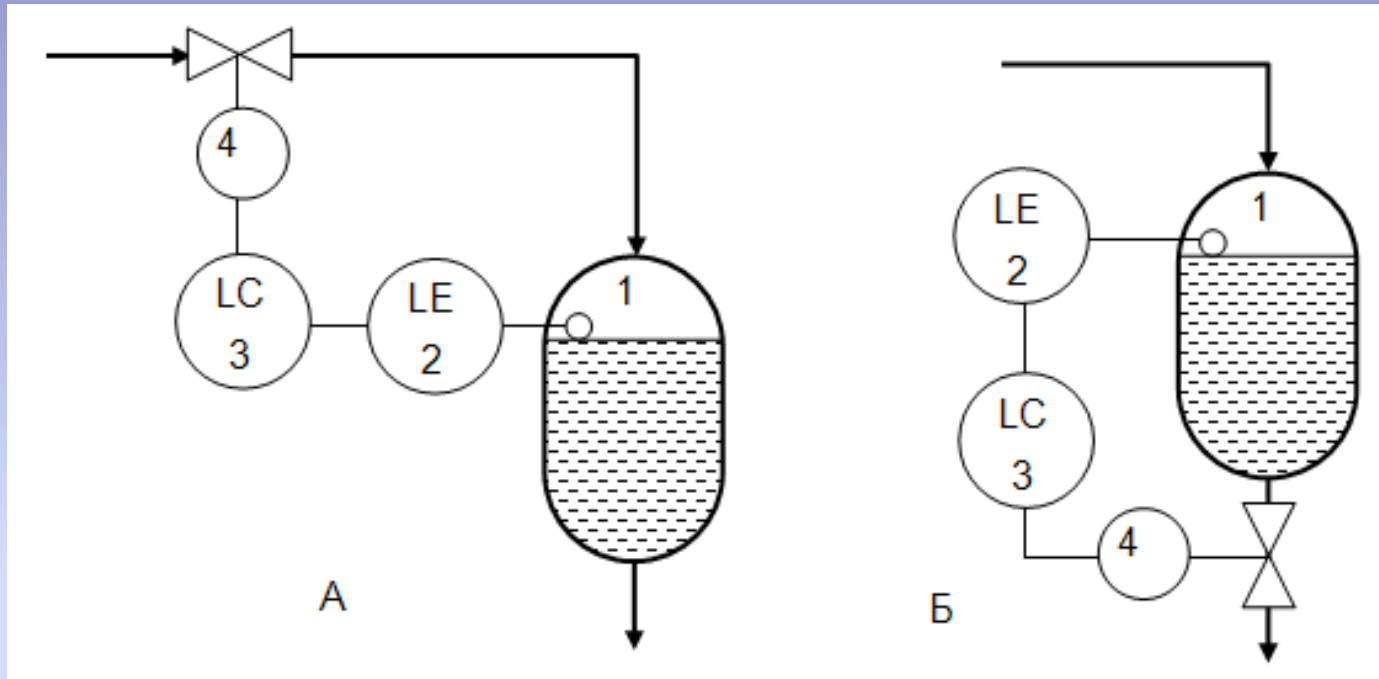
$$\text{РП: } L$$

Сталість рівня рідини в технологічному апараті означає баланс витрат на вході та виході апарату (приплив дорівнює стоку).

Регулювання рівня може здійснюватися як зміною припливу, так і зміною стоку (регулюючий фактор).

$$\text{РФ: } Q_{\text{п}} \text{ або } Q_{\text{с}} .$$

ФСА безперервного регулятора рівня

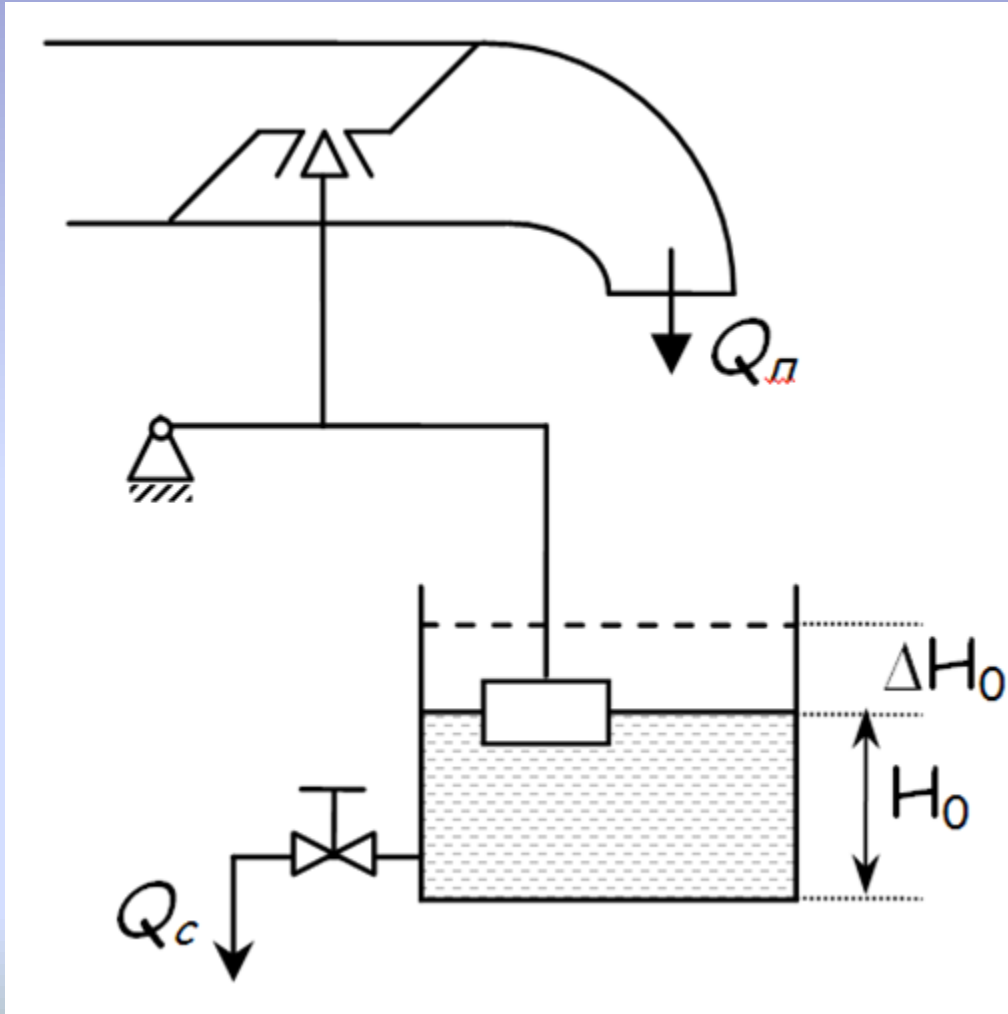


А) зміною припливу

Б) зміною стоку

1. Ємність;
2. Датчик рівня;
3. Автоматичний регулятор рівня (встановлений по місцю);
4. Виконавчий механізм (ВМ).

Конструктивна схема безперервного регулятору рівня прямої дії:



Будова:

ОУ – ємність;

Рег. П. – поплавок;

РО – голчатий кран.

Питання **2.** АСУ тиском в
технологічному апараті

Об'єктом управління є ємність з газом (ресивер, газгольдер). Тиск у ємності є показником співвідношення витрат газової фази на вході в технологічний апарат і на виході з нього.

Матеріальний баланс по газовій фазі визначається співвідношенням

$$T_{\text{рес}} \cdot \dot{\bar{P}} + \bar{P} = \bar{F}_{\text{П}} - \bar{F}_{\text{С}}$$

де: $T_{\text{рес}}$ - постійна часу ресиверу;

$\bar{F}_{\text{П}}$ - відносна площа перерізу крану на вході;

$\bar{F}_{\text{С}}$ - відносна площа перерізу крану на виході.

Сталість тиску свідчить про збереження матеріального балансу технологічного апарату по газовій фазі

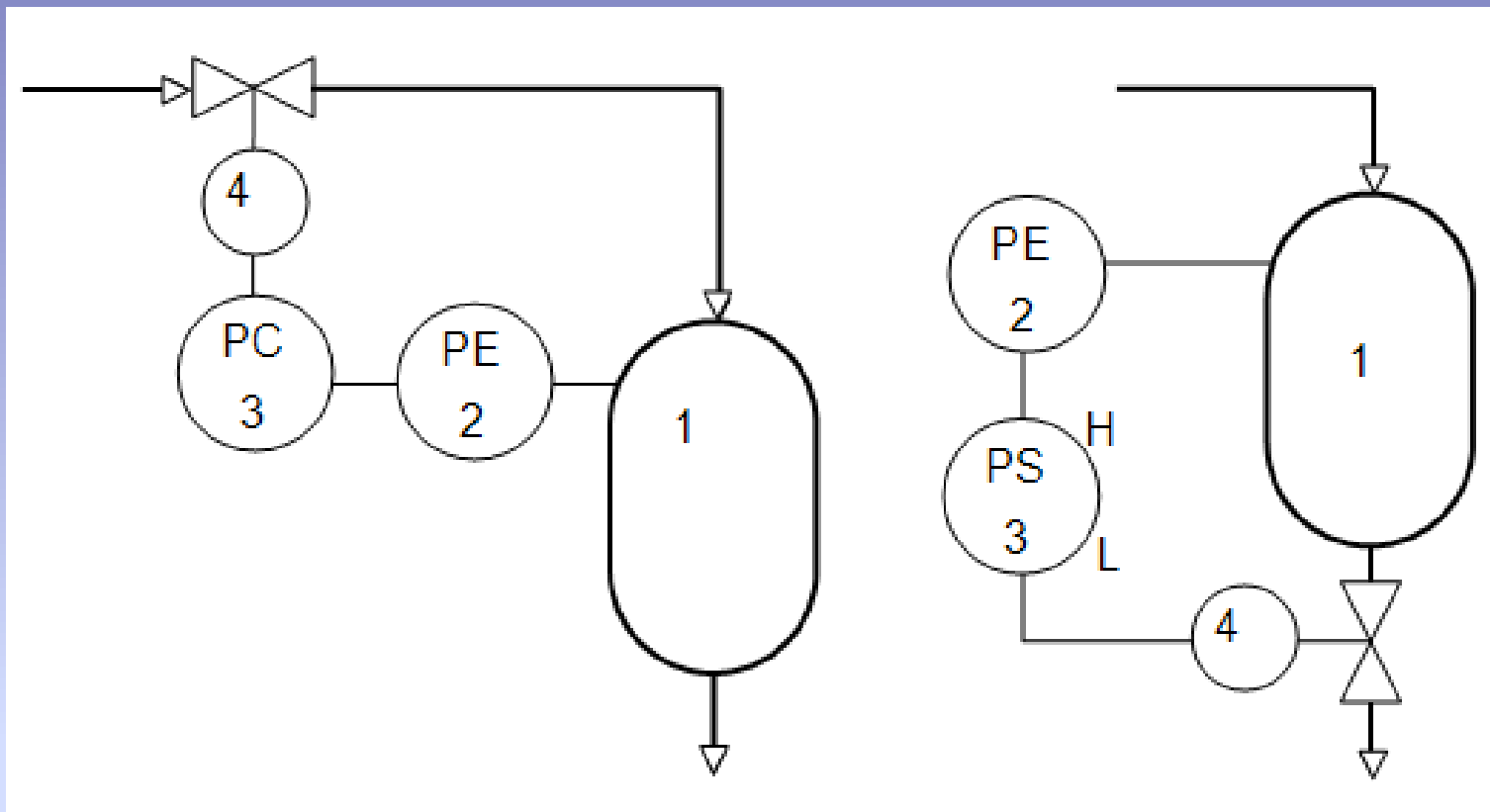
Завдання управління: підтримання заданого тиску в газовій ємності.

$$P = P_{\text{зад}}$$

Регульований параметр (РП): тиск – P

Регулюючий фактор (РФ): витрата припливу або стоку (дроселювання входу або виходу) – Q .

Вибір безперервного або позиційного регулювання визначається точністю підтримки тиску в апараті.



А)

Б)

А) Дроселювання входу

Б) Дроселювання виходу

1. Газгольдер; 2. Датчик тиску; 3. Автоматичний регулятор тиску; 4. Виконуючий механізм

Питання 3. АСУ витратою рідини

Об'єкт управління: рідинна магістраль (РМ)
(трубопровід) з встановленим насосом.

Витрата рідини може бути безпосередньо вимірюною і ця величина може бути регульованим параметром (РП).

Завдання управління:

Підтримання заданої витрати рідини:

$$Q = Q_{\text{зад}}$$

Регульований параметр (РП) – Q – витрата;

Регулюючий фактор (РФ) m - продуктивність насоса.

Спосіб зміни продуктивності (витрати) насосу залежить від типу насоса.

У рідинних магістралях можуть застосовуватися насоси наступних типів:

- *Динамічні насоси (великі витрати)*, у яких кінетична енергія руху перетворюється на потенційну енергію тиску.
- *Об'ємні насоси (великій тиск)*, принцип дії яких засновано на заповненні робочого об'єму рідиною і механічним її витісненням.

а) САУ робочої магістралі з динамічними насосами

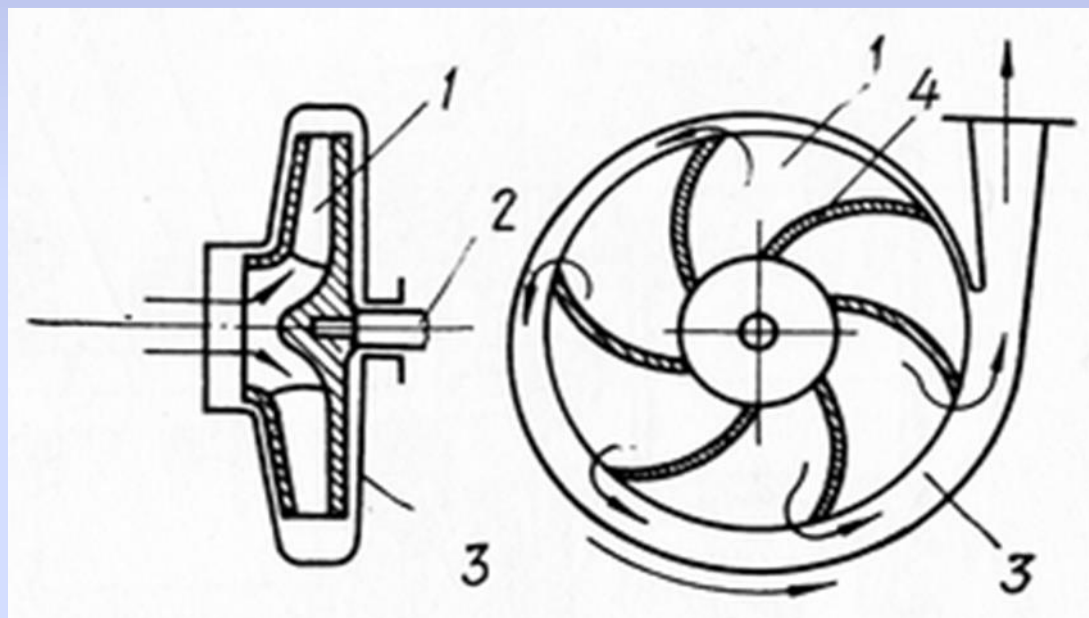


Схема відцентрового насоса

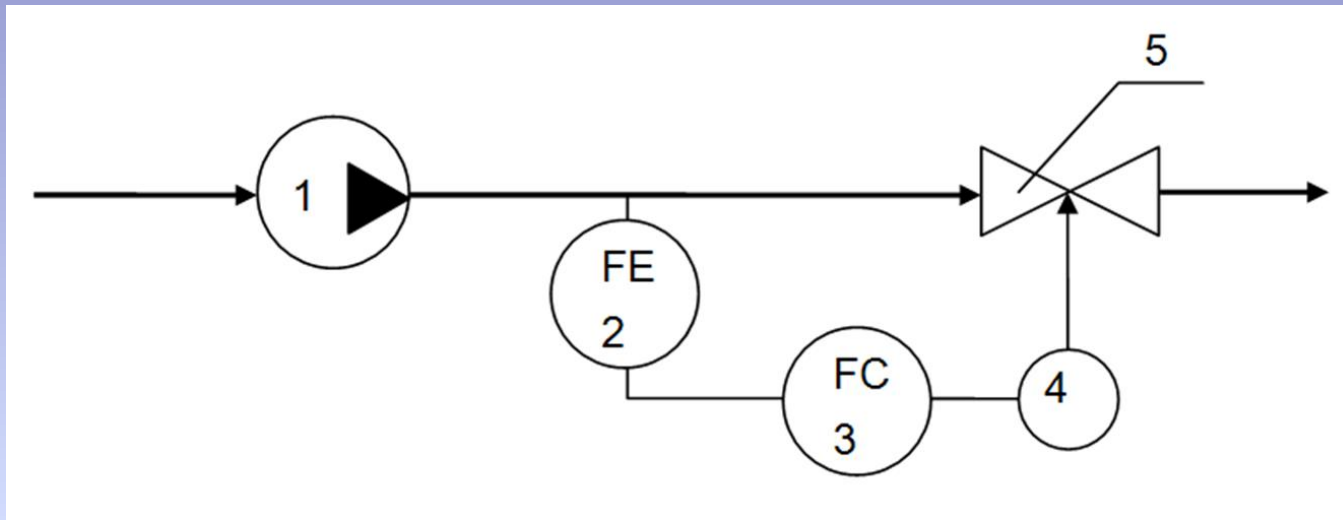
Продуктивність динамічних насосів залежить від гідравлічного опору магістралі.

Регулюючим органом може бути - кран, засувка на вході або виході.

Змінювати гідравлічний опір магістралі (дроселювання) на вході в насос не доцільно, внаслідок можливої кавітації рідини.

Тому застосовують САУ із зміною гідравлічного опору вихідної магістралі.

ФСА регулятора витрати РМ з динамічним насосом



1. Насос;
2. Датчик витрат;
3. Регулятор витрат;
4. Виконуючий механізм (ВМ норм. зачин.);
5. Регулюючий пристрій (РП) засувка.

б) САУ РМ з об'ємними насосами

Об'ємні насоси застосовують у разі, коли потрібно забезпечити високий тиск.

До об'ємних насосів відносяться:

- плунжерні;
- шестеренні;
- коловратні.

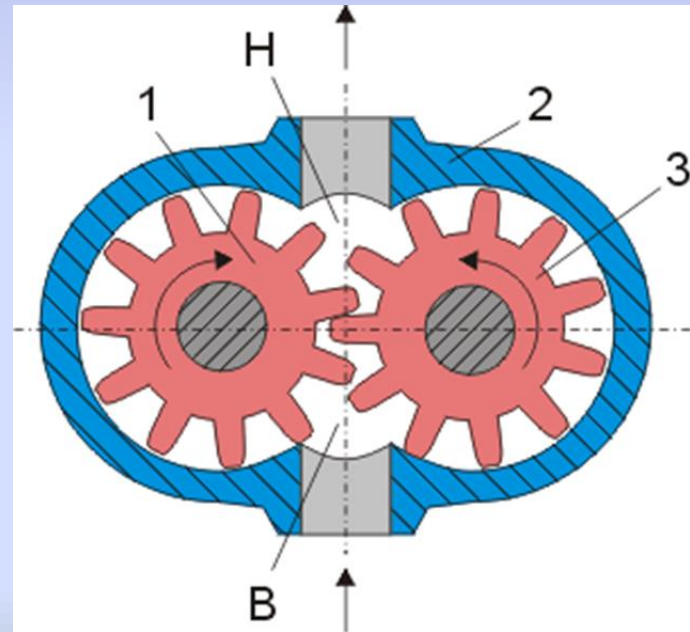
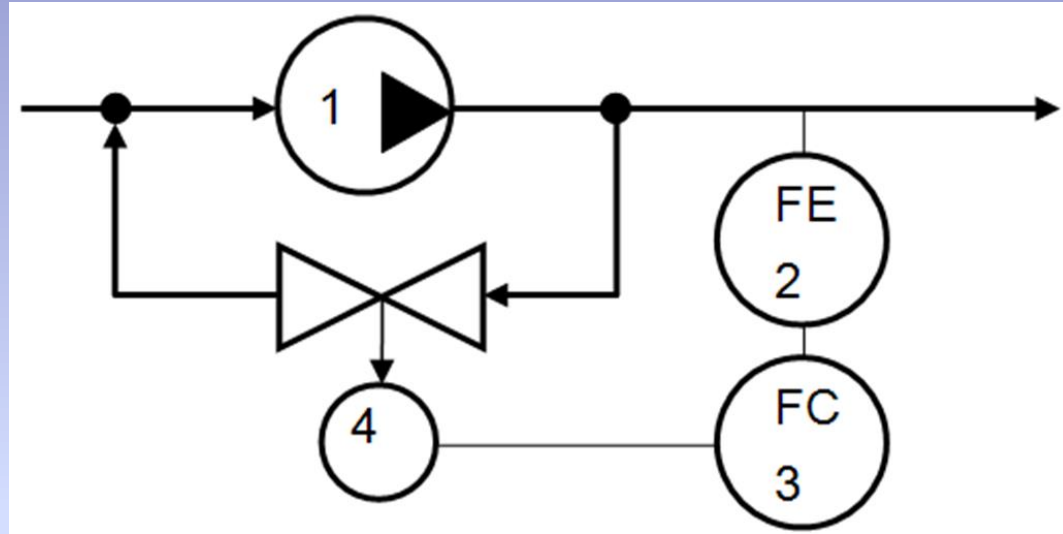


Схема шестеренного насоса

Продуктивність об'ємного насосу не залежить від гідравлічного опору магістралі.

Тому продуктивність об'ємного насоса можна змінювати перепуском частини рідини на вхід в насос (*байпас*). Регулюючим органом є кран (засувка) в лінії перепуску (насос постійної продуктивності).

ФСА регулятора витрати РМ з об'ємним насосом постійної продуктивності



1. Насос;
2. Датчик витрат (первинний перетворювач) ;
3. Безперервний регулятор витрат;
4. Виконавчий механізм (ВМ норм. відкр. для запобігання руйнувань корпусів та трубопроводів при відмовах).

Питання 4. АСУ витратою газу

Об'єкт управління: газові магістралі (ГМ), з встановленими на них газовими насосами (компресорами).

Застосовуються такі типи компресорів:

Динамічні компресори (великі витрати):

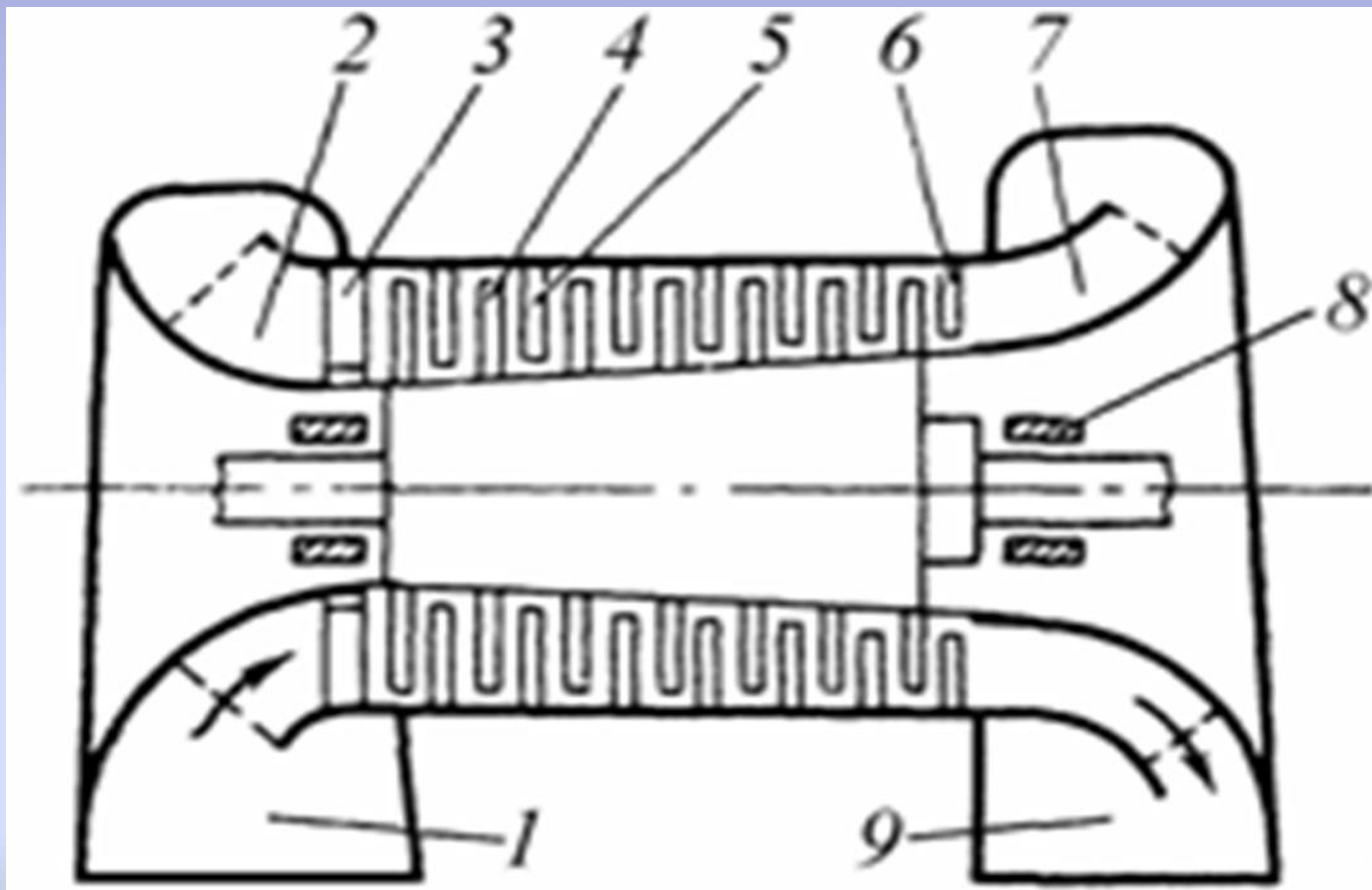
- відцентрові;
- осьові;
- ежекторні.

Об'ємні компресори (великий тиск):

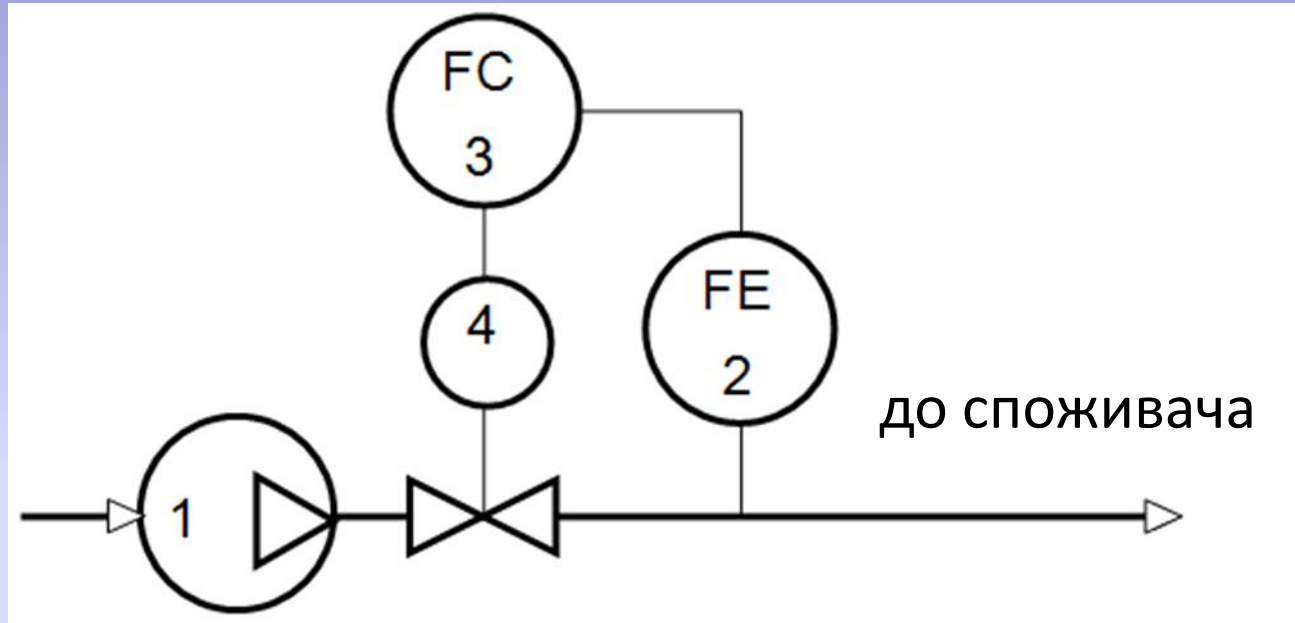
- поршневі (одно- та багатоступінчасті).

На відміну від гідравлічних насосів, регулювання компресорів може здійснюватися дроселюванням як вхідного (всмоктуючого), так і вихідного каналу компресора.

Схема осевого компрессора



ФСА регулятора витрати ГМ з динамічним компресором і дроселюванням виходу



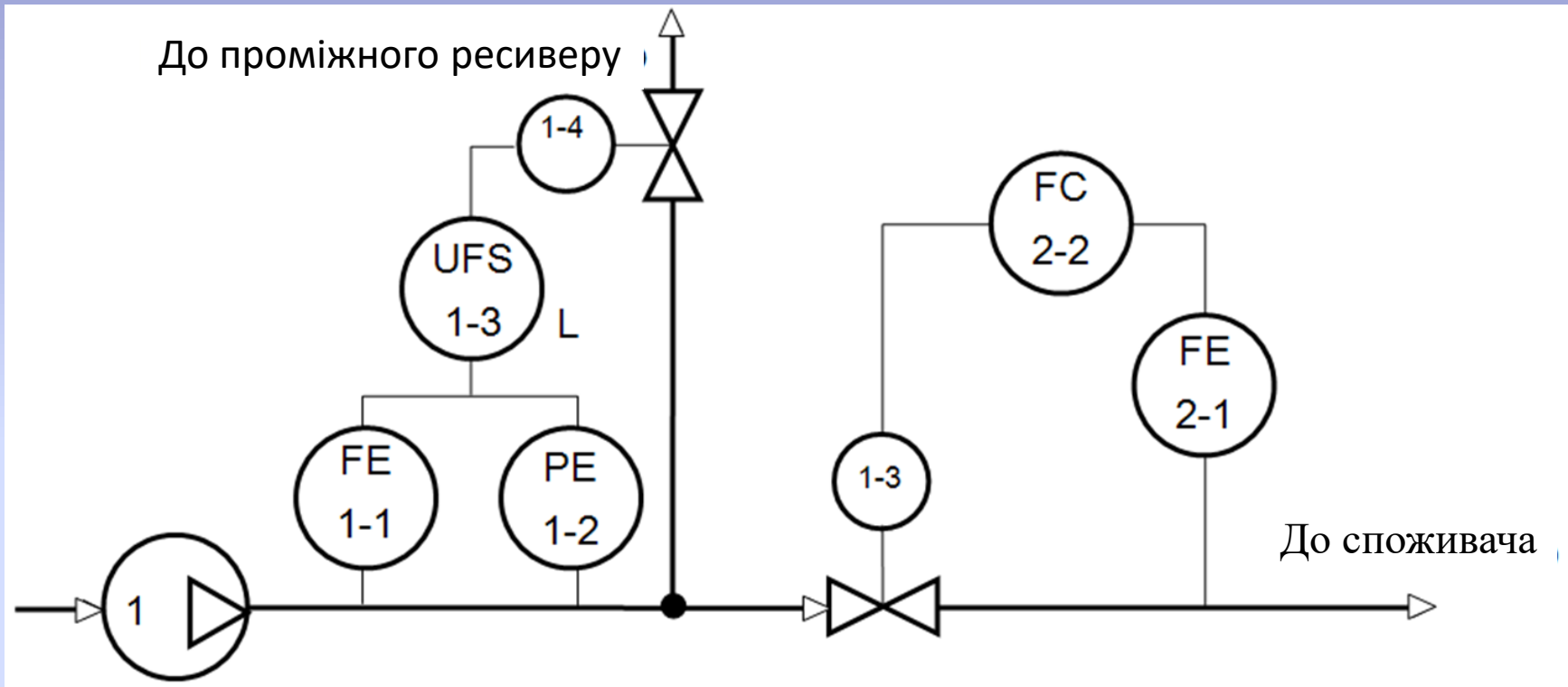
1. Компресор;
2. Датчик витрат (первинний перетворювач);
3. Регулятор витрат;
4. Виконавчий механізм (ВМ).

Особливістю динамічних компресорів є нестійка робота при малих витратах і високому тиску - **помпаж**, що може викликати порушення в роботі САУ і виходу з ладу її елементів.

Для захисту компресора від помпажу збільшують витрату газу і знижують тиск, скидаючи надлишки в проміжний ресивер.

Якщо робочим газом є повітря, то при спрацьовуванні протівопомпажної системи скидання може здійснюватися в атмосферу.

ФСА регулятора витрат динамічного компресора з захистом від помпажу



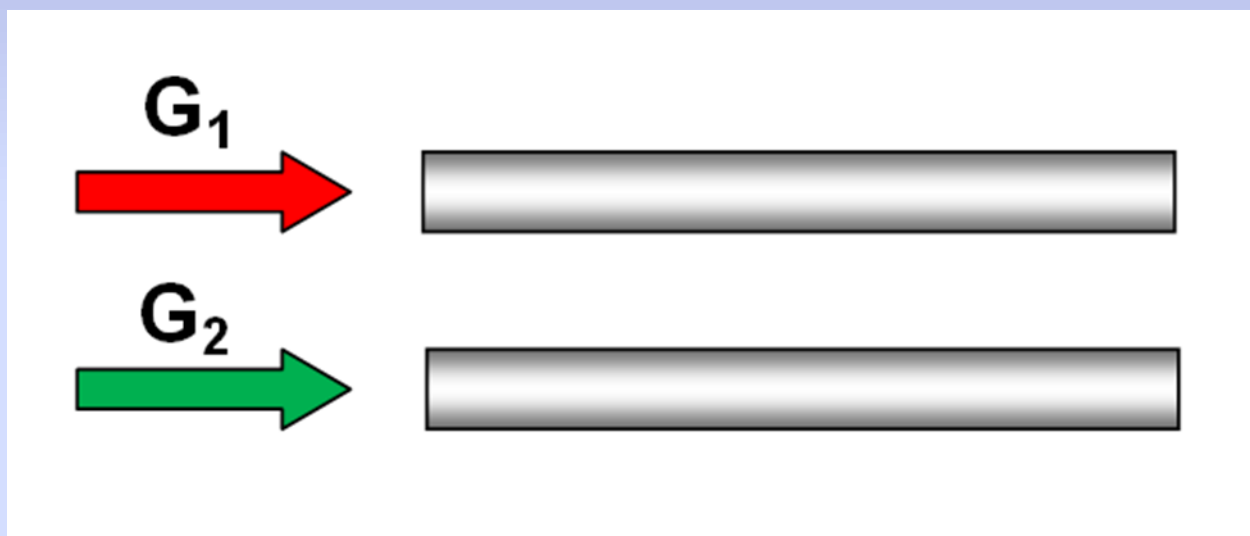
1. – Компресор;

1-1 Датчик витрат; 1-2 Датчик тиску; 1-3 Обмежувач співвідношення витрат і тиску в магістралі; 1-4 ВМ обмежувача;

2-1 Датчик витрат; 2-2 Регулятор витрат; 1-3 ВМ регулятора.

***Питання 5. АСУ співвідношенням витрат
(концентрації)***

Часто для виконання регламенту технологічного процесу необхідно забезпечити задане співвідношення витрат речовин у двох магістралях.



G_1 – ведуча витрата;

G_2 – ведена витрата.

Співвідношення витрат повинно залишатися незмінним:

$$\frac{G_1}{G_2} = c = \textit{const}$$

Виходячи з цього маємо:

$$G_2 = c \cdot G_1$$

Завдання управління:

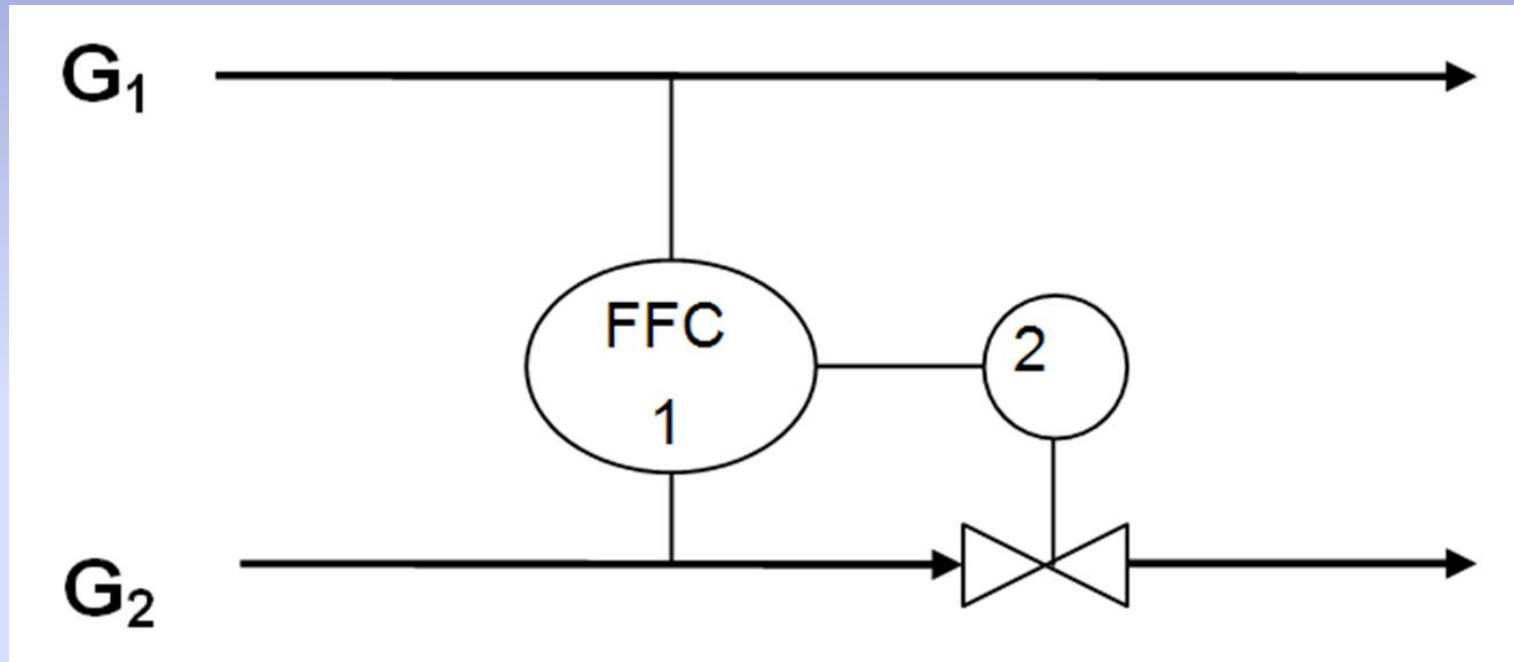
Підтримання заданого співвідношення витрат (концентрації).

$$C = C_{\text{зад}}$$

РП – “С” - співвідношення витрат;

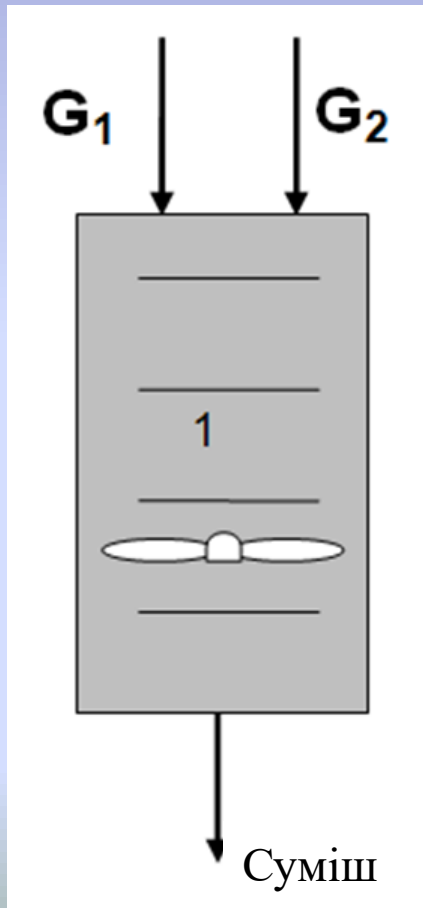
РФ – G_2 – ведена витрата.

Якщо ведучу витрату не задано, то ФСА співвідношення витрат у двох магістралях має вигляд:



1. Регулятор співвідношення витрат : G_1 і G_2 ;
2. Виконавчий механізм.

Якщо ведучу і ведену витрату подати в змішувач, то на виході змішувача отримаємо суміш заданої концентрації.



Для запобігання переповнення змішувача ведучу витрату коригують за рівнем в змішувачі.

Завдання управління:

1. Підтримання заданого співвідношення витрат (концентрації).

$$C = C_{\text{зад}}$$

2. Підтримання заданої ведучої витрати:

$$G_1 = G_{1\text{зад}}$$

3. Підтримання заданого рівня у змішувачу:

$$L = L_{\text{зад}}$$

РП: c ; G_1 ; L

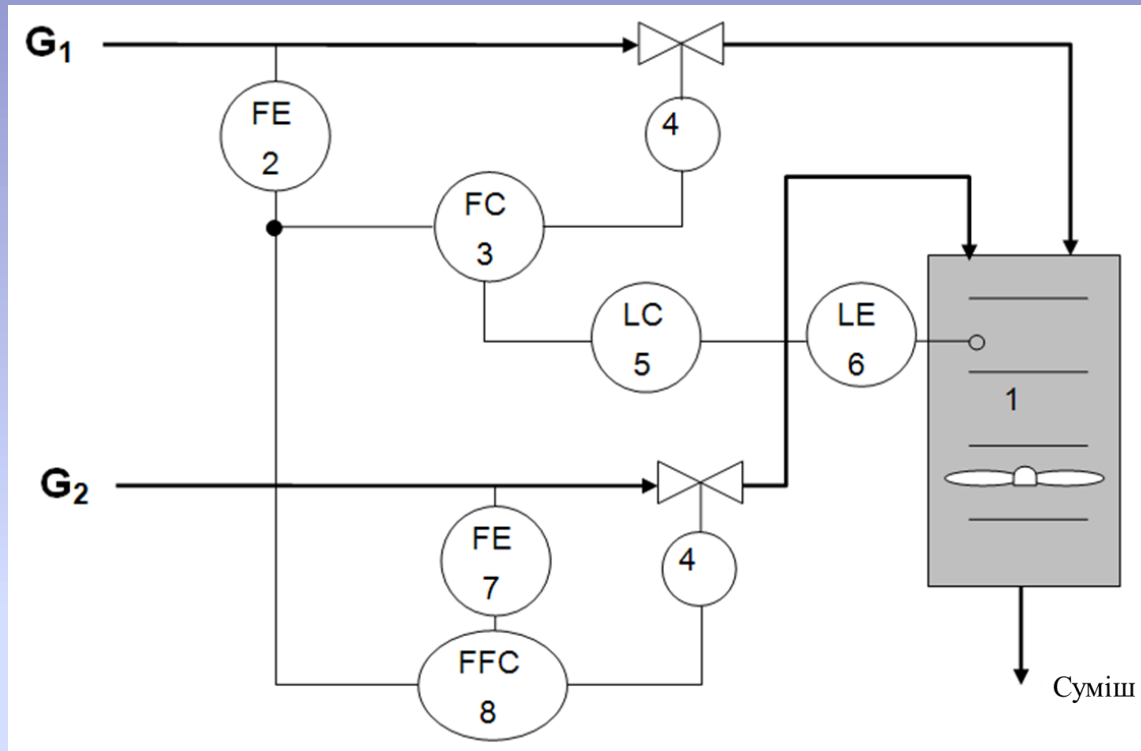
РФ:

1. G_2 – ведена витрата;

2. m – положення дросельного крану у магістралі G_1 ;

3. $G_{1\text{зад}}$ – задане значення витрати у магістралі G_1 .

ФСА реактора змішувача



1 . Змішувач; 2. Датчик витрати G_1 ; 3. Регулятор витрати G_1 з корекцією за рівнем у змішувачі; 4. Виконавчий механізм; 5 Регулятор рівня; 6. Датчик рівня; 7. Датчик витрати G_2 ; 8. Автоматичний регулятор співвідношення витрат G_1 і G_2 .

Завдання на самопідготовку

1. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 «Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах»