

Лекція

Виконавчі механізми і регулюючі органи

- 1 Виконавчі механізми.
- 2 Регулюючі органи.

Регулювання потоків різноманітних рідин і газів є невід'ємною складовою будь-якого технологічного процесу. Для цього використовують **регулюючі органи**, які можна умовно поділити на дві складові компоненти:

- власне регулюючий орган (РО), який безпосередньо взаємодіє з речовиною, матеріалом або теплоносієм і призначений для зміни кількісних або якісних характеристик потоків речовини або енергії;
- виконавчі механізми (ВМ), які призначені для переміщення регулюючого органу (РО) відповідно до команди від автоматичного регулятора. Практично виконавчий механізм перетворює сигнал однієї природи, який надходить з автоматичного регулятора, на механічне переміщення регулюючого органу. Крім того, ВМ можна розглядати як підсилювач потужності, за допомогою якого слабкий сигнал регулятора, багаторазово підсилюючись за рахунок енергії живлення виконавчого механізму, подається на регулюючий орган.

1 Виконавчі механізми

Залежно від роду енергії, яка використовується **виконавчим механізмом**, вони поділяються на електричні, пневматичні та гідравлічні. В системах автоматизації процесів харчових виробництв використовуються в основному електричні та пневматичні виконавчі механізми.

Електричні виконавчі механізми, які використовують електричну енергію, поділяються на електромагнітні та електродвигунні.

В електромагнітних виконавчих механізмах переміщення РО відбувається за рахунок дії електромагнітної котушки. За принципом своєї дії такі виконавчі механізми можуть використовуватись у випадках, коли регулюючий орган повинен займати фіксовані положення, наприклад, «Відкрито» та «Закрито» в релейних (позиційних) системах автоматичного регулювання.

Найпростіші електромагнітні виконавчі механізми (соленоїдні) (рис. 4.1) мають одну електромагнітну котушку (ЕК). Коли на неї подається управляючий сигнал у вигляді постійного або змінного струму, шток втягується в котушку соленоїда, і клапан повністю

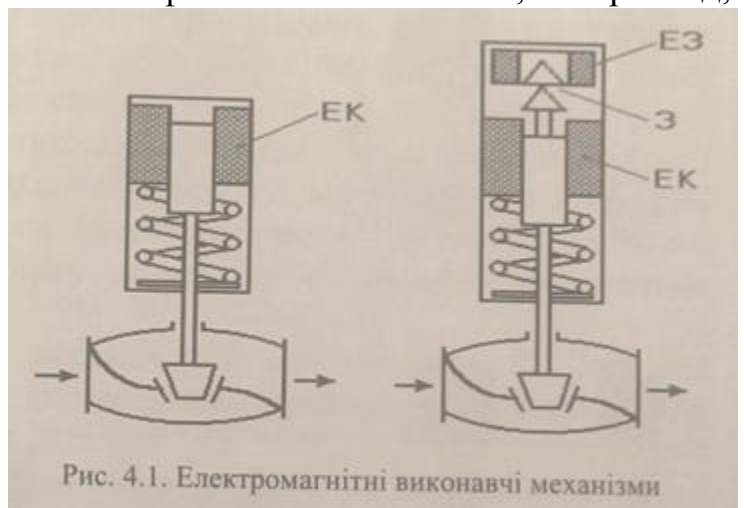


Рис. 4.1. Електромагнітні виконавчі механізми

відкривається. Коли управляючий сигнал знімається, шток під дією зворотної пружини повертається у вихідний стан, і клапан закривається.

Недоліком такої конструкції є постійне споживання електроенергії. Тому такі виконавчі механізми доцільно використовувати у випадках короткочасного спрацьовування.

Більш економічними є електромагнітні ВМ з додатковим електромагнітом (ЕЗ), який управляє спеціальною защіпкою (З). Коли подається сигнал на головний електромагніт ЕК, шток втягується в котушку соленоїда, спрацьовує защіпка (З) і фіксує шток у цьому положенні. При цьому блокуючий контакт розриває ланцюг живлення головної котушки. Якщо необхідно закрити клапан, управляючий сигнал подається на котушку защіпки (ЕЗ), вона відкривається і звільняє шток, який під дією зворотної пружини повертає його у вихідний стан. При цьому інший блокуючий контакт розриває ланцюг живлення котушки защіпки.

Завдяки високій швидкості спрацьовування, електромагнітні виконавчі механізми часто використовують в автоматичних системах блокування. Недоліком їх використання є можливість виникнення гідравлічних ударів у трубопроводах.

Більш поширеними, ніж електромагнітні, є електродвигунні виконавчі механізми. В таких ВМ обертання валу електродвигуна перетворюється на переміщення РО. За характером руху вихідного елемента електродвигунні ВМ поділяються на однообертові, багатообертові та прямоходні. Загальний вигляд електродвигунних виконавчих механізмів показано на рис. 4.2.



В деяких електродвигунних ВМ використовуються електродвигуни з постійною швидкістю обертання вихідного елемента. Вони можуть обертатись у той чи інший бік або знаходитись у нерухомому стані. Ці виконавчі механізми реалізують керуючу дію типових законів регулювання

в імпульсній формі, тобто, коли переміщення вихідного елемента ВМ відбувається за рахунок короткочасних включень електродвигуна в той чи інший бік з певною відповідністю між тривалістю станів включення та відключення. Вони можуть мати контактне або безконтактне управління.

Пневматичні виконавчі механізми працюють на енергії стисненого повітря. Вони відзначаються високою надійністю та простотою обслуговування, а також розвивають досить великі перестановочні зусилля.

Для підключення пневматичних ВМ до керуючих пристроїв з уніфікованими електричними вихідними сигналами необхідно використовувати спеціальні електро-пневмоперетворювачі (рис. 4.3) для перетворення цих електричних сигналів в уніфікований пневматичний сигнал.

Перетворювачі перетворюють уніфіковані електричні сигнали $0...5$, $0...20$, $4...20$ мА на тиск повітря $20...100$ кПа. Принцип їхньої дії ґрунтується на методі силової компенсації, при якому момент, який розвивається котушкою, розташованою в полі постійного магніту, пропорційний вхідному сигналу, компенсується моментом сили, який розвивається сильфоном зворотного зв'язку. Елементом, який установлює рівновагу моментів, є пневматична система «сопло-заслінка».

Вхідний сигнал підключений до котушки, до якої притягується важіль із зусиллям, пропорційним сигналу. Це призводить до зміни відстані між заслінкою у перетворювачі сигналу (ПС) і відповідно до зміни тиску на вході підсилювача і відповідно тиску на виході підсилювача. Цей тиск подається у сильфон зворотного зв'язку, який поновлює рівновагу на важелі. Таким чином, кожному значенню струму на вході буде відповідати значення тиску на виході.

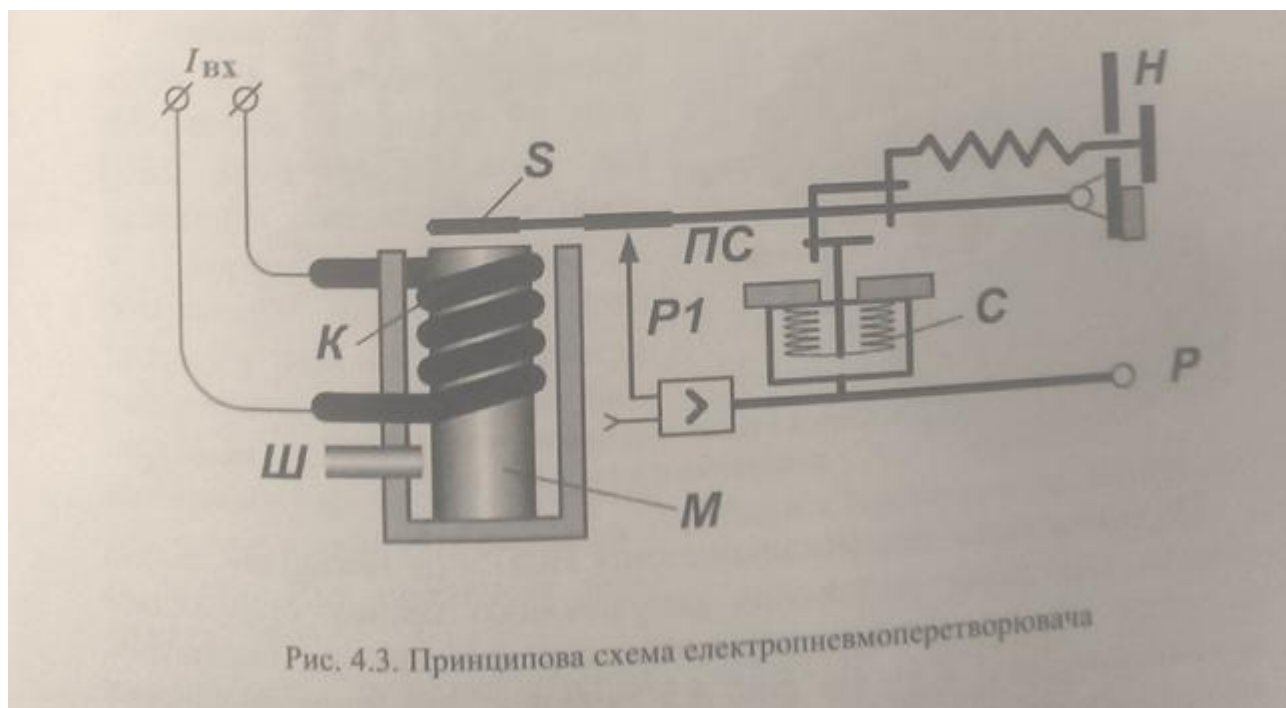
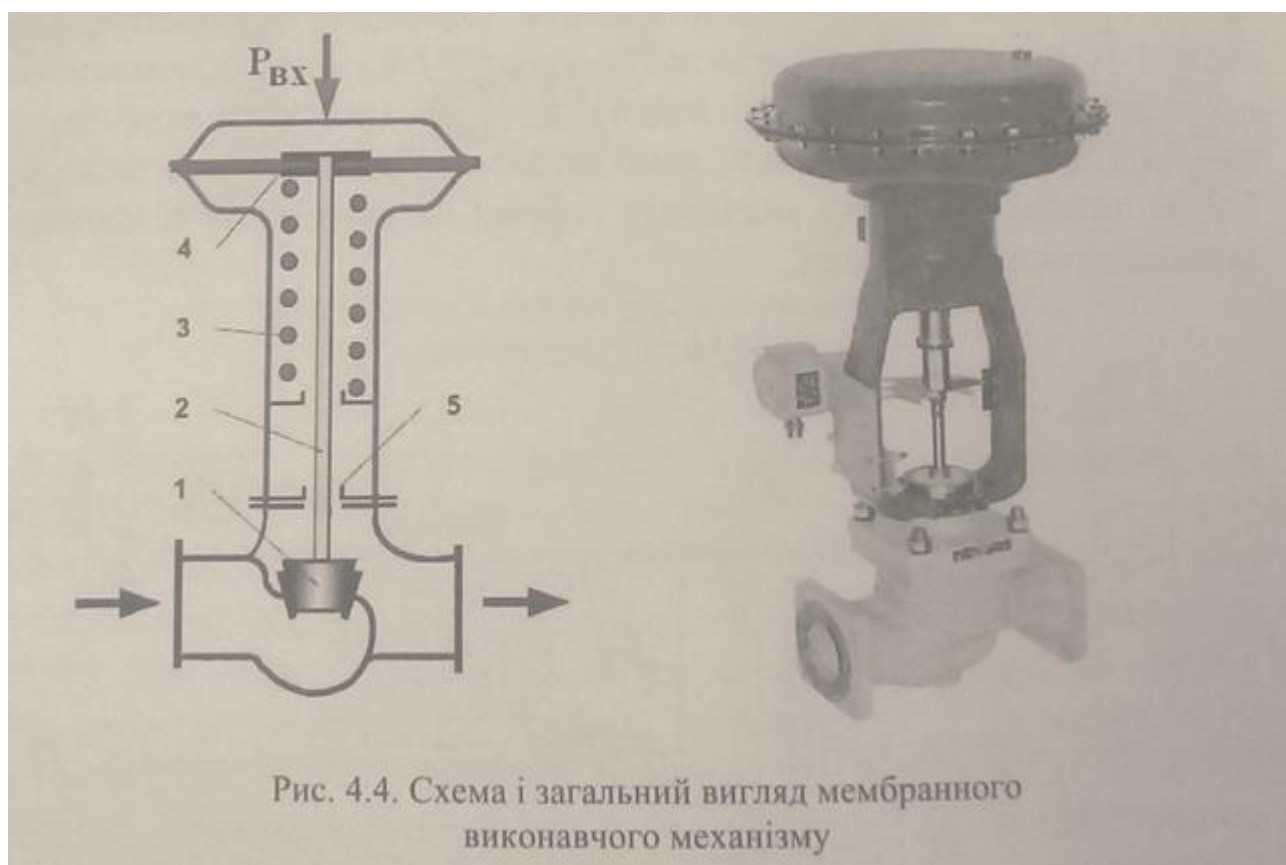


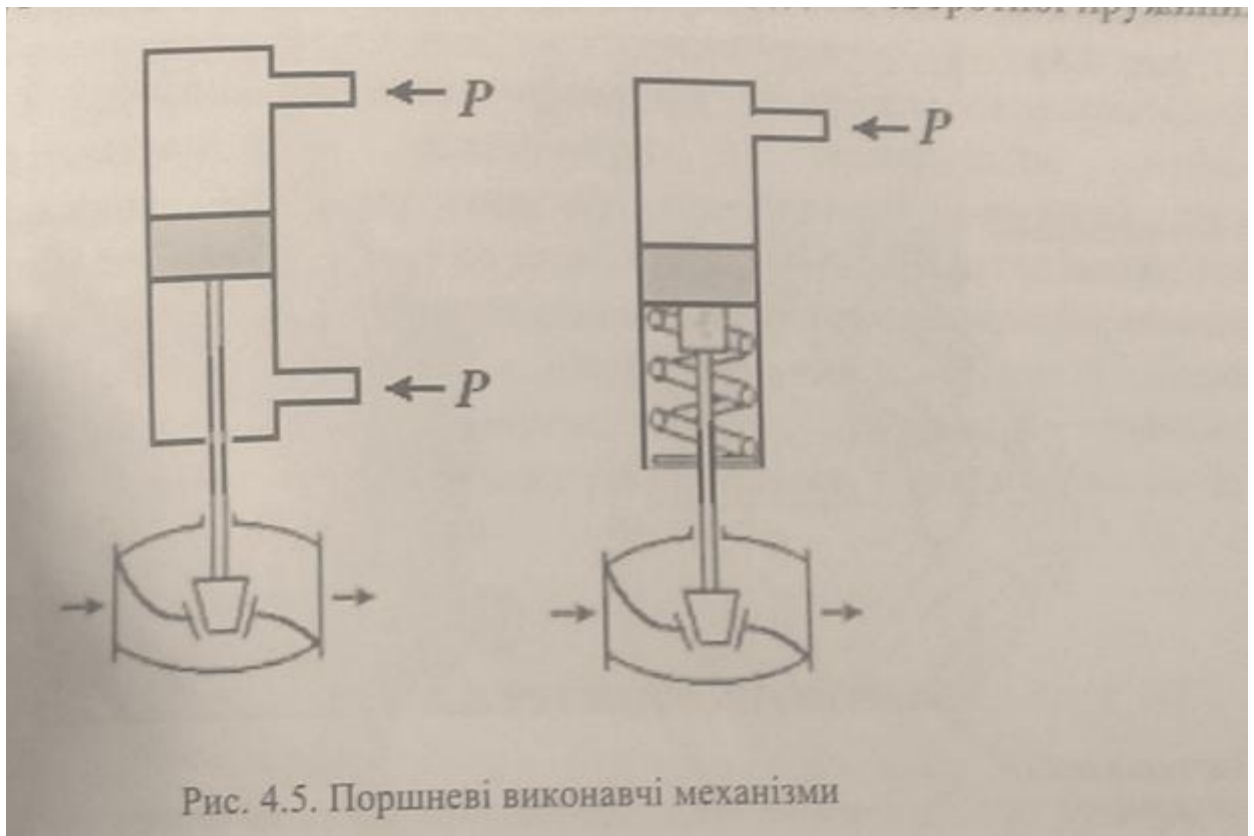
Рис. 4.3. Принципова схема електропневмоперетворювача

Найбільше розповсюдження отримали мембранні ВМ, у яких перестановочне зусилля хоча б в одному напрямку створюється тиском командного повітря, яке змінюється в межах 20...100 кПа.

Схема мембранного ВМ показана на рис. 4.4. Переміщення вихідного штока, з'єднаного з регулюючим органом 1 через сальник 5, в одному напрямку створюється за рахунок тиску стисненого повітря в робочій порожнині на мембрану, в протилежному – за рахунок зворотної пружини 3. Сигнал P подається в герметичну мембрану «головку», в якій знаходиться мембрана з прорезиненої тканини товщиною 2-4 мм з жорстким центром. Управляючий тиск повітря діє на мембрану 4, яка затиснута по периметру між кришками приводу і створює зусилля, яке врівноважується пружиною 3. Таким чином, переміщення штока пропорційне керуючому тиску. Зусилля, яке може створити мембранний ВМ, залежить від вибраного розміру мембрани.

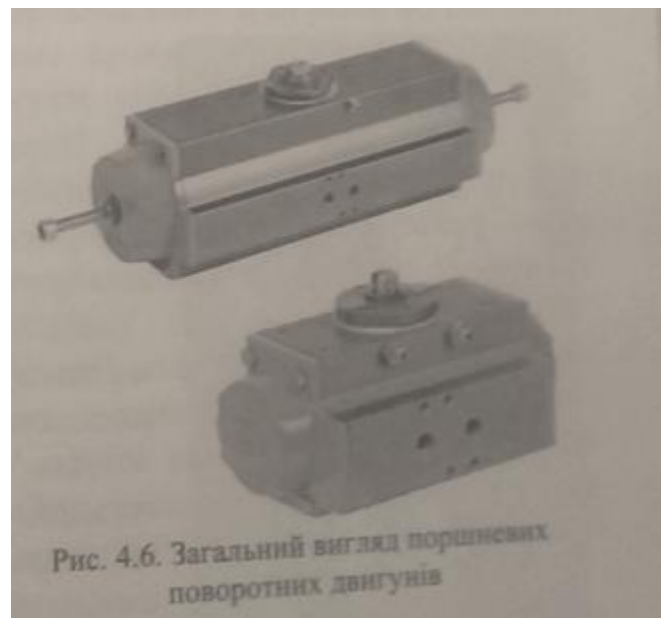


Поршневі виконавчі механізми типу ПСП – це механізми, в яких зусилля для зміни положення регулюючого органу створюється внаслідок зміни тиску робочого середовища у поршневих порожнинах (рис. 4.5). На рис 4.5 показано два типи поршневих виконавчих механізмів. В одному переміщення робочого штоку в різні боки відбувається під дією тиску, який подається в одну або іншу порожнину. У другому переміщення штоку в один бік відбувається під дією тиску, а в інший – під дією зворотної пружини.



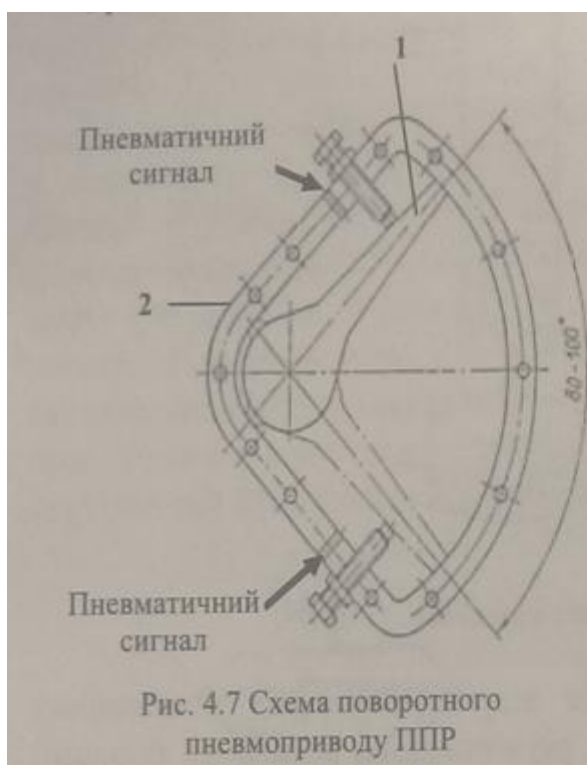
Поршневі виконавчі механізми відрізняються від мембранних більшою величиною переміщення регулюючого органу та більшим зусиллям, яке він передає.

Різновидом поршневих механізмів є поршковий поворотний пневмодвигун типу ПДП, який призначений для здійснення обертального руху. У корпусі пневмодвигуна розміщена шестерня. Вона входить у зчеплення зі штоком-рейкою, яка з'єднує поршні двох пневмоциліндрів. Один



пнеumoциліндр обертає шестерню в один бік, а другий – в інший. Кут обертання валу двигуна .

Широке розповсюдження отримали лопатеві виконавчі механізми, до яких належать поворотні пневмодвигуни типу ППР. Принцип дії пневмоприводу базується на створенні обертового моменту на валу поворотної заслінки 1 (лопати), яка переміщується всередині порожнистого корпуса 2 під дією стисненого повітря (рис. 4.7, рис.4.8).



Поршневі поворотні пневматичні виконавчі механізми використовуються для поворотних регулюючих органів: заслінок і шарових кранів.

На рис.4.9 показана регулююча заслінка з пневматичним поворотним виконавчим механізмом.

Для забезпечення точності встановлення вихідного елемента пневматичних ВМ та підвищення їх швидкості при використанні їх у тяжких умовах (велика швидкість проходження середовища, підвищена в'язкість, великі розміри ВМ, велика довжина пневматичної з'єднувальної лінії) в комплекті з ними додатково використовують позиціонери, які являють собою пневматичний або електропневматичний підсилювач потужності зі зворотним зв'язком за положенням вихідного елемента ВМ.

У сучасних системах управління як правило використовують електропневматичні позиціонери з електричним сигналом управління. У цьому випадку електричний керуючий сигнал подається безпосередньо на позиціонер, що звільняє від необхідності користування в щиті управління електропнеумоперетворювачів, а отже спрощує монтаж і обслуговування системи і зменшує ймовірність відмов. Перспективним напрямом вважається використання інтелектуальних позиціонерів з підключенням їх до промислових мереж.

2 Регулюючі органи

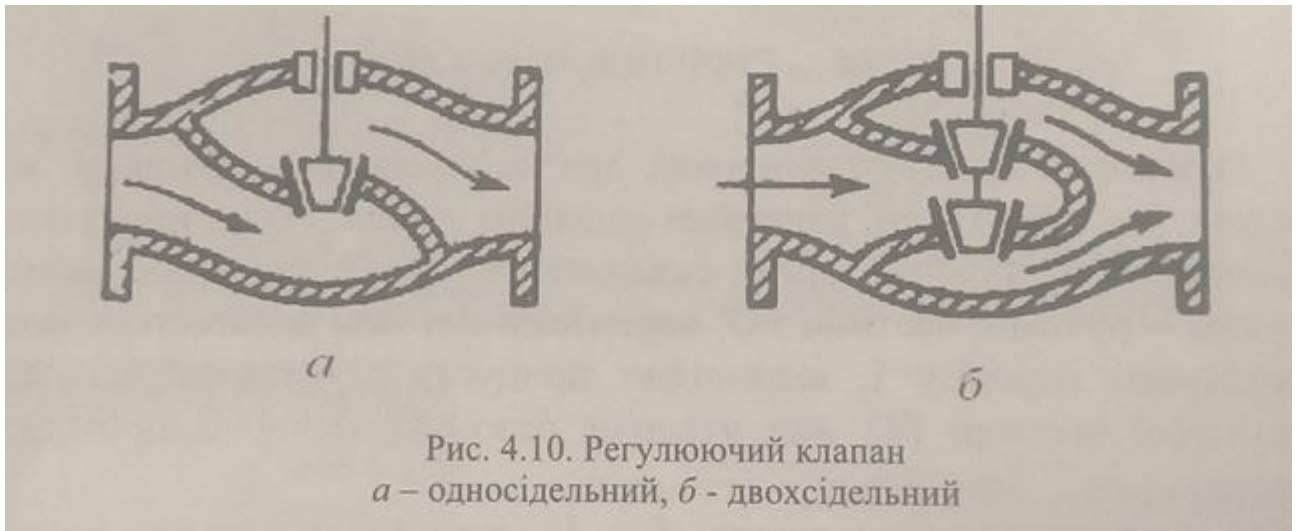
Регулюючі органи призначені для зміни витрати речовини або енергії до об'єкта регулювання шляхом зміни його пропускної здатності. Регулюючий орган складається з двох основних частин: затвора – рухомої частини РО, переміщенням якої досягається зміна прохідного перерізу і, відповідно пропускної здатності; сідла – нерухомої частини РО, яка утворює разом із затвором прохідний переріз.

Під пропускною здатністю РО K_v розуміють витрату рідини (), густиною 100 кг/ , яку пропускає РО при перепаді тиску на ньому 0,1 МПа. Пропускна здатність залежить від типу та розміру РО і ходу його затвора. Величину K_v виражають у . Максимальну величину пропускної здатності, яка відповідає повністю відкритому РО, називають умовною пропускною здатністю. Її також виражають у . Умовним проходом у РО називають номінальний діаметр проходу РО у з'єднувальних фланцях та позначають . Значення відрізняється від розмірів усередині корпусу РО.

Залежність пропускної здатності РО від переміщення його затвора називають пропускною характеристикою; залежність прохідного перерізу від переміщення затвора – конструктивною характеристикою.

У системах автоматичного регулювання використовуються регулюючі органи таких типів: одно сідельні та двосідельні клапани, заслінки, шарові крани, засувки, шлангові й діафрагмові РО та ін..

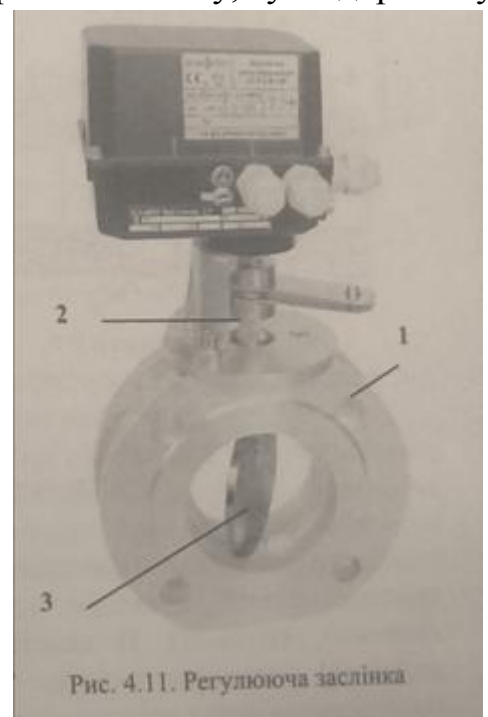
В одно сідельних регулюючих органах (рис. 4.10. а) зміна пропускної здатності досягається за рахунок поступового руху затвора уздовж осі проходу одного сідла, а двосідельних – двох сідел (рис. 4.10. б). Перші мають неврівноважений затвор, оскільки середовище діє на нього зверху та знизу з різними силами. Це впливає на роботу виконавчого механізму, і тому ці клапани використовують для малих та при низькому середовища. Двосідельні клапани мають майже врівноважений затвор, тому що технологічне середовище, яке обтікає його, створює приблизно однакові сили. Тому їх використовують у виконавчих пристроях великого розміру при роботі з великими тисками середовища.



Регулюючі клапани випускають з лінійною та рівновідсотковою пропускною характеристикою. При лінійній характеристиці величина пропускної здатності пропорційна положенню затвора, а при рівновідсотковій – приріст пропускної здатності пропорційний поточному значенню пропускної здатності. Пропускную характеристику клапана вибирають такою, щоб забезпечити постійний коефіцієнт підсилення автоматичної системи регулювання на всьому діапазоні роботи клапана. Якщо основними збуреннями об'єкта є зовнішні, наприклад, зміна складу сировини, то бажано вибирати клапан з лінійною характеристикою. Якщо ж основним збуренням об'єкта є збурення по регулюючому каналу, наприклад, зміна тиску середовища, яке проходить через клапан, то вибирають клапан з рівно відсотковою характеристикою.

Заслінка – регулюючий орган у якому зміна пропускної спроможності досягається за рахунок повороту заслінки. Заслінки порівняно з іншими регулюючими органами мають невеликі габарити та масу, у відкритому положенні мають невеликий гідравлічний опір, не створюють застійних зон. РО являє собою кільцевий корпус 1 (рис. 4.10), у якому на валу 2, розташованому перпендикулярно потоку, обертається заслінка 3. Для забезпечення можливості щільного перекриття пропускного отвору при закритті заслінки з внутрішнього боку корпуса або по зовнішній поверхні (по краю) заслінки закріплюється ущільнювальне кільце з відповідних матеріалів.

Для регулювання потоків агресивних середовищ розроблено **діафрагмовий РО** (рис.4.12). Зсередини чавунний корпус 1 покривається хімічно стійкими матеріалами (поліетиленом, гумою, фторопластом) або емаллю. Гнучкий затвор – еластична діафрагма 2 виготовляється з гуми або фторопласту. Вона



закріплена між корпусом 1 та кришкою 3, а у центрі прикріплена до хрестовини 4. Для запобігання прогину діафрагми під тиском робочого середовища використовується телескопічна опора 5.

Переміщення центра діафрагми викликає зміну прохідного перерізу РО. Ці регулюючі органи призначені для роботи при низьких тисках та нормальній температурі.

Для зміни витрати середовищ, які мають тверді частки, використовують **шлангові РО** (рис. 4.13). Роль затвора виконує еластичний шланг 3, який закріплений між корпусом 1 та фланцями 2. У середині шланг передавлюється роликами 5 та 6, які рухаються в протилежних напрямках під дією переміщення штока 4. Шланг виготовляється з гуми, фторопласту, поліетилену. Шлангові РО виключають застій продукту, забезпечують швидку зміну шланга. Але їх можна використовувати лише при температурах до та невеликих тисках (до 980 кПа).

