Лекція 12

ГІДРОАПАРАТУРА ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ. ДОПОМІЖНІ ПРИСТРОЇ ГІДРОПРИВОДА

Викладач: доцент кафедри МІтаАТ
к.т.н. Степчин Я.А.

Класифікація гідроапаратів

Гідроапаратом називають пристрій, призначений для зміни параметрів потоку рідини або для підтримання їх заданого значення.

Основними параметрами, що потребують регулювання в гідросистемах, є тиск, витрата робочої рідини і напрям руху.

Гідроапарат у гідравлічний системі виконує такі функції:

а) змінює напрям руху рідини;

б) відкриває або перекриває потік рідини;

в) змінює його параметри: витрату і тиск або підтримує їх на заданому рівні.

Серед усієї групи гідроапаратів виділяються три основні типи:

1) гідророзподільники;
2) гідроклапани;
3) гідродроселі.

1 **Гідророзподільники.** Основне їх призначення – це зміна напрямку потоку робочої рідини в двох або більше гідролініях залежно від зовнішньої керувальної дії.

2 **Гідроклапани** – це пристрої, які можуть регулювати, підтримувати на заданому рівні або обмежувати тиск робочої рідини в гідросистемах. Бувають запобіжні (захищають систему від підвищення тиску вище встановленого рівня); напірні (переливні) – підтримують заданий рівень тиску; редукційні (знижують тиск) і зворотні (пропускають рідину в заданому напрямі).

3 **Гідродроселі** – це регулювальні пристрої, які встановлюють бажаний зв'язок між перепадом тиску Δp до і після дроселя і витратою Q робочої рідини.

Обов'язковою деталлю кожного гідроапарата є запірно-регульований елемент, що частково або повністю перекриває потік рідини: золотник, кран і клапан.

Якщо апарат змінює параметри потоку рідини, він є регульованим.

У гідроапаратах клапанної дії величина відкриття прохідного перерізу (робочого отвору) змінюється під дією потоку рідини.

В апаратах неклапанної дії (розподільники, дроселі) зміну прохідного перерізу потрібно виконувати ззовні (перемістити золотник, повернути кран).

Гідророзподільники. Основні типи і принцип дії

Розподільники поділяють:

1. За конструкцією запірно-регульованого елемента на золотникові, кранові та клапанні.
2. За кількістю зовнішніх гідроліній – на дволінійні і багатолінійні.
3. За кількістю позицій: двопозиційні, трипозиційні і багатопозиційні.
4. За видом керування: з ручним, механічним, електричним, гідравлічним і пневматичним приводом.

4-лінійний 3-позиційний розподільник з електричним керуванням (рис. 1).

Найбільш поширеним є **золотниковий розподільник**. Схема золотникового розподільника показана на рис. 2.

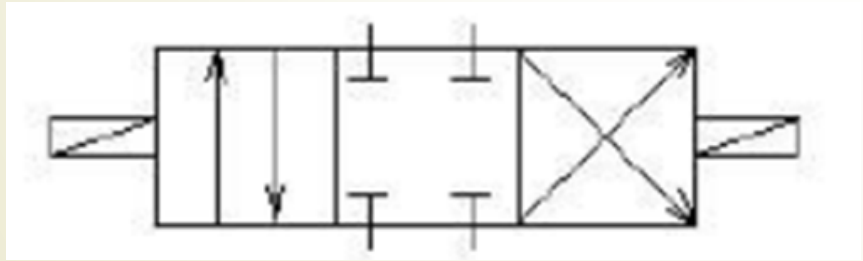


Рис. 1. Умовне позначення гідророзподільника

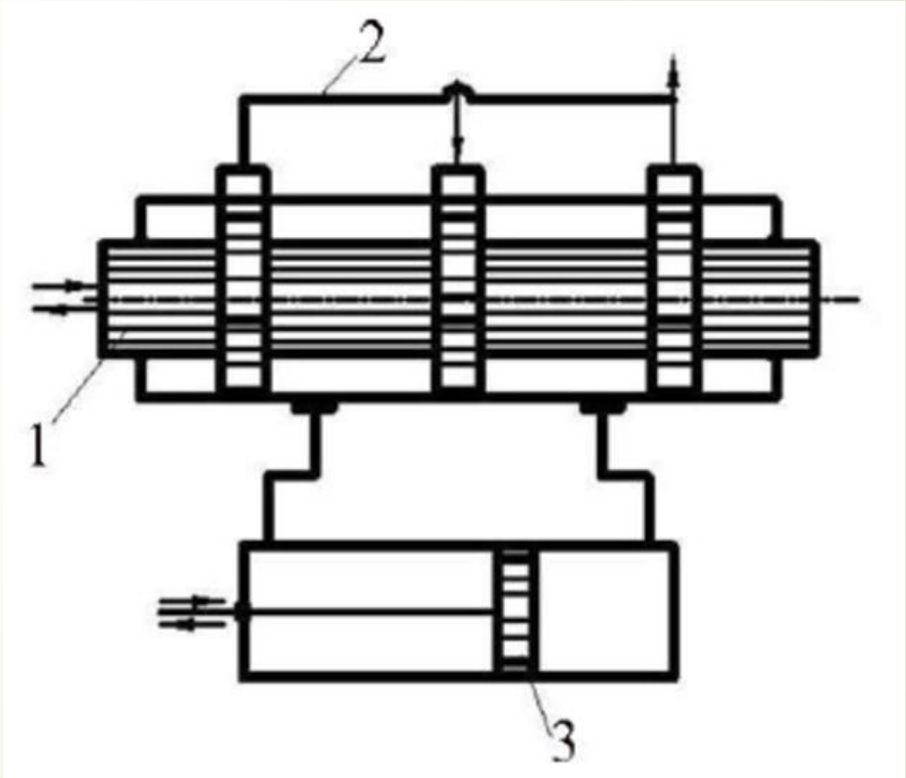


Рис. 2. Золотниковий розподільник: 1 – золотник; 2 – корпус (гільза); 3 – поршень

Втрати тиску в розподільнику визначають за формулою:

$$\Delta p_р = \Delta p_{ном} \left(\frac{Q_ф}{Q_{ном}} \right)^2,$$

де $Q_{ном}$ і $\Delta p_{ном}$ – номінальна подача і втрати тиску на номінальній подачі (паспортні дані);

$Q_ф$ – фактична подача рідини в гідроапараті.

Кранові розподільники працюють від зовнішньої механічної дії і застосовують за невеликих подач і тисків (до 10 МПа). Регульованим елементом у них є конічна пробка, яка повертається за допомогою рукоятки.

У **клапанних розподільниках** (рис 3.) запірно-регульованим елементом є сідло-клапан (конічний або кульковий), можуть працювати за великих тисків (до 32 МПа).

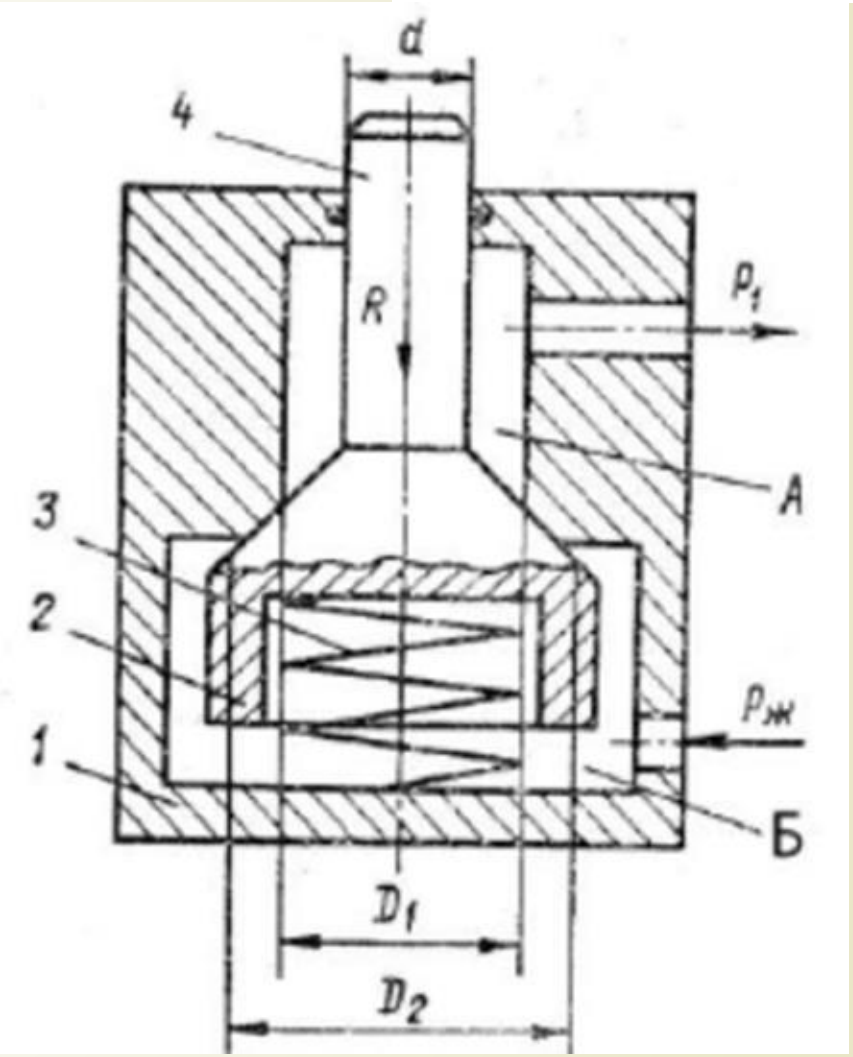


Рис. 3. Клапанний розподільник: 1 - корпус; 2 - конічний клапан; 3 - пружина; 4 - шток

Гідроклапани. Призначення, основні види

Гідроклапан – це гідроапарат, в якому ступінь відкриття прохідного перерізу (положення запірно-регульованого елемента) змінюється під дією тиску робочої рідини, що проходить через нього.

Гідроклапани бувають **регулювальні** і **напрямні**. Регулювальні – клапани тиску, призначені для регулювання тиску в потоці робочої рідини (напірні і редукційні клапани).

Напірні гідроклапани поділяють на запобіжні, які захищають систему від тиску, що перевищує допустимий, і переливні, призначені для підтримування заданого рівня тиску шляхом безперервного зливання робочої рідини під час роботи.

Сила тиску пружини $F_{пр}$ врівноважується силою тиску рідини $F_т$, що діє на запірний елемент. За умови $F_{пр} = F_т$ – клапан закритий. Сила тиску $F_т$ визначається з умови:

$$F_m = p\frac{\pi d_y^{\,2}}{4},$$

де p – тиск рідини в системі;
dy – діаметр сідла клапана (умовного проходження рідини).

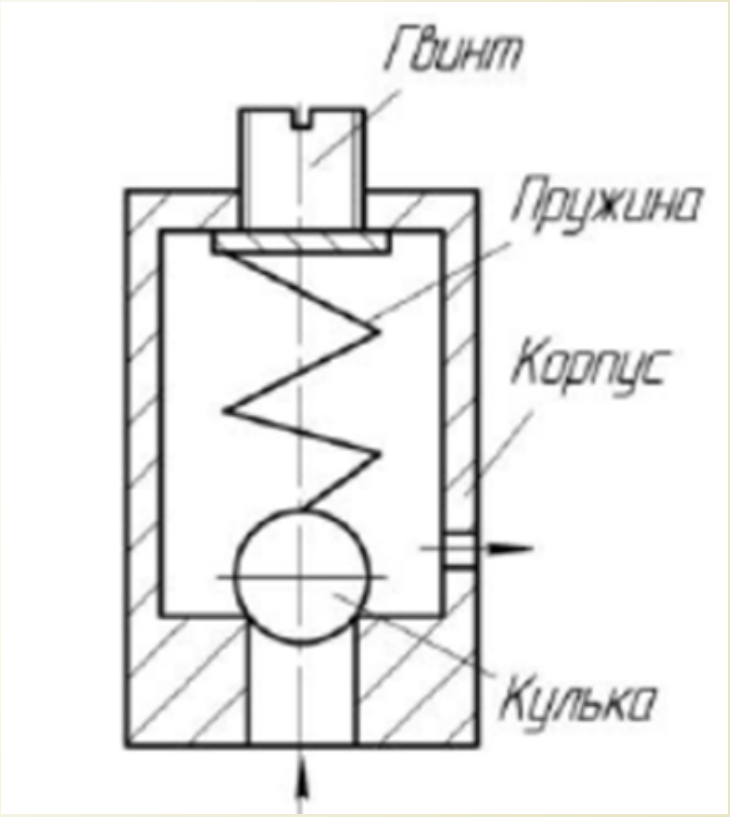


Рис. 4. Будова кулькового напірного клапана

Редукційні клапани призначені для підтримування у потоці, що відводиться, стабільного тиску p_2, більш низького, ніж тиск p_1 у потоці, що підводиться.
Напрямні (зворотні) клапани пропускають рідину лише в одному напрямку.

Гідравлічні дроселі

Гідродросель – це регулювальний гідроапарат, що являє собою спеціальний місцевий опір, призначений для зміни тиску в потоці робочої рідини. Його основне призначення – встановити зв'язок між витратою рідини, що пропускається, та перепадом тиску до і після дроселя. Дроселі поділяють на регульовані і нерегульовані. Регульовані дроселі (умовне позначення показане на рис. 5) широко використовують у гідроприводі для регулювання швидкості руху вихідної ланки гідродвигуна.
У системах гідроавтоматики поширені голкові, щілинні та гвинтові дроселі. Схема голкового дроселя наведена на рис. 6.

Зміна площі прохідного перерізу дроселя досягається за рахунок осьового переміщення голки.

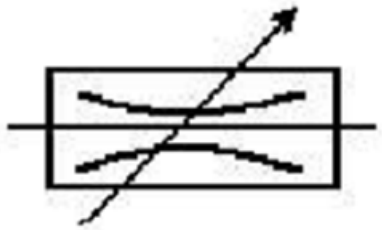


Рис. 5. Умовне позначення регульованого дроселя

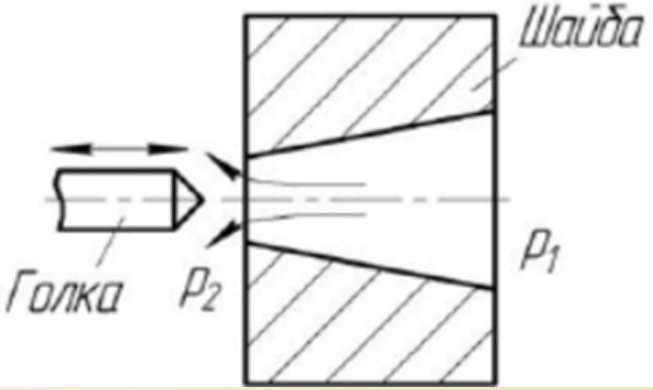


Рис. 7. Схема голкового дроселя

Витрату рідини через дросель будь-якої конструкції визначають за формулою:

$$Q_{др} = \mu S_{др} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}},$$

де μ – коефіцієнт витрати дроселя,
для голкових дроселів μ = 0,75 – 0,8;
$S_{др}$ – площа прохідного перерізу дроселя;
$\Delta p = p_1 - p_2$ – різниця тисків на дроселі;
ρ – густина рідини.
Залежно від швидкості V руху рідини дроселі поділяють на ламінарні і турбулентні.

1. **Ламінарні дроселі** – це капілярні (l/d >>20) канали з малим прохідним перерізом і великою довжиною. У цих дроселях рух рідини ламінарний. Різниця тисків прямо пропорційна швидкості руху рідини (Δp ~ V). Її визначають за формулою Пуазейля:

$$\Delta p = \frac{128 \rho \nu l Q}{\pi d^4},$$

де l, d – довжина і діаметр каналу;
ρ – густина;
Q - витрата рідини; ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості.
2. **Турбулентні дроселі** – це шайби або втулки (отвори в пластині). Режим руху рідини – турбулентний. Тоді різниця тисків пропорційна квадрату швидкості Δp ~V^2(Q^2) і не залежить від в'язкості рідини.

Допоміжні пристрої гідроприводу

Гідравлічні фільтри

Очищення робочої рідини для підвищення надійності та довговічності гідроприводів забезпечують за допомогою фільтрів.

Фільтром називають гідроапарат для видалення з робочої рідини механічних частин методом фільтрування: рідину пропускають через пористе середовище, поверхню з отворами (сітку) або спеціальні щілини, в яких затримуються механічні частини.

Залежно від типу фільтрувального елемента фільтри поділяють на **сітчасті, пористі і щілинні**. Для вилучення з рідини феромагнітних частин застосовують магнітні фільтри.

До основних експлуатаційних параметрів фільтрів відносять:

ступінь фільтрації δ, мкм;

номінальну витрату рідини $Q_{ном}$, $м^3/с$;

номінальний тиск $p_{ном}$, МПа;

номінальну (допустиму) різницю тисків на фільтрі $Δp_{ном}$, МПа.

Сітчасті фільтри застосовують для грубого очищення рідини, інші – для тонкого очищення (δ = 0,08-0,2 мкм).
Перепад тиску у фільтрі: Δp = 0,1 - 0,2 МПа.
Найпоширеніші фільтри: сітчасті 0,05С42-1, 0,012С42-1, пластинчасті 0,08Г41-1; 0,20Г41-2 тощо. Число перед шифром означає точність очищення (мм).
Фільтри залежно від гідролінії поділяють на: **всмоктувальні** (запобігають потраплянню до насоса великих механічних частин, але мають значний гідравлічний опір); **напірні** (їх ставлять із перепускним клапаном) та **зливні** – їх встановлюють на гідробаки.

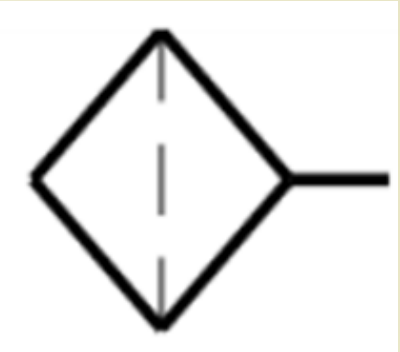


Рис. 8. Умовне позначення сітчастого фільтра

10

Для запобігання руйнуванню напірного фільтра його застосовують із перепускним запобіжним клапаном (рис. 9).

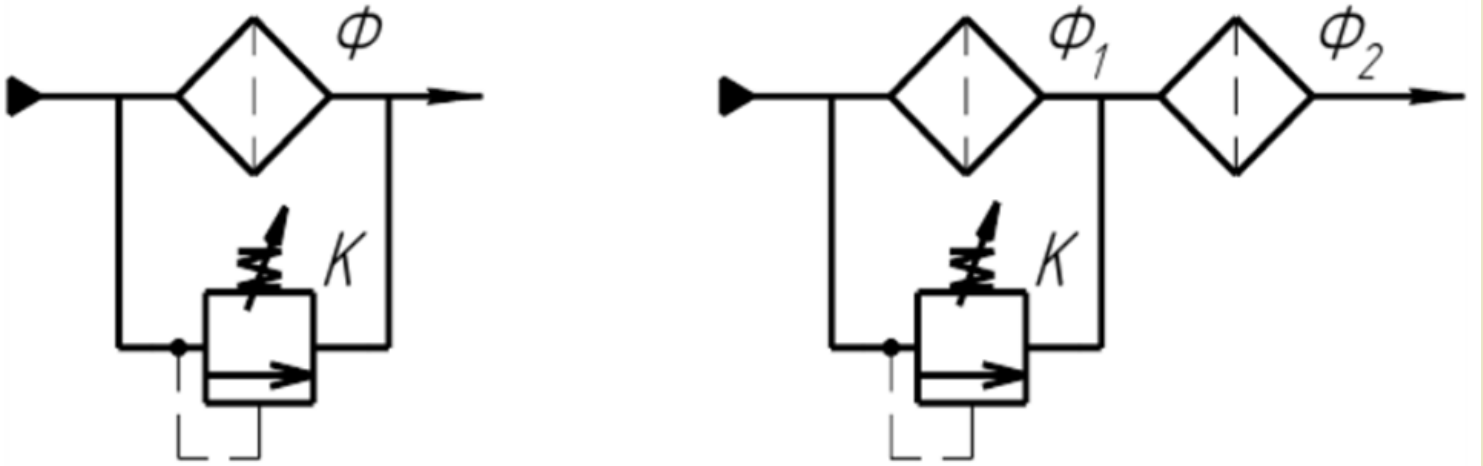


Рис. 9. Схеми включення фільтрів із запобіжним клапаном: а – без очищення перепускної рідини; б – з очищенням перепускної рідини

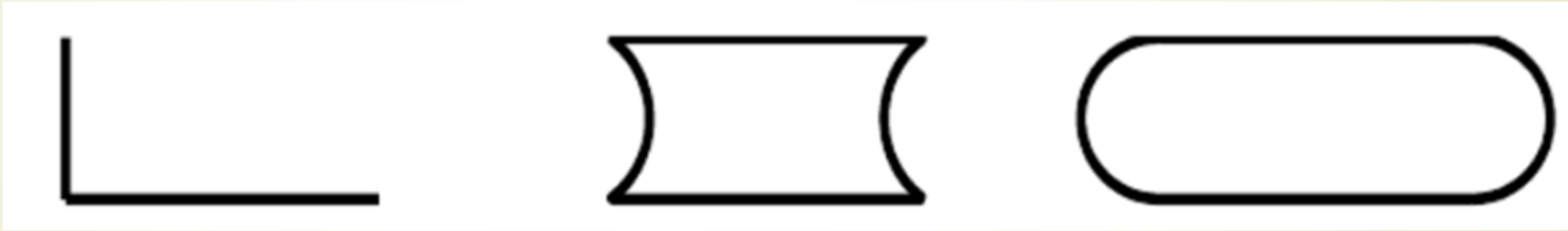
Гідробаки

Гідробаки (рис. 10) призначені для збереження запасу робочої рідини (листова сталь 0,8 - 2,0 мм).

Гідробаки повинні забезпечувати: а) охолодження робочої рідини;
б) видалення з неї пухирців повітря; в) осідання бруду.

Об'єм гідробака V ($м^3$, $дм^3$), беруть таким, що дорівнює дво- або трихвилинній подачі насоса:

$$V = (2-3)Q_H .$$



а) б) в)

Рис. 10. Умовні позначення гідробаків: а – бак під атмосферним тиском; б – бак із вакуумом; в – бак під надлишковим тиском

Гідроакумулятори

Гідравлічним акумулятором називають пристрій для накопичення (акумулювання) в гідросистемі енергії стисненої рідини з подальшим її поверненням (за певних режимів роботи) у гідросистему.

Акумулювання енергії відбувається під час заряджання акумулятора, а повернення – під час розряджання.

Гідроакумулятори застосовують:

1) у металорізальних верстатах у разі, якщо виникає потреба у великих витратах рідини або необхідність довгої витримки системи під тиском робочої рідини;
2) у випадках короткочасної роботи гідроприводу;
3) як аварійне джерело енергії;
4) для згладжування пульсацій тиску в системі.

Залежно від способу накопичення енергії акумулятори поділяють на вантажні (рис. 11, 12), пружинні та пневмогідравлічні (рис. 11).

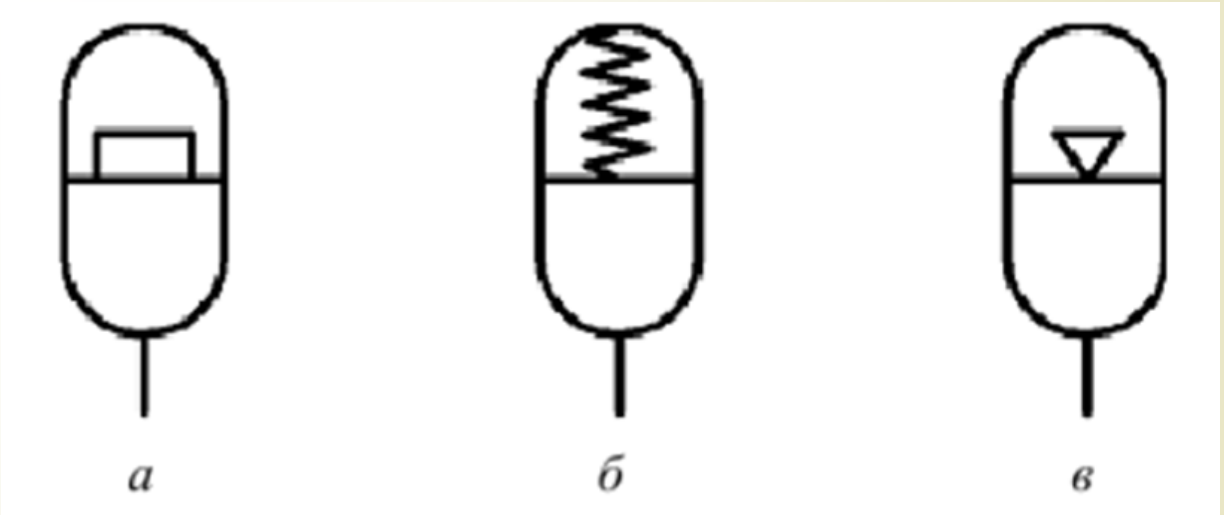


Рис. 11. Умовні позначення гідроакумуляторів:
а – вантажний; б – пружинний;
в – пневмогідравлічний

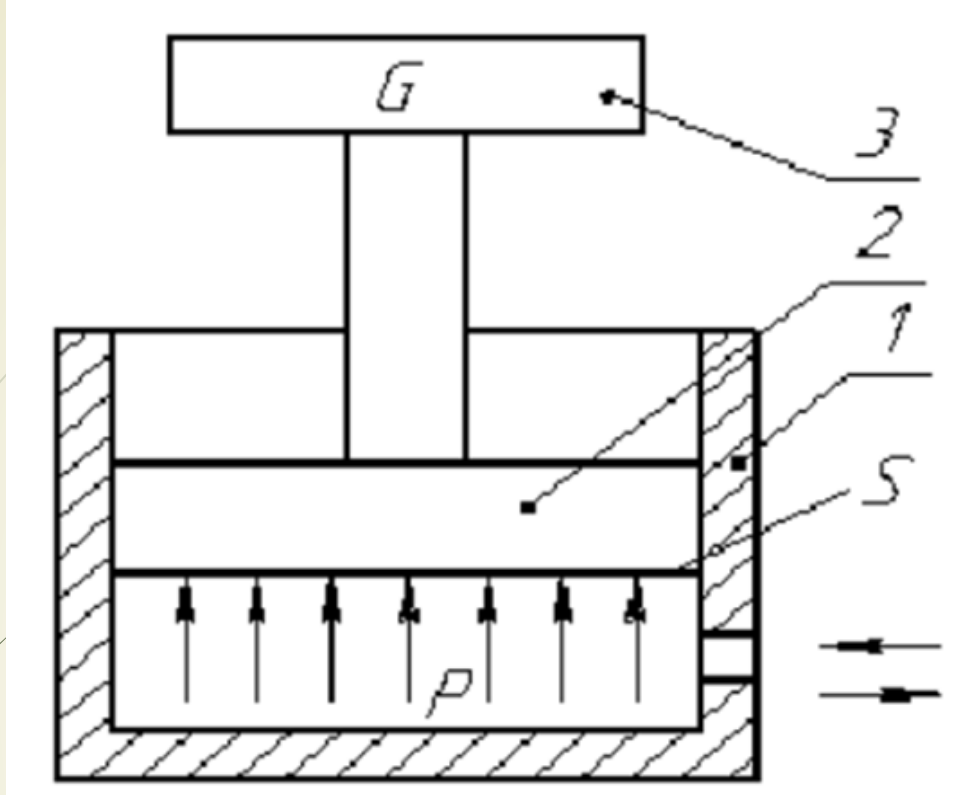


Рис.12. Вантажний гідроакумулятор:
1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – вантаж;
S – площа поршня

$$p = \frac{G}{S},$$

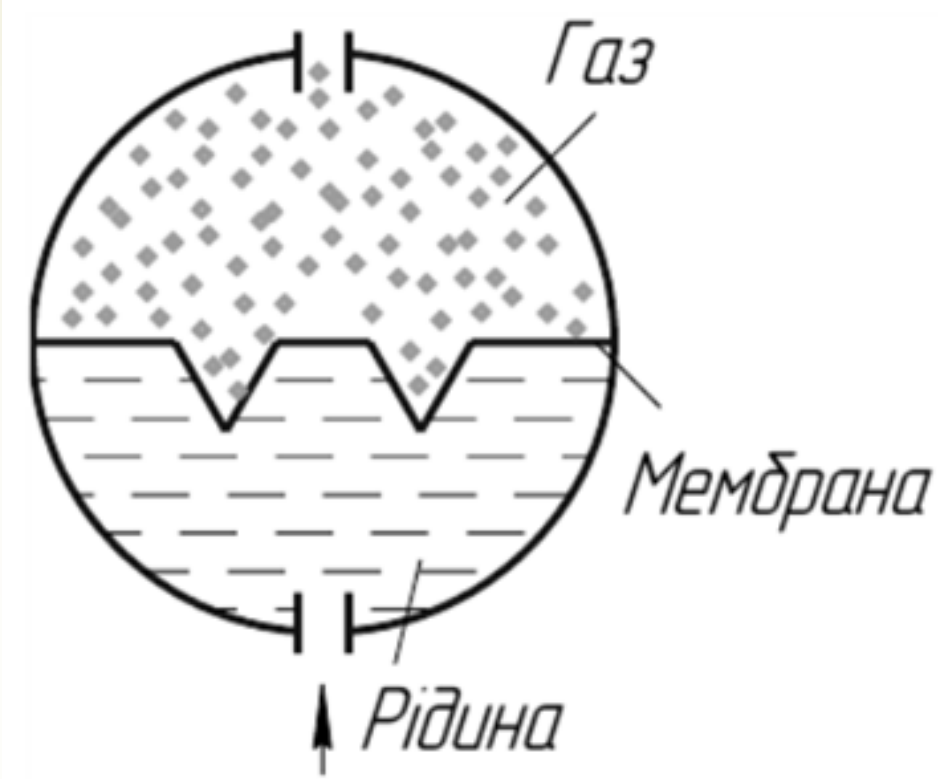


Рис. 13. Пневмогідравлічний акумулятор

Пневмогідравлічний акумулятор (рис. 13) – це закритий балон, заповнений стисненим газом і розділений із рідиною мембраною

Гідролінії

Гідравлічні лінії – це трубопроводи, якими проходить робоча рідина від одного елемента до іншого під час роботи гідроприводу.

За призначенням гідролінії поділяють на:

а) всмоктувальні, якими рідина рухається від бака до насоса;

б) напірні - рідина рухається від насоса до гідроприводу;

в) зливні, якими відводяться витоки рідини від агрегата до гідробака.

До гідроліній, крім трубопроводів, входять канали, рукави, з'єднання та ін.

Трубопроводи – це складальні одиниці, до яких входять труби і з'єднувальна арматура. За тисків до 40 МПа і вище застосовують сталеві безшовні труби, в деяких випадках - мідні (до 10-16 МПа).

Розрахунок трубопроводів передбачає: визначення діаметрів труб, втрат напору в гідролініях і перевірку труб на міцність.

Діаметри труб визначають за допустимими швидкостями робочої рідини в гідролініях:

- усмоктувальні лінії - 0,5-1,5 м/с;
- напірні лінії - 3-5 м/с;
- зливні лінії - 1,4-2 м/с.

Внутрішній діаметр труби d_y, м, визначають за формулою:

$$d_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}},$$

де Q – витрата рідини, $м^3/с$;

V - швидкість руху рідини, м/с.

Втрати напору (тиску) поділяють на втрати на тертя за довжиною та втрати в місцевих опорах. Для їх обчислення використовують формули Дарсі-Вейсбаха:

$$h_{тр} = \lambda_т \frac{l}{d}\frac{V^2}{2g},$$

і Вейсбаха:

$$h_м = \zeta_м \frac{V^2}{2g},$$

Гідравлічний коефіцієнт тертя λ (коеф. Дарсі) визначають залежно від режиму руху рідини.
За **ламінарного режиму** руху рідини приймають:

$$\lambda_л = \frac{75}{Re}.$$

За **турбулентного режиму** руху рідини використовують формулу Альтшуля:

$$\lambda_т = 0{,}11\left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta e}{d}\right)^{0{,}25}$$

Коефіцієнт ζ місцевого опору обирають за довідником.
Для довгих трубопроводів місцеві втрати замінюють на еквівалентні втрати за довжиною труб:

$$\sum h = h_l + h_м = \lambda \frac{L}{d}\frac{V^2}{2g},$$

$$L = l + l_{екв},$$

де L і l – розрахункова і дійсна довжини труб;
$l_{екв}$ – сума еквівалентних довжин, які відповідають усім місцевим опорам.

Ущільнювачі елементів гідропривода

Ущільнювачі забезпечують герметизацію рухомих та нерухомих з'єднань у гідроприводі для зменшення витікання робочої рідини та захисту гідравлічних порожнин від проникнення пилу і бруду із зовнішнього середовища.

Ущільнювачі класифікують:

а) **за видом відносного руху** – на нерухомі й рухомі (обертального або зворотно-поступального руху);

б) **за конструктивним виконанням**: ущільнювальні кільця, манжети, прокладки та ін.;

в) **за матеріалом** – неметалеві (гумові, фторопластові, графітові та ін.) і металеві.

Для підвищеної герметичності використовують гумові кільця і манжети (наприклад, між стінками циліндра й штока).

Металеві та пластмасові поршневі кільця застосовують у внутрішніх з'єднаннях, де допускається перетікання робочої рідини.

Для ущільнення поршнів використовують кільцеві та манжетні ущільнювачі із захисними кільцями, що забезпечують мінімальну величину витікання рідини.

Для забезпечення значного ресурсу роботи застосовують поршневі розрізні кільця з металів, пластмас і композиційних матеріалів.

Штоки ущільнюють здебільшого гумовими кільцями круглого перерізу (рис. 14), а також гумовими манжетами (рис.15).

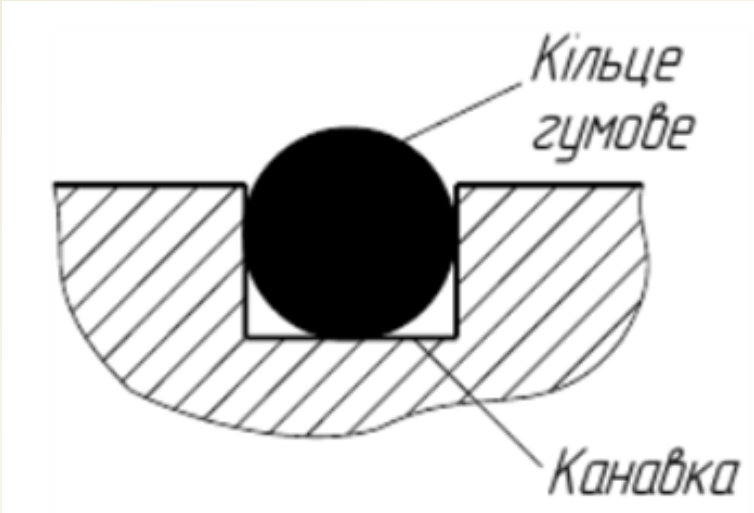


Рис. 14. Гумове кільце

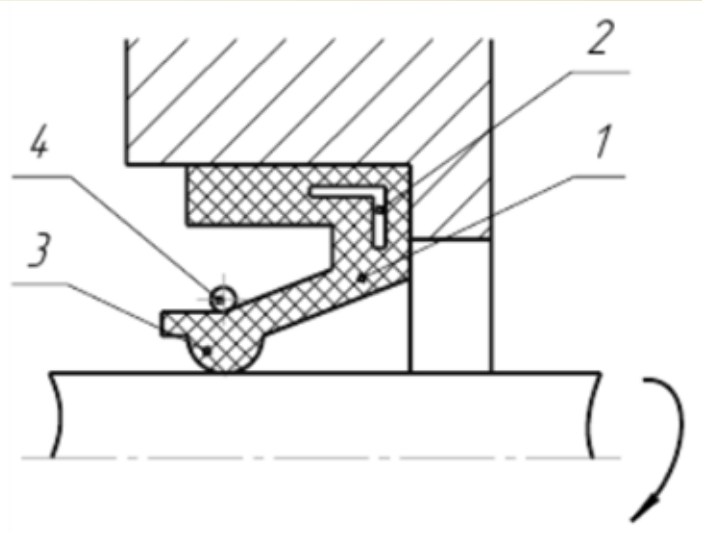


Рис. 15. Манжета: 1 – корпус;
2 – металевий каркас;
3 – виступ; 4 – пружина

Гумові кільця круглого перерізу допускають значні монтажні деформації, придатні для розміщення в малодоступних місцях. Під час установлення гумове кільце деформується та заповнює всі нерівності ущільнювальних поверхонь.