ЛЕКЦІЯ № 12 Гідравлічні апарати і пристрої

Змістовий модуль 2. Насоси, гідро- та пневмоприводи.

Тема: Гідравлічні апарати і пристрої

Мета: Вивчити класифікацю, будову, принцип дії та методику розрахунку гідравлічних апаратів і пристроїв.

План лекції

12.1 Загальні відомості та класифікація гідроапаратури.
12.2 Основні поняття і технічні параметри гідроапаратури.
12.3 Методика розрахунку та вибору гідроапаратури.

Рекомендована література

1. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, Д.П Журавель, С.І. Мовчан; – К.: Аграрна освіта, 2008. – 577 с. (с. 149 – 154? 159 - 177).
2. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. / В.А.Дідур, О.Д.Савченко, С.І.Пастушенко, С.І. Мовчан; – Запоріжжя: Прем'єр, 2005. – 464 с. (с. 119 – 125, 129 - 144).
3. Палишкин, Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение / Н.А. Палишкин; – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с. (с.126 - 176).
4. Исаев, А.П. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов / А.П.Исаев, Б.И. Сергеев, В.А.Дидур; – М.: Агропромиздат, 1990. – 400с. (с. 89 - 141).
5. Карасев, Б.В. Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации / Б.В.Карасев;–Минск: "Вышейшая школа", 1983 – 288 с. (с. 44 - 60).
6. Костюченко, Э.В. Практикум по гидравлике и гидромеханизации сельскохозяйственных процессов / Э.В. Костюченко, В.И.Лаптев, Л.А.Холодок; – Минск, Ураджай, 1991. – 272 с. (с.146 - 167).

7.

Матеріал лекції

12.1 Загальні відомості та класифікація гідроапаратури.
12.2 Основні поняття і технічні параметри гідроапаратури.
12.3 Методика розрахунку та вибору гідроапаратури.

Гідроагрегати призначені для керування роботою гідроприводу за

рахунок впливу на потік рідини зі зміною напрямку його руху, тиску чи витрати. Для конструкції будь-якого гідроагрегата характерна наявність запірного чи запірно-регулюючого пристрою, що по конструкції може бути золотниковим, крановим чи клапанним. По способу зовнішнього впливу на запірно-регулюючі елементи гідроагрегати підрозділяються на:

регульовані, коли розмір робочого перетину для проходу рідини можна змінити в процесі роботи агрегата, чи настройкою. До регулюючого відносяться клапани тиску (напірні, редукційні й ін.), регулятори витрати, дроселюючи розподільники, дроселі і т.п.

По способу приєднання розрізняють гідроагрегати трубного приєднання, стикові, модульні і що вбудовуються.

Приєднувальні отвори гідроагрегатів позначають прописними буквами латинського алфавіту: Р - отвір для входу робочої рідини під тиском; А и В - отвору для приєднання до інших гідропристроїв; Т - отвір для виходу робочої рідини в гідробак; Х, У - отвори потоку керування; L - дренажний отвір. Головним розміром гідроагрегата є умовний прохід. Типорозмірні ряди всіх гідроагрегатів, будуються по їхнім умовних проходах. До основних параметрів гідроагрегатів відносяться номінальний тиск, номінальна витрата робочої рідини і втрати тиску $\Delta p_{ном}$ при проходженні через агрегат номінальної витрати рідини.

Під номінальним тиском $p_{ном}$ розуміють найбільший надлишковий тиск робочої рідини, що надходить на вхід агрегату, при якому він повинний працювати протягом установленого терміну служби (ресурсу) зі збереженням параметрів у межах установлених норм.

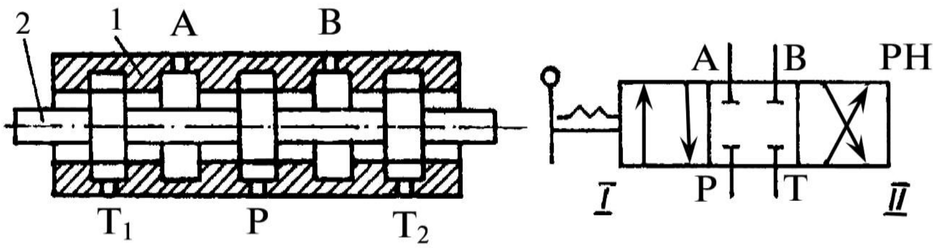
Під номінальною витратою рідини гідроагрегата розуміють витрату рідини при економічно прийнятній величині втрат тиску на гідроагрегаті і проходженні через нього рідини з визначеною в'язкістю.

Гідророзподільники.

Гідравлічним направляючим розподільником називають гідроагрегат, що виконує пуск, зупинку і зміну напрямку потоку робочої рідини в двох чи більше гідролініях у залежності від наявності зовнішнього направляючого впливу.

Основними конструктивними елементами направляючого розподільника будь-якої конструкції є корпус 1 і запірний елемент 2 (рис. 1).

Розподільники розділяють по конструкції запірного елемента 2 на золотникові, кранові і клапанні; по числу зовнішніх ліній на дволінійні, трилінійні, чотирилінійні (рис. лінії Р, А, В, Т) і т.д.; по виду керування на розподільники з ручним, механічним, електричним, гідравлічним і іншими видами керування; по числу фіксованих чи характерних позицій запірного елемента на двухпозиційні, трьохпозиційні і т.д.; по числу запірних елементів - на одноступінчаті, двоступінчасті і т.д.



І … отникового розподі… … позначень окремих елементів і їхніх комбінацій: позицій рухливого запірного елемента, ліній зв'язків, проходів і елементів керування.

У розподільниках дискретної дії робочу (характерну) позицію рухомого запірного елемента зображують квадратом (прямокутником), що вичерчують суцільними основними лініями з указівками зовнішніх ліній (P, A, B, T). Число позицій зображаю відповідним числом квадратів, наприклад, трехпозиційний (рис. 2).

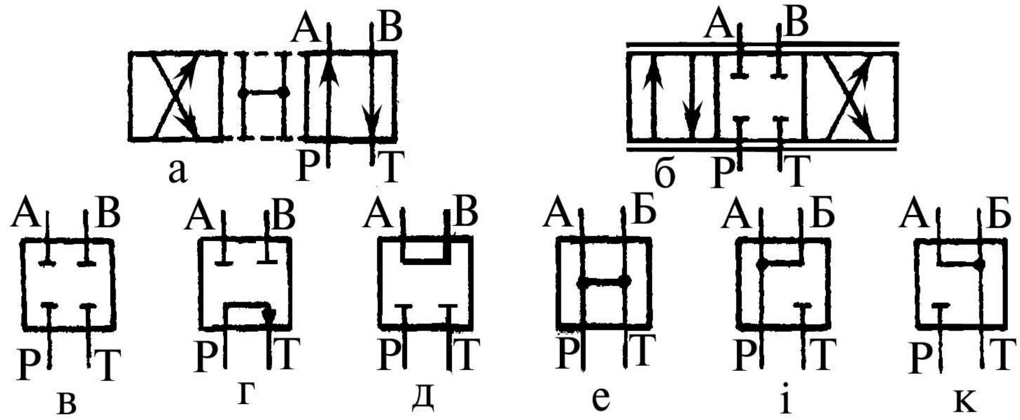


Рис. 2 – Умовні позначки елементів розподільників

Проміжні (перехідні) положення рухомого елемента зображують штриховими лініями, проведеними між робочими положеннями, наприклад, проміжне положення (нейтраль) між двома робочими позиціями (рис. 2, а). Розподільники безупинної дії зображують аналогічно розподільникам дискретної дії з додаванням двох паралельних ліній, що позначають нескінченну безліч проміжних робочих положень, наприклад, розподільника безупинної дії з двома характерними позиціями (рис. 2, б). Розподільники в принципових схемах зображують у вихідній позиції, до якої підводять лінії зв'язку. Проходи (канали) зображують лініями зі стрільцями, що показують напрямок потоків робочого середовища в кожній позиції. Місця з'єднань проходів виділяють крапками (рис. 2, е), а закритий прохід зображують тупиковою лінією з поперечною рискою (рис. 2, в). Найбільше часто що зустрічаються варіанти проходів на квадраті вихідної позиції представлені на (рис. 2, в, г, д, е, і, к). Щоб представити принцип роботи розподільника в будь-якій робочій позиції, необхідно думкою в умовній позначці розподільника відповідний квадрат позначення накласти на квадрат вхідної позиції, залишаючи лінії зв'язку в колишньому положенні. Тоді істинні напрямки потоку робочої рідини вкажуть проходи робочої позиції. Види керування розподільниками указують відповідними знаками, що, як правило, виконують у менших розмірах, чим зображення основного рухомого

запірного елемента. У скорочених записах розподільники позначають дробом, у чисельнику якої вказують число ліній (ходів), а в знаменнику число характерних позицій. Наприклад, умовне зображення (рис. 1) позначає «Розподільник 4/3» (чотирилінійний, трехпозиционный) з ручним керуванням.

У гідроприводах сільськогосподарських машин і тракторів знайшли широке застосування гідророзподільники золотникового типу.

Їхня перевага в порівнянні з гідророзподільниками кранового типу полягає у тім, що золотник розвантажений від тиску рідини, потік рідини можна по черзі подавати до декількох споживачів, і в тім, що гідророзподільники цього типу малочутливі до забруднення робочої рідини.

Промисловістю освоєний випуск слідуючих конструкцій, клапанно-золотникових гідророзподільників моноблочного типу: Р-80-2-1-44, Р-80-2-2-44, Р-80-2-1-222, Р-80-2-1-22 Р-80-2-1-444, Р-80-2-2-444, Р-80-2-3-444, Р-160-2-1-222-20, Р-1'60-2-1-111-10. Р-160-2-1-222-30 і Р-160-2-1-111-20.

Структура умовної позначки гідророзподільників:

Р - розподільник: 80 - номінальний потік, л/хв; 2 - виконання по тиску; 1 - виконання по конструкції; 4 - тип і кількість золотників чи робочих секцій у порядку від переливного клапана.

Гідророзподільники типу Р-80 випускаються в двох виконаннях по тиску: з номінальним тиском 14 і 16 МПа з настроювальним запобіжним клапаном відповідно на тиск 17,5 і 20 МПа.

Устрій і принцип роботи гідророзподільника типу Р-80 показані на рис. 40.

У корпусі 4 розміщені два чи три золотники 3, які керують незалежно один від іншого двома чи трьома гідродвигунами, і клапанний пристрій, що забезпечує розвантаження гідросистеми й обмеження тиску робочої рідини.

В корпусі гідророзподільника передбачені отворами для приєднання гідроліній, що йдуть від насоса до гідродвигунів і бака гідросистеми.

Застосовані в гідророзподільнику золотники можуть встановлюватися в залежності від типу в наступні позиції: золотники типу 1, 2 і 3-«Підйом», «Нейтральна», «Опускання примусове» і «Плаваюча»; золотник типу 4 - у ті ж, позиції крім «Плаваюча».

При установці всіх золотників у позицію «Нейтральна» гідролінії, що ведуть до гідродвигунів, перекриваються, а вся робоча рідина, що нагнітається в гідророзподільник, проходить через переливний клапан 12 на злив у бак гідросистеми.

При установці золотника в позицію «Плаваюча» забезпечується можливість вільного переміщення робочого органу гідродвигуна під дією зовнішніх сил (наприклад, сили ваги).

У позиції «Підйом» золотники типу 1 і 4 утримуються вручну зусиллям, прикладеним до важеля керування; золотники типу 2 і 3 - шариковим фіксатором.

У позиції «Опускання примусове» золотник типу 2 утримується шариковим фіксатором, золотники інших типів - вручну.

У позиції «Плаваюча» золотники типу 1, 2 і 3 утримуються шариковим фіксатором.

Повернення золотника з робочої позиції в позицію «Нейтральна» здійснюється пружиною 1.

З позиції «Плаваюча» золотники типу 1, 2 і 3 повертаються автоматично після віджиму фіксатора вручну невеликим переміщенням рукоятки керування в напрямку позиції «Нейтральна».

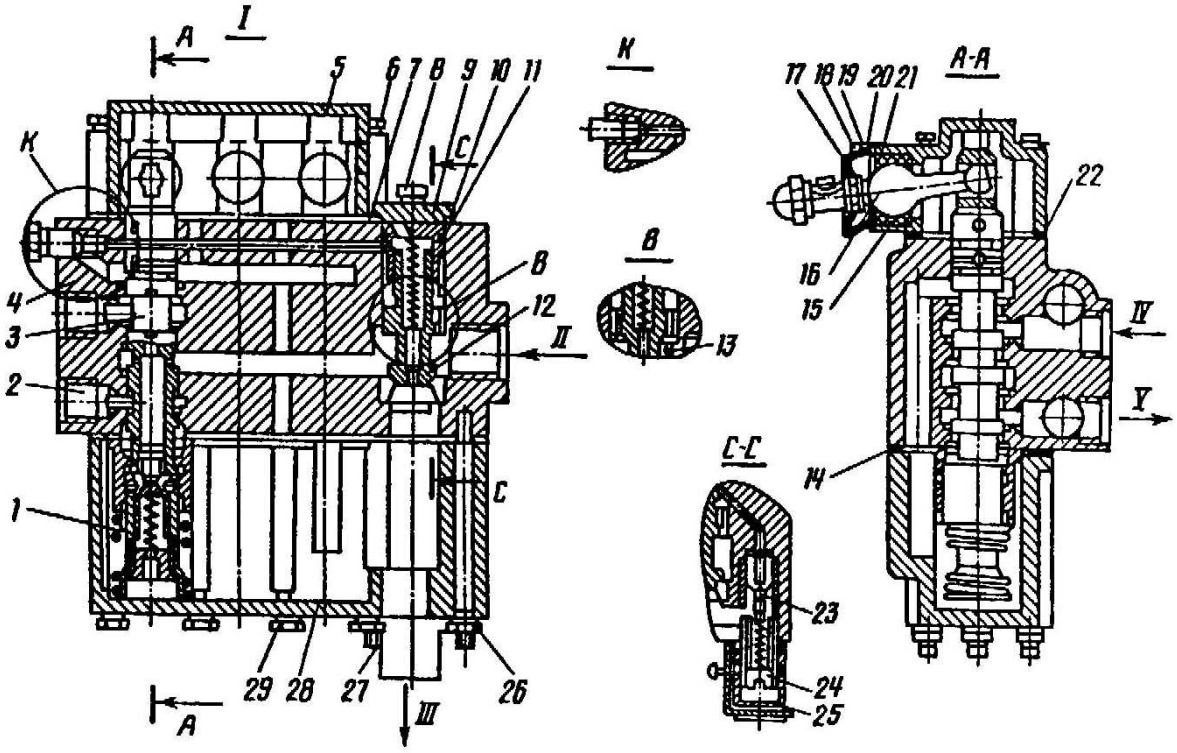


Рис. 3 Гідророзподільник клапанно-золотниковий типу Р-80: 1 – пружина; 2 – механізм автоповернення; 3 - золотник; 4 - корпус; 5 - кришка; 6, 8 і 18 - болти; 7, 11 і 15 - кільця; 9 - упор; 10 - направляюча; 11 - клапан переливний; 13 – клапан стрижневий; 14 і 22 – прокладки; 16 - важіль;17 - пильник; 19 - пластина пильника; 20 - пластина кілець: 21 - вкладиш; 23 - клапан запобіжний; 24 - гвинт регулювальний; 25 - ковпачок; 26 і 29 - гайки; 27 - фланець; 28 - кришка нижня; 1 – «нейтральна» позиція золотника; II – від насоса; III – злив в бак; IV – з циліндра; V – у циліндр.

З позиції «Підйом» золотники типу 1 і 4 повертаються після зняття руки з рукоятки керування, золотники типу 2 і 3 - вручну чи автоматично при тиску в гідролінії, що відповідає тиску настроювання запобіжного клапана 2

З позиції «Опускання примусове» золотник типу 2 повертається вручну чи автоматично при досягненні в гідролінії тиску не більш 3 МПа, типу 1, 2 і 4 - після зняття руки з рукоятки керування.

Клапанний пристрій складається з запобіжного і переливного клапанів. Переливний клапан призначений для перепуску робочої рідини на злив при перебуванні всіх золотників у позиції «Нейтральна» чи «Плаваюча». Коли який-небудь золотник виявляється затриманим у позиції «Підйом» чи «Опускання примусове», при цьому зростає тиск у гідролінії і приводить до

відкриття запобіжного і, унаслідок цього, переливного клапана.

У гідророзподільнику, призначеному для роботи в гідросистемі, що містить регулятор глибини обробки ґрунту, у переливному клапані мається додатковий стрижневий клапан 1

У гідророзподільниках 4-го виконання по конструкції лінія керування переливним клапаном не з'єднана усередині корпуса з порожниною зливу (переріз К).

Гідророзподільник четвертого виконання золотників Р-80-2-2-444 входить у розподільний пристрій Р-80-П6-ПГ, що складається з двох гідророзподільників: Р-80-2-2-444 і Р-80-2-3-444. Пристрій служить для розподілу потоку робочої рідини в гідравлічних начіпних системах грейферних навантажувачів, де кількість виконавчих механізмів більш

У зв'язку з великою кількістю гідроагрегатів, установлюваних на таких сільськогосподарських машинах, як самохідні зернозбиральні і бурякозбиральні комбайни, для їхнього керування застосовують багатосекційні гідророзподільники типу ГА-34000В и односекційні типу ГА-47000В.

Гідророзподільник ГА-34000В в залежності від кількості споживачів виготовляють п'яти -, шести, чи семисекційними. У семисекційному гідророзподільнику застосовують робочі секції двох типів: із запірними клапанами чи без них.

Для розподілу потоку рідини в гідроприводах активних робочих органів зернозбиральних і силосозбиральних комбайнів останнім часом знайшли широке застосування трьох позиційні, направляючі, секційні гідророзподільники з електрогідравлічним керуванням. Пристрій і принцип роботи такого розподільника розглянемо на прикладі однієї робочої секції розподільника РЭГ50-3/..., показаної на рис. 4, а.

Основними конструктивними елементами розподільника є: корпус 1 робочої секції з укрученими в нього клапанами 2 і керованими електромагнітами У циліндричне розточення корпуса вставлений запорно-регулюючий елемент - циліндричний золотник 4. Робочі прохідні перетини в розподільнику формуються кромками циліндричних розточень корпуса і циліндричних поясків золотника.

Установка золотників розподільника в робочі положення здійснюються подачею електричного сигналу на один з електромагнітів 3, якір якого зрушує голку 5, забезпечуючи тим самим прохід робочої рідини під тиском з кільцевої порожнини Р в порожнину Г чи Д.

Під дією тиску регулюючий золотник 4 зрушується «вправо» чи «вліво», відкриваючи прохід робочої рідини з порожнини Р до отворів А чи В для приєднання до інших гідропристроїв. Утримання золотника 4 в одному з робочих положень відбувається протягом дії керуючого електричного сигналу (при включенні електромагніта). При вимиканні електромагніта відбувається автоматична установка золотника 4 з робочого положення в нейтральне, під дією пружин 6, при цьому робочі порожнини з'єднуються зі зливом рідини в гідробак. Промисловістю освоєний випуск розподільників з

електрогідравлічним керуванням, технічні характеристики яких представлені в додатках.

Підтримка заданих режимів роботи гідроприводу здійснюється за рахунок застосування клапанів, дросельних пристроїв, гідроакумуляторів і іншої гідроапаратури.

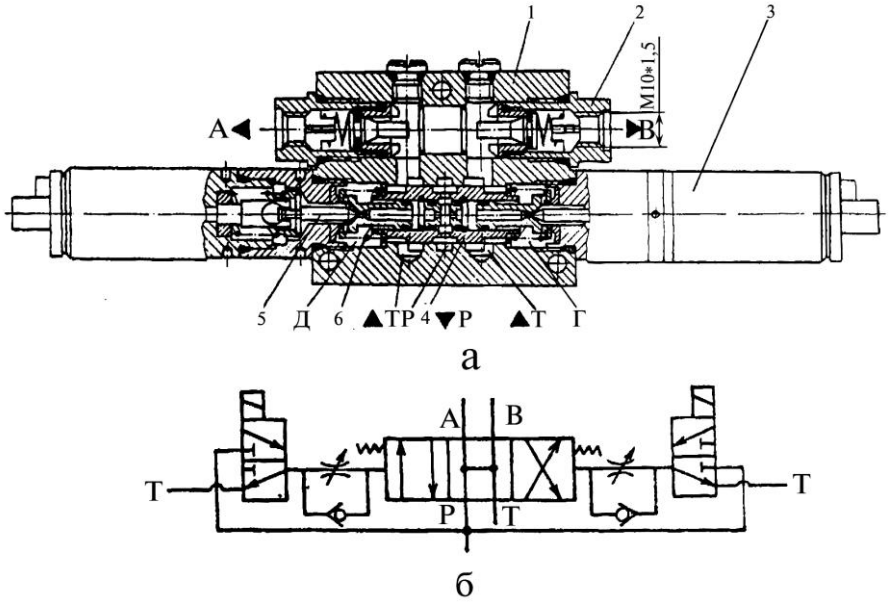


Рис. 4 - Електрогідравлічний розподільник 4/3: а – конструкція однієї робочої секції; б - умовна позначка розподільника РЭГ50-3/...

Гідроклапани.

Гідроклапани тиску, призначені для керування тиском робочої рідини.

По впливу потоку на запірно-регулюючий елемент розділяють на клапани прямої і непрямої дії (із серводією).

У клапанах прямої дії (рис. 5, а) робочий прохідний перетин змінюється в результаті безпосереднього впливу потоку робочої рідини на запірно-регулюючий елемент.

У клапанах непрямої дії (рис. 5, б) робочий прохідний перетин основного клапана змінюється в результаті впливу потоку робочої рідини на запірно-регулюючий елемент допоміжного клапана.

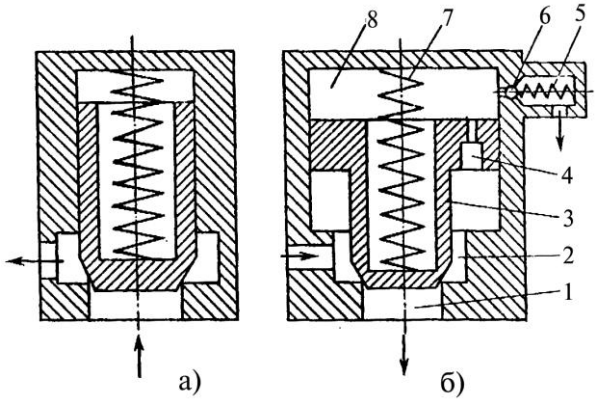


Рис. 5 Клапани регулювання тиску: а – прямої дії; б – із серводією;

1, 2 і 8 – порожнини клапана; 3 – клапан; 4 – дросельний отвір; 5 і 7 – пружини; 6 – шариковий клапан.

По конструкції запірного пристрою гідроклапани можуть бути: шарикові, тарілчасті плоскі і конічні, плунжерні і золотникові і т.п.

По функціональному призначенню клапани бувають запобіжні, зворотні, редукційні і переливні (перепускні), різниці тисків (диференційні) і співвідношення тисків.

Запобіжні клапани призначені для захисту гідроприводів від перевантажень шляхом обмеження максимального тиску. Запобіжний клапан повинний спрацьовувати швидко і володіти високою пропускною здатністю. Найпростіші конструкції запобіжних клапанів складаються з шарика, плунжера чи ін. запірного пристрою, навантаженого пружиною, відрегульованою на визначений тиск. Однак у гідроприводах з великими витратами робочої рідини такі клапани не застосовують, тому що для утримання клапана великих розмірів вимагаються могутні пружини, що не володіють необхідною чутливістю. У цих випадках застосовують запобіжні клапани із серводією. У такому клапані порожнина 2 сполученя з нагнітальною, а порожнина 1 - зі зливальною магістраллю. Дросельний отвір 4 з'єднує порожнину 2 з надклапанною порожниною 8. При тиску в гідроприводі нижче допустимого, у порожнинах 2 і 5 тиск однаковий і клапан 3 притиснутий до сідла, тому що площа клапана в порожнині 8 більше, ніж у порожнині 2, і, крім того, клапан притиснутий пружиною 7. При підвищенні тиску в гідроприводі вище допустимого допоміжний шариковий клапан 6, переборюючи зусилля пружини 5, віджимається, у результаті чого частина робочої рідини з порожнини 8 відводиться в зливальну магістраль. Дросельний отвір 4 не дозволяє швидко відновити тиск у порожнині 8, тому тиск під клапаном у порожнині 2 стає більшим і клапан піднімається, пропускаючи робочу рідину в порожнину 1, з'єднану з баком.

Відкриття запобіжного клапана відбудеться тоді, коли тиск досягне значення, що допускається, і закриється клапан 6, тиск у порожнинах 2 і 8 зрівняється і клапан 3 опуститься на сідло, перекриваючи злив рідини в порожнину 1.

Зворотні клапани, призначені для пропуску робочої рідини в одному напрямку і перекриття її руху в зворотному напрямку. Застосовують зворотні клапани з шариковими і конічними запірними елементами. На корпусах зворотних клапанів наносять стрілку, що вказує напрямок руху робочої рідини.

У гідроприводах ряду сільськогосподарських машин (навантажувачі й ін.) знайшли застосування спеціальні конструкції зворотних клапанів, що одержали назву гідрозамків. Гідрозамки застосовують у тих випадках, коли необхідна точна фіксація робочого органа в проміжному положенні шляхом зупинки гідродвигуна і виключення його зворотного руху під навантаженням. У корпусі 1 (рис. 6) гідрозамка розміщені два зворотних клапани 2 і 6, між якими поміщений поршень, що плаває, 4. Робоча рідина надходить у корпус 1 через канали 3 і 5, а з корпуса до гідродвигуна - через канали 7 і 8. При підведенні робочої рідини до каналу 3 відкривається лівий

зворотний клапан 2 і робоча рідина через канал 8 надходить у гідродвигун. Одночасно поршень 4 під тиском робочої рідини зміщається вправо і відкриває зворотний клапан 6, забезпечуючи прохід робочої рідини, що відводиться, через канали 7 і 5 до гідророзподільника. При подачі робочої рідини в канал 5 гідрозамок спрацьовує аналогічно, але в зворотному напрямку. У випадку якщо циркуляція в робочій рідині не проходить, зворотні клапани 2 і 6 замикають робочу рідину в гідродвигуні, фіксуючи його положення.

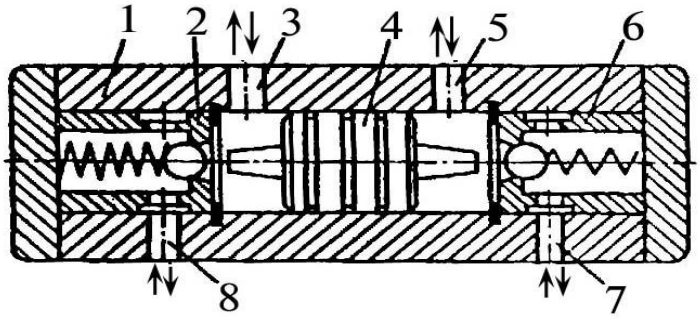


Рис. 6 Гідрозамок: 1 – корпус; 2 і 6 – зворотні клапани; 3, 5, 7 і 8 – клапани; 4 – поршень.

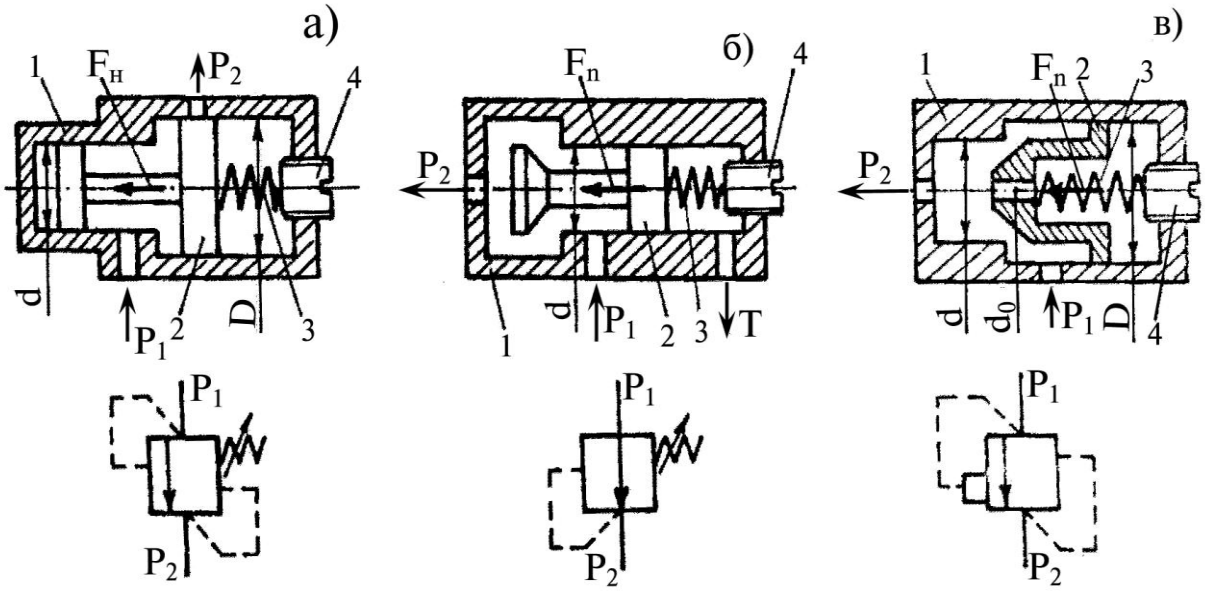


Рис. Конструктивні схеми й умовні позначки гідроклапанів: а - різниці тисків; б - редукційний одноступінчатий; в - співвідношення тисків

Редукційні гідроклапани призначені для підтримки постійного тиску на виході $p_2=const$ незалежно від тиску на вході p_1 за умови, що $p_2<p_1$. Він складається з корпуса 1 (рис.7 , б), в циліндричному розточенню якого встановлено золотник 2, підпертий зусиллям пружини $F_п$, що регулюється гвинтом 4. Якщо допустити, що сили тертя золотника 2 малі, то для досить еластичної пружини з малою погрішністю можна записати:

$$P_2 = \frac{4F_П}{\pi d^2} = const$$

Редукційні гідроклапани звичайно встановлюють у системах, де від

одного насоса працює кілька споживачів з різними значеннями робочого тиску. У цьому випадку насос розраховується на максимальний тиск p_{max}, необхідне для роботи одного зі споживачів, а перед іншими встановлюють редукційний клапан, що буде підтримувати $p_i=const$ при $p_1=var$.

Клапани різниці тисків (диференціальний) підтримує постійний перепад тиску $\Delta p = p_1 - p_2 = const$. При цьому зусилля попередньо стиснутої пружини 3 можна знайти зі співвідношення (рис. 7, а):

$$F_П = p_{пр,кл}\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

Різниця площ основного (D) і допоміжного (d) поршнів може бути обрана як завгодно малою. На практиці для надійного подолання сили тертя необхідно витримувати умову ; $\frac{D^2 - d^2}{D^2} \geq 0{,}25.$

Клапани співвідношення тисків (рис. 7, в) призначений для підтримки заданого співвідношення тисків у вхідному p_1 і вихідному p_2 потоках робочого середовища, тобто $p_1/p_2=const$.

Переливні клапани призначені для підтримки заданого тиску в напірній магістралі шляхом безупинного перепуску робочої рідини на злив. Крім того, функціональне призначення переливних клапанів складається у своєчасному розвантаженні насоса при завершенні робочого циклу і перепуску робочої рідини з напірної магістралі в зливальну при нейтральному положенні золотника розподільного пристрою. Нерідко переливні клапани при наявності пристроїв, що регулюють витрату в зоні керування, використовують як регулятори швидкості переміщення робочих органів чи регулятори тиску. По конструкції переливні клапани бувають шарикові, конусні, плунжерні й ін. З погляду надійності в гідроприводах з важкими режимами експлуатації перевагу варто віддавати плунжерним переливним клапанам, що по довговічності перевершують всі інші.

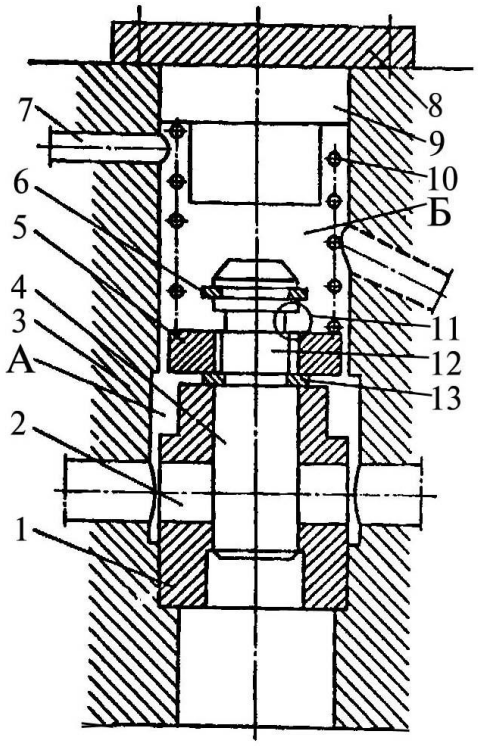


Рис. 8 Переливний клапан плунжерного типу: 1 - корпус клапана; 2 - напірна магістраль; 3 - корпус; 4 - плунжер; 5 - поршень; 6 і 13 - упори; 7 - канал керування; 8 і 9 - кришки; 10 – пружина; 11 - виточення; 12 - канал керування.

Пристрій переливного клапана плунжерного типу показано на рис. 8 (А.с. СССР №1315704).

У корпусі 1 клапана встановлені запірний орган, виконаний у виді плунжера 4 і поршень 5. Причому поршень 5 установлений на плунжері 4 з можливістю обмеженого переміщення щодо корпуса 3, за допомогою упорів 6 і 1

Порожнина Б над поршнем 5 з'єднана з каналом керування 7, а порожнина А під поршнем 5 з'єднана з напірною магістраллю 2. У плунжері 4 клапана виконаний канал 12, що з'єднує порожнини А и Б, причому поршень 5 установлений з можливістю перекриття каналу 12 у крайнім верхнім положенні поршня 5.

При з'єднанні порожнини Б каналом керування зі зливом у порожнинах А и Б виникає перепад тиску, під дією якого поршень 5 переміщається нагору, переборюючи опір пружини 10, і, впливаючи на упор 6, переміщає плунжер 4 убік відкриття клапана. При цьому відкриття клапана відбувається під дією максимального перепаду тиску, обумовленого величиною опору тільки кільцевого зазору між поршнем 5 і корпусом, тому що канал 12, що з'єднує порожнини Б и А під час відкриття клапана, перекритий поршнем 5. При закритті каналу керування перепад тиску зменшується і поршень 5 під впливом пружини 10 починає переміщатися вниз, відкриваючи канал 12, що сприяє більш швидкому вирівнюванню тиску в порожнинах Б и А і тим самим більш прискореному переміщенню поршня 5 і запірного органа до моменту повного закриття клапана. Конструкція описаного переливного клапана забезпечує виконання заданих функцій у широкому діапазоні температури і витрат робочої рідини.

Гідродроселі і синхронізатори.

Класифікація дроселів. Дросельні пристрої застосовують для регулювання швидкості гідродвигунів і являють собою гідравлічні опори з постійним чи регульованим прохідним перетином. За формою робочих елементів розрізняють голчасті, щілинні і канавкові, гвинтові і пластинчасті.

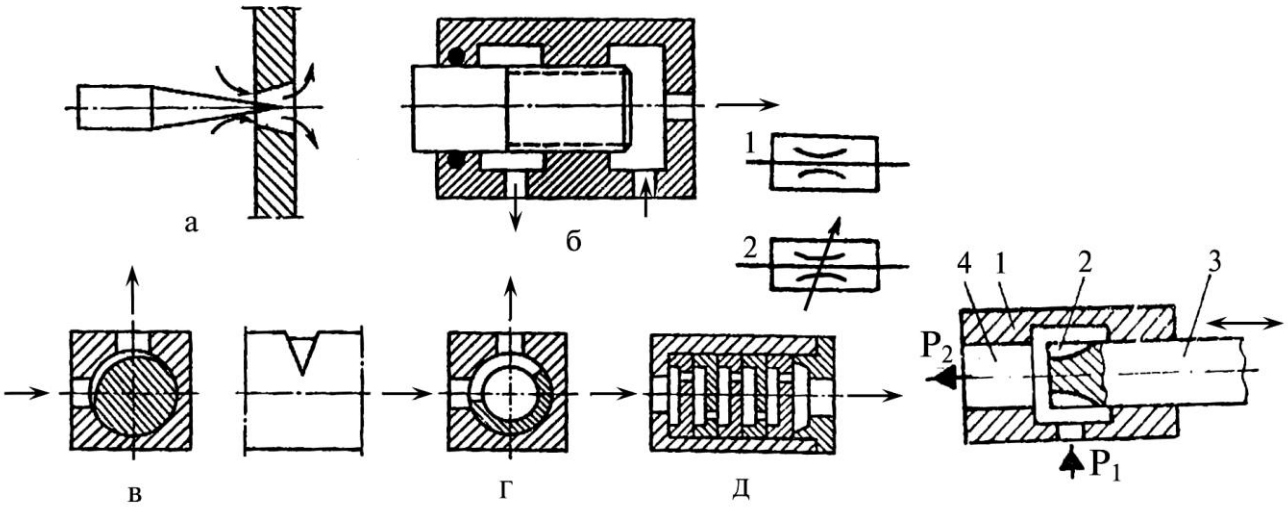


Рис. 9 Схеми дроселів і їхня умовна позначка: а – голчастий; б – гвинтовий; в – канавковий; г – щілинний; д – пластинчастий; е – золотниковий. 1 - дросель нерегульований; 2 – дросель регульований.

У голчастому дроселі (рис. 9, а) прохідний перетин змінюють, переміщаючи голку у здовж осі.

У гвинтовому дроселі (рис. 9, б) на боковій поверхні голки чи плунжера виконана гвинтова нарізка.

Опір гвинтового дроселя залежить від довжини нарізки, тому прохідний перетин дроселів цього типу змінюють, увертаючи чи викручуючи голку.

У канавкових (рис. 9, в) і щілинних (рис. 9 г) дроселях на боковій поверхні плунжера зроблені трикутні чи прямокутні канавки. Повертаючи плунжер відносно корпуса, можна регулювати прохідний перетин дроселя.

Прикладом дроселя постійного перетину може служити пластинчастий дросель (рис. 9, д), що складається з набору пластин з отворами, розділеними тонкими металевими кільцями. Опір його залежить від розміру і кількості отворів у пластинах і загальній довжині набору пластин.

Утрати напору в дроселях при даному перепаді тиску залежать від швидкості потоку і від сили тертя, а отже, і від в'язкості робочої рідини.

У гідроприводах робочих органів невеликої потужності знайшли широке застосування дроселі регульовані, золотникові (рис. 47, е), що дозволяють одержати будь-яку величину робочої витрати без розбирання дроселя. У корпус 1 уставлений золотник 2 на боковій поверхні якого профрезеровані робочі щілини 3 у вигляді трикутних подовжніх пазів («вусиків»). При переміщенні золотника 2 уліво, коли його кінець з «вусиками» почне входити в ліву циліндричну проточку 4, витрата буде плавно зменшуватися. Цей принцип регулювання витрати використаний у випускаємому серійно щілинному діафрагменому, регульованому дроселі типу «ДР» (рис. 10) тонкого настроювання з лінійною характеристикою зміни витрати.

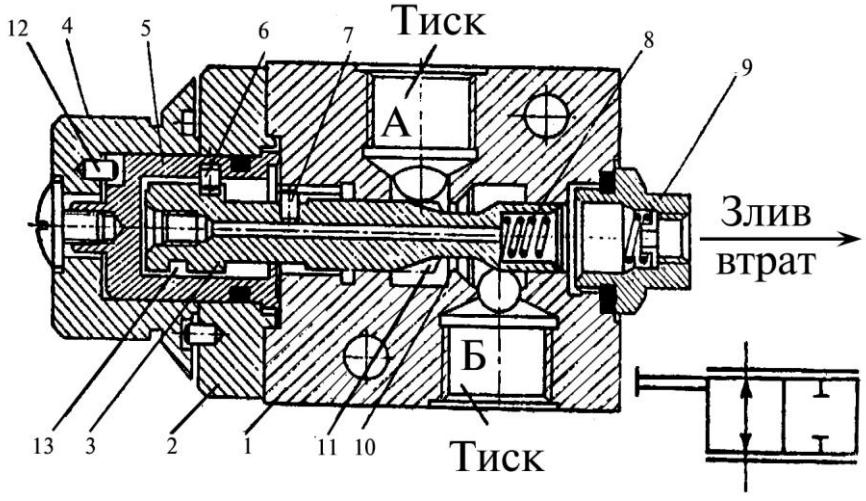


Рис. 10 Щілинний, діафрагмовий, регульований дросель типу «ДР» і його умовна позначка

Дросель складається, з корпуса 1, у розточенні якого поміщений дросельний золотник 3, на боковій поверхні якого зроблені «вусики» у виді трикутних подовжніх пазів 11. Величина перетину робочої щілини 10 змінюється шляхом переміщення золотника вправо уздовж його осі. Це переміщення досягається поворотом лімба 4, що через штифт 12 повертає втулку, яка знаходиться в розточенні кришки 2. Штифтом 7, що переміщається по пазу корпуса, дросельний золотник утримується від провороту навколо своєї осі, а за рахунок штифта 6, що обертається разом із втулкою 5 і зануреного в гвинтову канавку 13 золотник 3 переміщається вправо, стискаючи пружину 8. При повороті лімба 4 на кут до 300° можна одержати будь-яку величину витрати в межах $Q = 0$ до $Q = Q_{max}$.

Підведення робочої рідини і відвід її здійснюється через отвори А и Б, а витоки виконуються по центральному каналу в золотнику 3 через штуцер 9. При зміні навантаження на вихідній ланці гідродвигуна, тобто зміні перепаду тиску на дроселі і коливаннях температури (в'язкості) робочої рідини, величина встановленої дроселем витрати буде також коливатися.

Витрата рідини через дросель прямо пропорційна перепаду тиску, а так як перепад тиску в дроселі залежить від навантаження, подолаємого гідродвигуном, то при перемінному навантаженні змінюється і швидкість вихідної ланки гідродвигуна.

Для підтримки необхідної швидкості гідродвигуна по навантаженню, що змінюється, застосовують регулятори витрати. До складу регуляторів, крім дроселів, входять клапани, що забезпечують постійний перепад тиску на дроселі.

Синхронізатори. У ряді сільськогосподарських машин для виконання заданого технологічного процесу необхідна синхронна робота всіх паралельно підключених гідродвигунів. Схеми синхронізації гідродвигунів створюються на базі дросельних чи об'ємних дільників і суматорів потоку, що за допомогою автоматичних регуляторів підтримує рівні витрати робочої рідини в рівнобіжних потоках (при їхньому поділі чи злитті) незалежно від навантаження.

Принцип дії дросельного дільника потоку знаходиться в наступному. Робоча рідина від насоса надходить у дільник через канал 2 (рис. 11, а) і потім через дроселі 1 і 3 по каналам 5 і 6 проходить до споживачів, обтікаючи, поршень 4. Якщо обидва споживачі навантажені однаково, тиск у їхніх магістралях, що підводять однаковий, а також через канали 5 і 6 протікає однакова кількості рідини. При неоднаковому навантаженні споживачів тиск в одній з камер дільника, наприклад в лівій, зростає, а отже, зменшується перепад тиску на дроселі 1. У результаті цього велика частина рідини прагне пройти через дросель Однак завдяки збільшення тиску в лівій камері поршень 4 пересувається вправо і частково перекриває канал 5.

У цьому положенні поршень 4 буде знаходитися доти, поки тиск у камерах не зрівноважиться, а кількість рідини, що надходить до споживачів, не стане однаковою.

Недолік дросельних дільників потоку - неминучі втрати напору в

дроселях, а також те, що вони розраховані на обслуговування не більш двох споживачів. У цьому зв'язку їх застосовують лише в передачах з відносно невеликими витратами рідини.

Об'ємний дільник потоку (рис. 11, б) являє собою два чи більше гідромоторів 7, найчастіше шестеренних, зібраних в один блок, так, що їхні ведучі шестірні жорстко укріплені на одному загальному валу, а ведені шестірні вільно обертаються на загальній осі. Робоча рідина з насоса подається до трійника 8, відкіля вона надходить до гідромоторів 7, приводячи їх в обертання.

Завдяки жорсткому кінематичному зв'язку всі шестірні обертаються з однаковою частотою, тому в кожний з гідроциліндрів 9 надходить однакова кількість рідини, незалежно від розподілу навантаження між ними.

ККД об'ємних дільників потоку значно вище, ніж у дросельних, тому їх застосовують у більш потужніх гідроприводах.

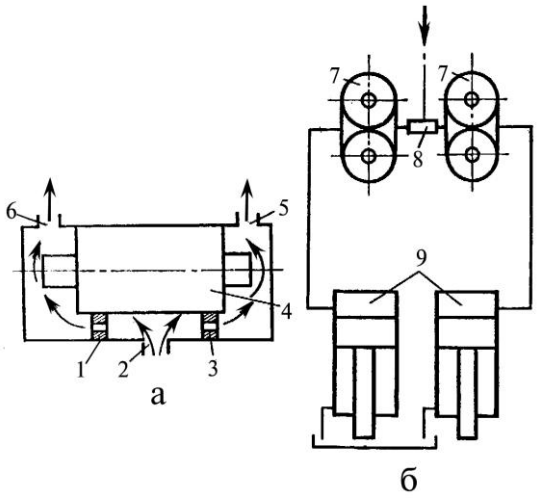


Рис. 11 Дільники потоку: а - дросельний; б - об'ємний: 1, 3- дроселі; 2, 5 і 6 - канали; 4 - поршень; 7 - гідромотор; 8 - трійник; 9 -гідроциліндри.

Гідроакумулятори

Гідроакумулятори призначені для нагромадження енергії і віддачі її гідродвигунам при короткочасних перевантаженнях, коли потужність перевищує потужність, що розвивається насосом.

Гідроакумулятори використовуються також як буферні пристрої для згладжування різких коливань тиску в гідроприводах при перемінних навантаженнях і зменшення частоти включення запобіжного клапана.

У залежності від способу нагромадження енергії гідроакумулятори розділяють на пружинні і пневмогідроакумулятори (рис. 12).

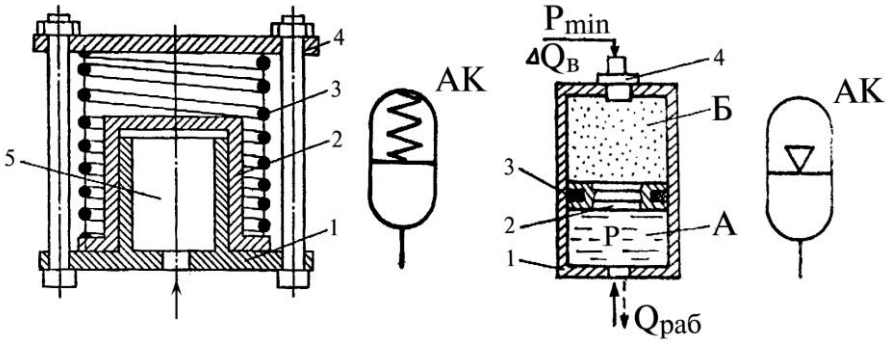


Рис. 12 Схеми й умовна позначка гідроакумуляторів: а – пружинний; б – пневмогідравлічний.

Пружинні гідроакумулятори широко застосовують у гідросистемах заднього начіпного пристрою всіх марок тракторів «Бєларусь», а також для підтримки тиску в бустері фрикційних гідропідтискних муфт при переключенні передач тракторів типу К-701 і Т-150. Пневмогідроакумулятори також використовують на різних сільськогосподарських машинах для зменшення пульсації витрати рідини в напірних гідравлічних магістралях і захисту гідросистем від гідравлічних ударів.

На мобільних сільськогосподарських машинах застосовують головним чином пружинні, поршневі гідроакумулятори.

Пружинний гидроаакумулятор (рис. 12) складається з корпуса 1, поршня 2 і пружини 3, що зжимається під дією тиску рідини, що надходить з насоса в камеру 5 через клапан зарядки (на рисунку не показаний), автоматично з'єднуючий зазначену порожнину 5 з нагнітальною магістраллю насоса при падінні тиску в гідроакумуляторі нижче визначеної величини і відключає насос при досягненні заданого тиску зарядки. При з'єднанні порожнини 5 зі споживачем пружина 3 розтискається і виштовхує рідину з гідроакумулятора в робочу камеру споживача.

Пружинні гідроакумулятори мають малу місткість і розраховані на невеликі тиски (2-3 МПа).

У ряді мобільних машин застосовуються гідропневматичні акумулятори, що мають усередині герметичної ємності дві камери - повітряну і рідинну, які розділені поршнем з ущільненням. Гідропневматичні акумулятори виготовляються на тиск до 20 МПа.

Місткість ΔW, м^3, пружинних акумуляторів визначають по формулі:

$$\Delta W = Sh,$$

де S - площа поршня, м^2; h - хід поршня (додатковий стиск пружини), м.

Тиск p рідини можна визначити (без обліку сил тертя) по формулі:

$$p = \frac{F_П}{S} = \frac{F_{П1} + zh}{S},$$

де $F_{П1}$ - сила пружності пружини при її попередній деформації, Н; z -твердість пружини, Н/м.

Пневмогідравлічний поршневий акумулятор (рис. 12, б) складається з циліндричного корпуса 1 поршня 2 з ущільнювальним кільцем

Поршень 2 ділить внутрішню порожнину корпуса 1 на пневматичну порожнину Б, заповнювану через зворотний клапан 4 стисненим повітрям чи азотом ΔQ_B під деяким початковим тиском $p_{\min}$. Гідравлічна порожнина А акумулятора приєднується до гідросистеми з тиском p. При збільшенні тиску робочої рідини в гідромережі до $p>p_{\min}$ відбувається зарядка акумулятора, тобто поршень 2 переміщається нагору і стискає газ у порожнині Б до тиску $p_{\max}=p$. Якщо тиск у гідромережі стає $p>p_{\max}$ акумулятор розряджається, тобто поршень 2 переміщається вниз і витісняє робочу рідину $Q_{раб}$ з порожнини А в гідролінію.

Питання для самоконтролю до лекції № 12.

1. Як позначаються на схемах принципіальних, згідно стандартів, гідроапаратура (клапани: запобіжні, редукційні, зворотні, дільники потоку, дроселі, гідророзподільники)?
2. На якому принципі основана робота гідроприводів? Обґрунтуйте це.
3. Що називається гідроапаратом? Як вони класифікуються?
4. Що називається дроселем? Як вони класифікуються? В чому полягає принцип їх дії?
5. Що називається гідроклапаном? Як вони класифікуються? В чому відмінність клапанів прямої і непрямої дії?
6. Що називається гідророзподільником? Дайте класифікацію гідророзподільників. Охарактеризуйте принцип їх дії.
7. За якою формулою знаходяться витрати рідини в гідроапаратурі? Охарактеризуйте це.