**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**Кафедра технічного сервісу та систем в АПК**

# МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи

з навчальної дисципліни

«ГІДРОПРИВОД»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Мелітополь

2020

УДК 621.3.002

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Рецензенти:

К.О. Самойчук – д.т.н., доцент, в.о. зав. кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет;

В.В. Черкун – к.т.н., доцент кафедри технології конструкційних матеріалів, Таврійський державний агротехнологічний університет.

**Журавель Д.П.**

Гідропривод: методичні вказівки до самостійної роботи / Д.П.Журавель, К.Г. Петренко. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. – 125 с.

Методичні вказівки призначається для використання студентами для самостійної роботи з дисципліни «Гідропривод». В методичних вказівках наведено в структурованій формі методику, програму виконання лабораторних робіт, завдання для самостійної підготовки та питання для контролю знань і самоперевірки, що відповідає програмі навчальної дисципліни. При розробці методичних вказівок автори керувалися метою надати студентам відомості теоретичного та практичного значення з питань конструкції елементів гідроприводів та діагностування вузлів і агрегатів. При вивченні конструкції елементів гідроприводів в навчальній лабораторії студент поряд з цими методичними вказівками користується макетними зразками елементів гідроприводів, плакатними матеріалами та діючими стендами.

© Д.П. Журавель, К.Г. Петренко, 2020

Зміст

**Вступ**…… 4

**Загальні положення з гідроприводу**…….. 5

**Лабораторна робота №1 Вивчення конструкції та випробування об'ємних насосів**…… 6

**Лабораторна робота №2 Вивчення конструкції та випробування об'ємних гідродвигунів**…… 21

**Лабораторна робота №3 Вивчення конструкції та випробування гідророзподільників**……. 36

**Лабораторна робота №4 Вивчення конструкції та випробування гідроапаратури**…… 49

**Лабораторна робота №5 Вивчення гідравлічної системи гідростатичної трансмісії комбайнів типу "Дон"**…… 71

**Лабораторна робота №6 Вивчення гідрооб'ємного рульового керування**…… 86

**Додатки**…… 98

**Література**…… 103

# ВСТУП

Методичні вказівки призначені для використання студентами при виконанні лабораторних робіт при вивченні елементів гідропривода з дисципліни «Гідропривод».

В посібнику в стислій формі подаються дані про призначення, будову і принцип дії окремих елементів гідроприводів.

При розробці вказівок автори керувалися метою надати студентам відомості практичного значення з питань конструкції окремих елементів гідроприводів.

Як відомо, гідрофікація є прогресивним напрямком в ефективному використанні техніки в сільськогосподарському виробництві. Гідрофікація, або застосування гідроприводів на сільськогосподарській техніці та у виробництві, забезпечує поліпшених умов праці, автоматизацію виробничих процесів та має інші переваги.

Тому пропоновані методичні вказівки є актуальним і сприятимуть покращенню якості підготовки майбутніх спеціалістів сільськогосподарського виробництва.

При вивченні конструкції елементів гідропривода в лабораторії гідропривода сільськогосподарської техніки студент поряд з цими методичними вказівками користується макетними зразками елементів гідропривода, плакатними матеріалами та діючими стендами з випробувань елементів гідропривода.

Користуючись наданим в методичних вказівках матеріалом студент звітує про отримані ним знання з питань класифікації елементів гідропривода сільськогосподарської техніки, умовного позначення їх на принципіальних і функціональних схемах, маркіровки, принципу дії та улаштування окремих елементів гідропривода.

# ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ГІДРОПРИВОДУ

Гідропривод – це пристрій, призначений для передавання механічної енергії двигуна робочому органу машини за допомогою рідини. Він складається з двох основних ланок вхідної – насоса і вихідної – гідродвигуна та допоміжних елементів, з'єднаних між собою гідролініями. Гідропривод ділиться на об'ємний гідропривод і гідродинамічні передачі.

Об'ємний гідропривод – це сукупність об'ємних гідромашин (насоса і гідродвигуна), гідроапаратури, гідроліній (трубопроводів) і допоміжних пристроїв, призначених для передачі енергії і зміни виду руху за допомогою рідини.

Об'ємний гідропривод класифікується: за характером руху вихідної ланки - з прямолінійним зворотно-поступальним рухом, з обертовим рухом і з поворотним рухом вихідної ланки; за характером циркуляції робочої рідини – з розімкнутою ціркуляцією і з замкнутою циркуляцією рідини; за регульованістю – регулюємий і нерегулюємий.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

## ТЕМА: ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИПРОБУВАННЯ ОБ'ЄМНИХ НАСОСІВ

**Мета: Вивчити призначення, класифікацію, позначення по стандартах і принцип дії об'ємних насосів, провести розрахунок основних технічних показників.**

### 1. Вказівки по підготовці до роботи

1.1. Завдання по самостійній підготовці до роботи. Вивчити: призначення, конструкцію, позначення по стандартам насосів об'ємного гідроприводу.

1.2. Питання для самоперевірки:

– призначення насосів об'ємного гідроприводу;
– дати класифікацію насосів;
– привести умовні позначення насосів по стандартах.

### 2. Вказівки по виконанню роботи

2.1. Програма роботи.

2.1.1. Вивчити конструкцію, принцип дії і позначення по стандартах:

– шестеренних насосів типу НШ;
– гвинтових;
– пластинчастих насосів;
– радіально-поршневих;
– аксіально-поршневих насосів.

2.1.2. Вивчити особливості конструкції насосів з регулюємою подачею.

### 3. Звітність по роботі

3.1. Зміст звіту:

3.1.1. Дати класифікацію насосів об'ємного гідроприводу.

3.1.2. Накреслити функціональні схеми вивчених гідронасосів.

3.1.3. Розшифрувати маркірування насосів сільськогосподарського гідроп-

риводу.

3.1.4. Провести розрахунок основних технічних показників.

## 4. Насоси

### 4.1. Загальні відомості з насосів.

***Насос*** – це гідравлічні машини призначені для створення потоку рідинного середовища.

Вони діляться на динамічні та об`ємні.

В гідроприводах сільськогосподарської техніки застосовуються тільки об`ємні роторні насоси.

***Об'ємні насоси*** – це насоси в яких рідина переміщується завжди періодичній зміні об'єму камери, яку вона (рідина) займає.

Об'ємні насоси діляться на роторні і зворотньо-поступальні. В гідроприводах застосовується тільки роторні об'ємні насоси.

Насос в системі об'ємного гідропривода є вхідною (основною) ланкою і призначений він для подачі робочої рідини на гідродвигун (вихідну ланку).

Класифікація об`ємних насосів, які застосовуються в об'ємних гідроприводах наводиться на рисунку 4.1.

Об'ємні насоси характеризуються такими основними технічними показниками (параметрами):подача, тиск, потужність, частота обертання.

***Подача насоса,*** Q , $м^3/с$ – відношення об`єму рідини, яку подає насос, до часу, або об`єм рідини, $м^3$, яку насос подає за 1 секунду. Визначається вона для роторних насосів за залежністю

$$Q = V_o \cdot n, \tag{1}$$

де $V_0$ – робочий об`єм насоса, тобто об`єм рідини, яка проходить через насос за один оберт вала;

$n$ - частота обертання вала.

***Тиск насоса***, Р, Па – різниця тиску на виході і вході насоса, тобто повний препад енергії рідини віднесений до одиниці її об'єму. Визначається тиск залеж-

ністю

$$P = P_{вих} - P_{вх}, \tag{2}$$

де $P_{вих}$, $P_{вх}$ - тиск, відповідно, на виході і вході насоса.

У відповідності з тиском напір насоса, Н, м, визначається залежністю

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g}, \tag{3}$$

***Потужність насоса,*** **N,** Вт – робота, яка виконується насосом за одну секунду при переміщенні одного метра кубічного рідини на шляху, що дорівнює напору насоса. Визначається потужність залежністю (без врахування к.к.д.)

$$N = P \cdot Q, \tag{4}$$

де P - тиск насоса;

Q - подача насоса.

**Частота обертання**, n, $c^{-1}$ – кількість обертів робочого органа насоса за секунду.

На гідравлічних схемах насоси позначаються згідно з додатком А.

### 4.2 Шестерневі насоси

Це об'ємні роторні насоси обертової дії з робочими камерами, створюваними елементами двох суміжно розташованих шестерень (міжзубними просторами), корпусом та кришкою насоса.

Таким чином, шестерневі насоси складаються з двох, ведучої і відомої, шестерень, які знаходяться в зачепленні і розташовані з мінімальним зазором в корпусі та кришки, що закриває корпус насоса, рисунок 4.2

По виду зачеплення шестерень вони бувають з зовнішнім і внутрішнім зачепленням, дивитись рисунок 4.1.

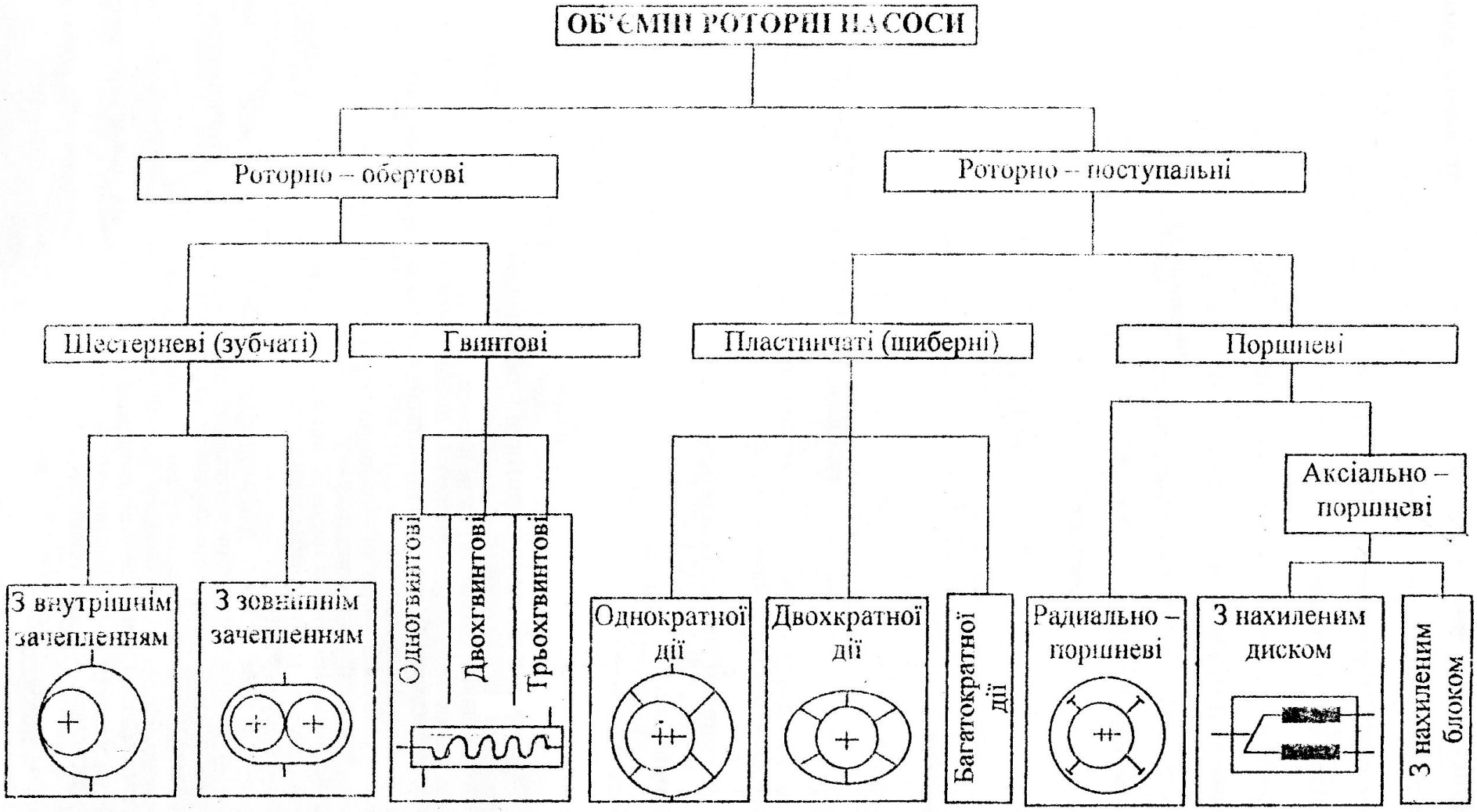
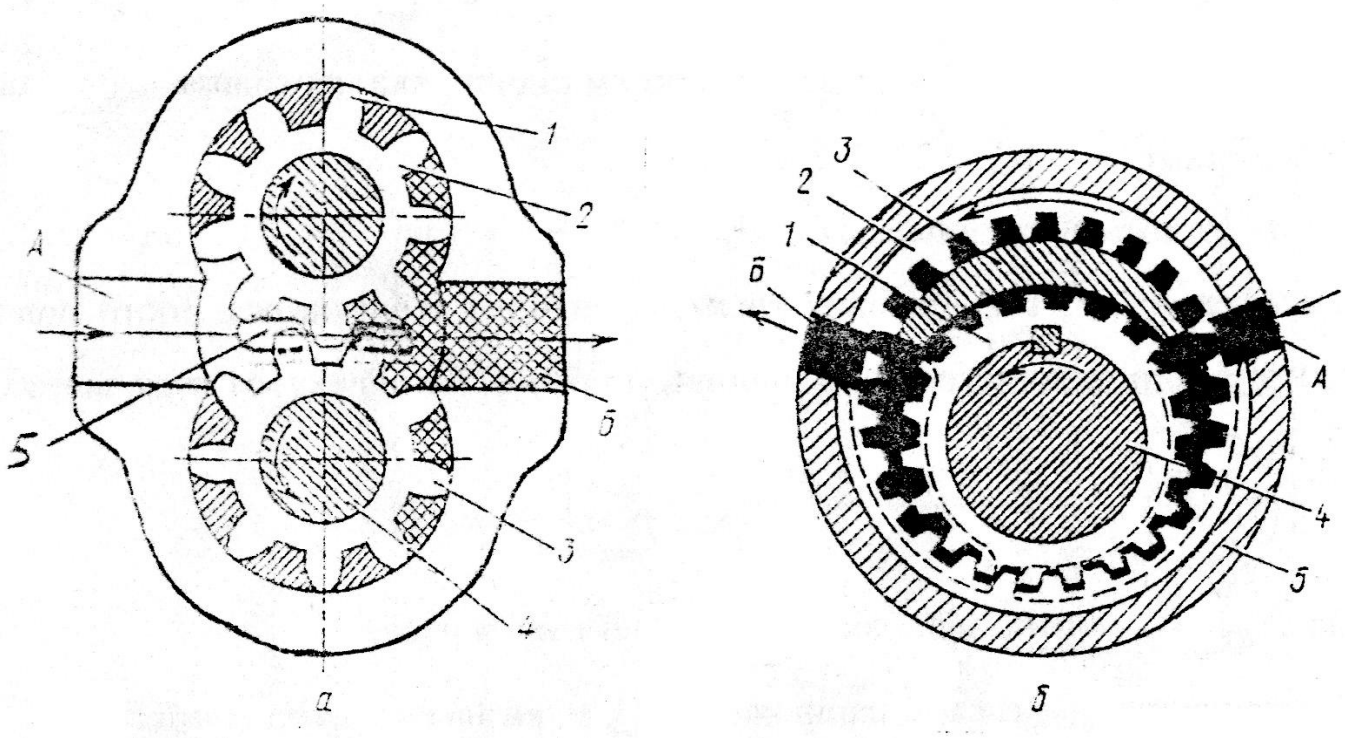



Рисунок 4.1. Класифікація об'ємних роторних насосів, що застосовуються в об'ємних гідроприводах сільськогосподарської техніки

Принцип дії шестерневих насосів з зовнішнім зачепленням полягає в тому, що зуби, при обертанні шестерень, захоплюють рідину і переміщують її від усмоктувальної до напірної порожнини. Тобто рідина рухається по зовнішньому колу вздовж стінок корпуса.

В насосах з внутрішнім зачепленням обидві шестерні обертаються в одному напрямку, а рідина з усмоктувальної порожнини А заповнює простір між зубами і переміщується до нагнітальної порожнини Б.

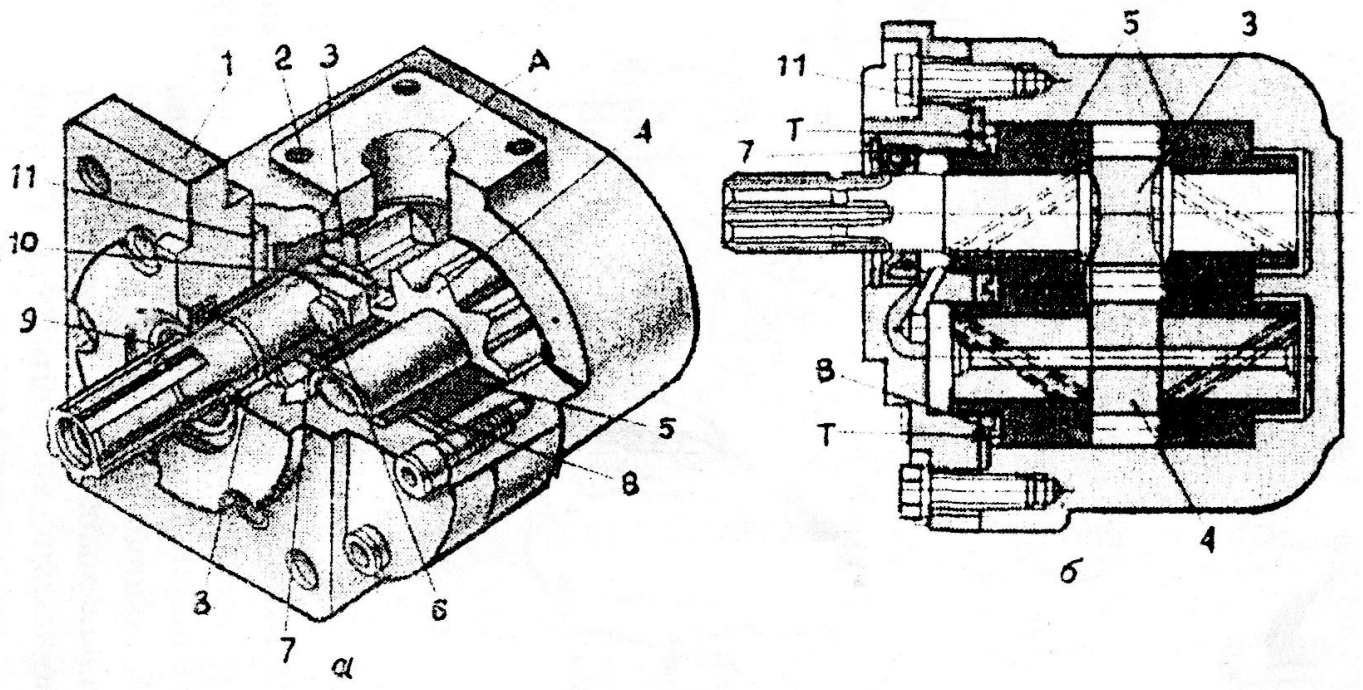
В просторі між виступами зубів зовнішньої і внутрішньої шестерень знаходиться розділювач 3. Робоча камера утворюється простором між зубами зовнішньої і внутрішньої шестерень, розділювачем 3 і боковими кришками.




а - з зовнішнім зачепленням: 1 - ведена шестерня; 2 - корпус; 3 - ведуча шестерня; 4 - вал; А і Б – відповідно усмоктувальна і нагнітальна порожнини; б - з внутрішнім зачепленням: 1- внутрішня шестерня; 2 - рухома шестерня; 3- розділювач; 4 - вал; 5 - корпус; А і Б – відповідно, усмоктувальна і нагнітальна порожнини.

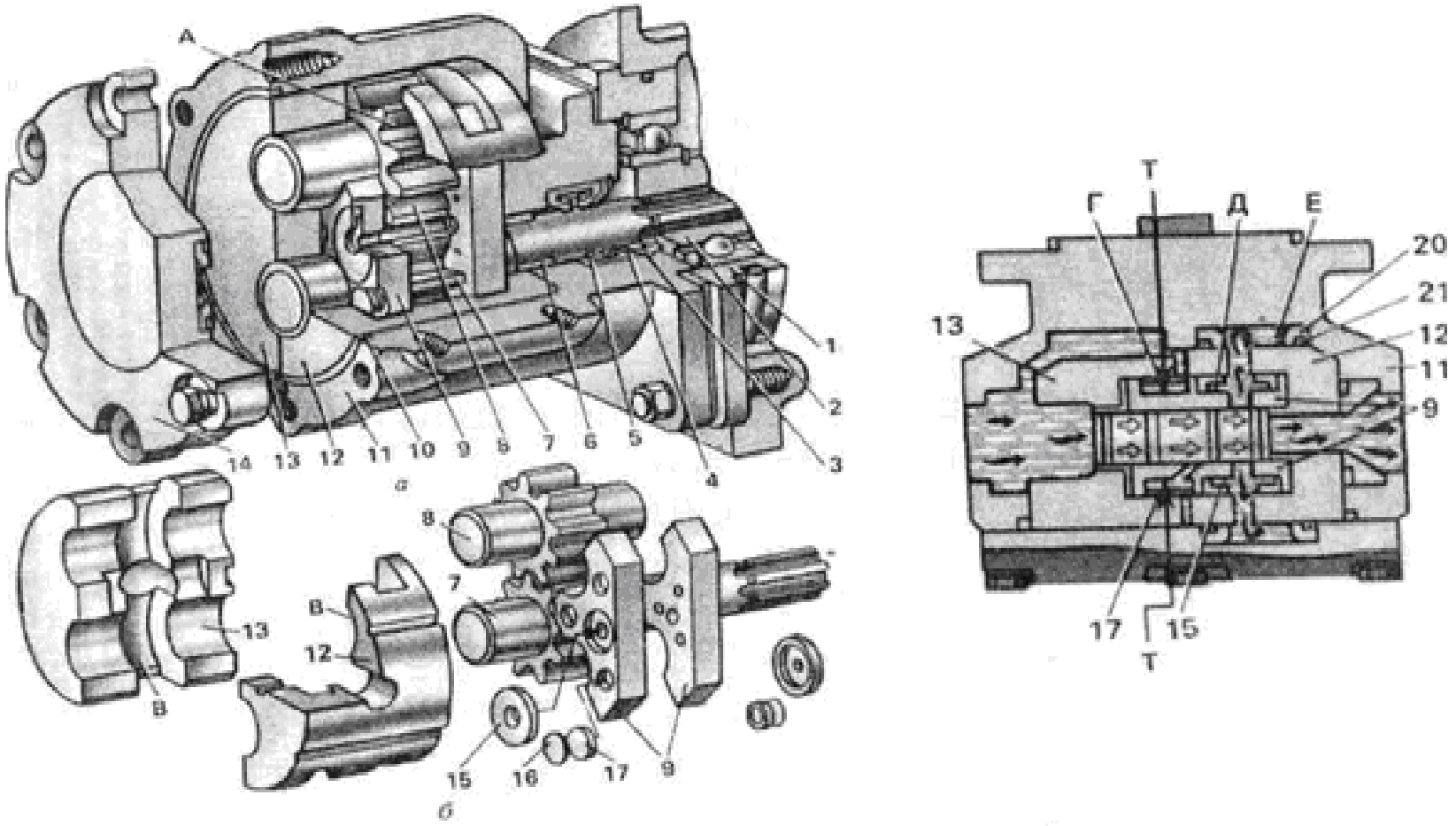
Рисунок 4.2. Схема шестерневих насосів.

Кількість зубів в шестерні 6...16. При зачепленні шестерен в міжзубних просторах утворюється запертий об’єм рідини, тиск якої різко збільшується, що може викликати поломку насоса. Для усунення цього явища в них улаштовуються розвантажувальні канали. Так як параметри, які визначають робочій об’єм шестеренвого насоса, є величинами постійними, то шестерневі насоси є нерегульованими. Застосовуються вони для живлення гідроприводів невеликої потужності з дроселльним управлінням. Перевагою цих насосів є простота конструкції, компактність, незначна вага і порівняно низька вартість. Недоліками їх є нерівномірність подачі, великі механічні втрати енергії, значні втрати рідини на підтікання, нерегульованість їх об`єму та запирання рідини в міжзубних просторах. На рисунках 2.3 і 2.4 показані насоси типів НШУ і НШК. НШУ- насос шестерневий універсальний; НШК - насос шестерневий круглий.




а - будова насоса; б - повздовжній розріз; 1 - кришка; 2 - корпус; 3 - ведуча шестерня; 4 - ведена шестерня; 5 - опорна (піджимна) втулка; 6 - гумове ущільнення; 7 - ущільнююче кільце; 8- сальник; 9- статорне кільце; 10 - манжета ущільнення; А - усмоктувальна порожнина; В - кільцева камера; Т - напрямок дії тиску на втулки 5.

Рисунок 4.3. Шестерневий насос універсальний типу НШУ.




1 – стакан підшипника; 2 – вал привода насоса; 3 – стопорне піджимне кільце; 4 – опорне кільце; 5 – манжета (самопіджимний сальник); 6 – центруюча втулка; 7, 8 – ведуча та ведена шестерні; 9 – платик; 10 – гумове кільце; 11 – корпус; 12, 13 – піджимна та підшипникова обойми; 14 – кришка; 15, 17 – велика та мала манжети торцьового ущільнення; 16 – упорна пластина; 18 – опорна пластина манжети; 19 – манжета радіального ущільнення; 20 – розвантажувальна манжета; 21 – запобіжне кільце манжети; А – міжзубовий простір; В – усмоктувальна порожнина; Г – камера насоса; Д – гніздо манжети 15; Є – порожнина високого тиску; Т – напрямок дії тиску на платики 9.

Рисунок 4.4. Насос шестерневий круглий, тип – НШК.

Шестерневі насоси певним чином маркіруються. Назва марки насоса розпочинається двома абревіатурними літерами НШ- насос шестерневий, слідуючим іде число, яке позначає робочий об'єм, $см^3$. Якщо після першого числа через тире позначене друге двозначне число, то насос двохсекційний, а число позначає робочий об`єм другої секції. Числа 2, 3, 4, що подаються далі, позначають виконання по тиску відповідно 14, 16, 20…25 МПа. Літери У, А, Є і інші позначають модифікацію — універсальний і т.д., якщо літери відсутні — насос круглий.

Наприклад: насос НШ-32-У-2-Л — насос шестерневий; 32 — робочий об'єм, $см^3$. У — універсальний; 2 — виконання по тиску — 14МПа; Л — лівого обертання (якщо "Л" не вказується — насос правого обертання); насос НШ-50-3 — насос шестерневий; 50 — робочий об'єм, $см^3$; 3 — виконання по тиску — 16МПа; НШ-32-10-2 — насос шестерневий двохсекційний; 32 — робочий об'єм першої секції, $см^3$; 10 — робочий об'єм другої секції, $см^3$; 2 — виконання по тиску — 14 МПа.

### 4.3. Гвинтові насоси

Це об'ємні роторні насоси обертової дії в яких завдяки спеціальному профілю нарізки гвінтів (роторів) забезпечується повне роз'єднання (відокремлення) усмоктувальної і напірної порожнин. Вони виготовляються як одно-, двох-, трьох - і багатогвинтові з горизонтальним та вертикальним виконанням.

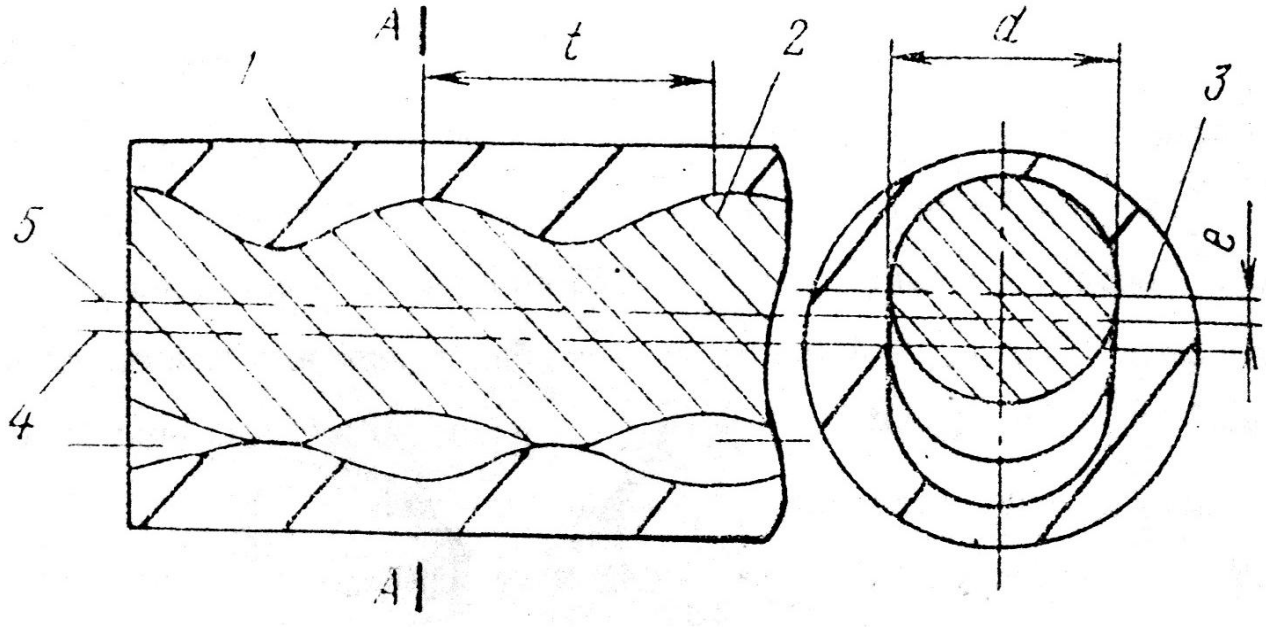
Показаний на рисунку 4.5. одногвинтовий насос, складається з однозаходного стального гвинта (ротора) і двохзаходної гумової обойми, запресованої в врізок стальної труби (корпус). При обертанні гвинта рідина герметично замикається в вільному просторі між гвинтами обоймою і переміщується з усмоктувальної в нагнітальну порожнину.

На рисунку 4.6. показаний трьохгвинтовий насос. Центральний (середній) гвинт 4 є ведучим, а два бокові гвинти 3 - веденими. Корпус 1, дві відстані (ступені) бокових гвинтів і одна відстань (ступінь) центрального гвинта утворюють замкнуту камеру, яка при обертання гвинтів постійно рухається від сторони усмоктування до сторони нагнітання. Усмоктувальна і нагнітальна камери обмежені кришками 5.

**4.4. Пластинчаті насоси.**

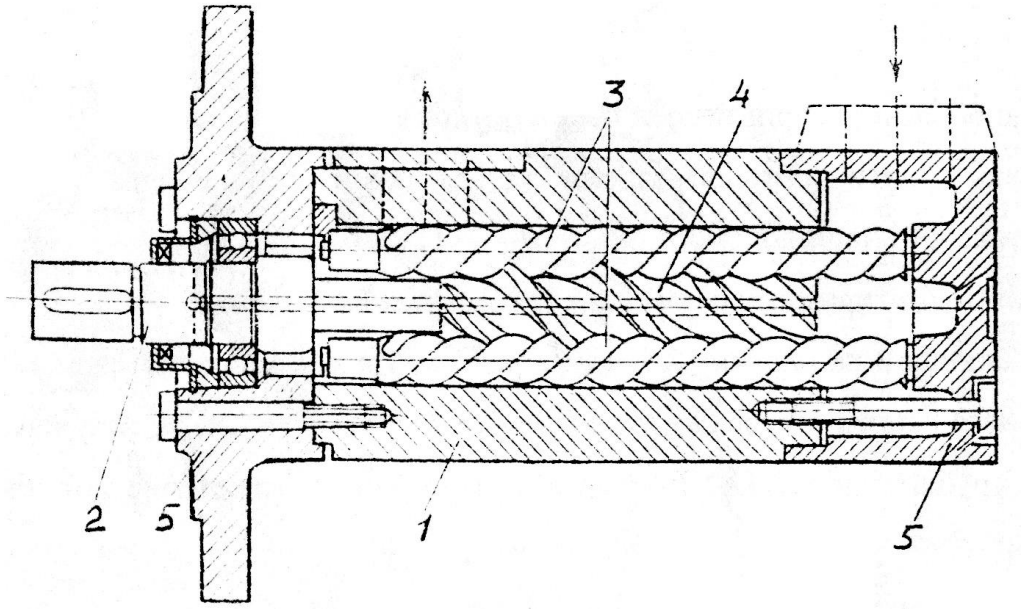
Це об’ємні роторні насоси обертової дії в яких робочі камери утворюються поверхнями ротора, статора, двох суміжних пластин і бокових кришок. Пластинчатий насос складається з вала, статора і ротора, в пазах якого розташовані пластини, рисунок 2.7. Ротор насоса розташований ексцентрично відносно статора.

Принцип роботи цих насосів полягає в наступному: при обертанні ротора в напрямку показаному стрілкою на рисунку 2.5 пластини під дією відцентрової сили (а іноді і за допомогою пружин) на ділянці У, виходять з пазів ротора і прижимаються до внутрішньої поверхні статора. В наслідок цього на цій ділянці утворюються порожнини з вакуумметричним тиском, які через канал 4 з’єднуються з усмоктувальною порожниною, і таким чином, тут відбувається процес усмоктування. В точці А робочий об’єм замикається. При подальшому обертанні ротора від тачки А, рідина, що перекачується, витискається з робочої камери, так як попередня пластина в точці Б розмика робочу камеру, об’єм її зменшується і каналом 5 робоча камера з’єднується з нагнітальною порожниною. Таким чином, на ділянці Н відбувається процес нагнітання рідини.



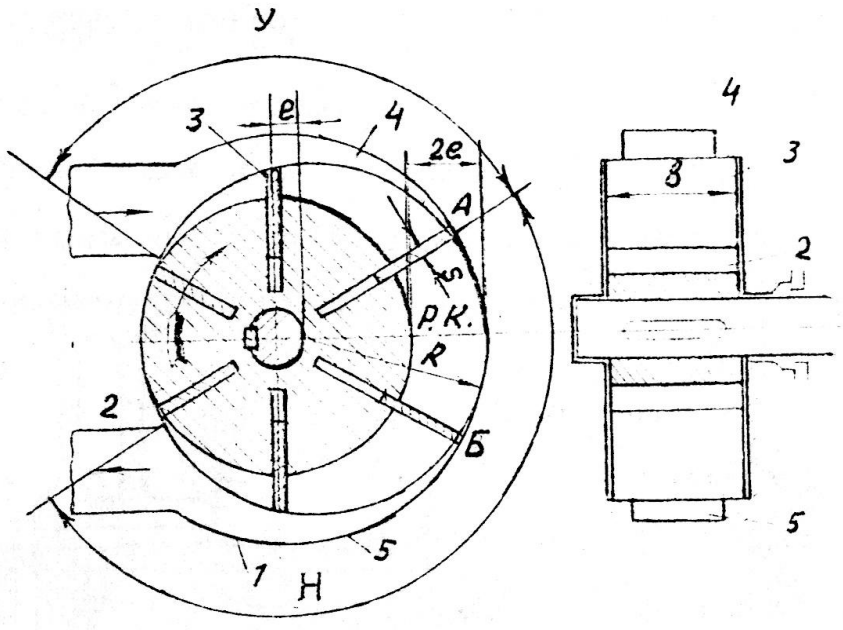

1 — двохзахідна гумова обойма; 2 — однозахідний стальний гвинт; 3 — геометричний центр поперечного перерізу гвинта; 4 — вісь гвинтової поверхні статора; 5 — вісь гвинтової поверхні гвинта (ротора).

Рисунок 4.5. Схема одногвинтового насоса




1 — корпус; 2 — вал центрального (ведучого) гвинта; 3 — бокові (зовнішні) ведені гвинти; 4 — центральний (ведучий) гвинт; 5 — кришки.

Рисунок 4.6. Трьохгвинтовий насос.



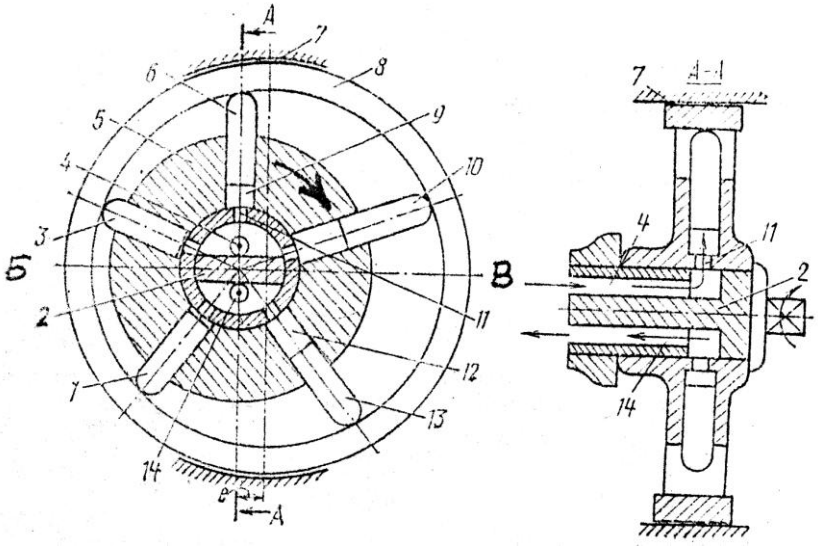

1 – корпус; 2 – ротор; 3 – прямокутні пластини; 4 – канал з’єднання з усмоктовальною порожниною; 5 – канал з’єднання з нагнітальною порожниною; e – ексцентриситет; R – радіус внутрішнього кола корпусу; S –товщина пластини; b – ширина пластини; Р.К. – робоча камера; А, В – точки, відповідно, змикання та розмикання робочого об’єму; У – зона усмоктування; Н – зона нагнітання.

Рисунок 4.7 Схема пластинчатого насоса

### 4.5 Радіально – поршневі насоси

Це об’ємні роторні насоси в яких робочі камери утворюються циліндрами, улаштованими (висвердленими) в роторі і поршнями які в них перемішуються радіально (перпендикулярно вісі ротора). В цих насосів ротор розташований ексцентрично відносно статора, рисунок 4.8.

Принцип роботи цих насосів полягає в наступному: при обертанні ротора, згідно з напрямком показаним на рисунку 4.8, під дією відцентрової сили на ділянці від Б до В (вище лінії Б - В) поршні виходять з циліндрів, в них утворюється вакуум , а тому рідина з усмоктувальної порожнини через отвори 11 надходить в циліндр і на ділянці В – Б (нижче лінії Б - В) поршні втискуються (входять) в циліндри, в них утворюється надлишковий тиск, а тому рідина з циліндрів через отвори 11 надходить в нагнітальну порожнину. В усмоктувальну порожнину рідина надходить через канал 4, а з нагнітальної порожнини рідина надходить в нагнітальний канал 14.




1, 3, 6, 10, 13 – поршні; 2 – нерухома перегородка (цапфенний розподілювач); 4, 14 – канали, відповідно усмоктування та нагнітання; 5 – ротор; 7 – статор; 8 – обойма (складова частина статора); 9, 12 – циліндри (отвори); 11 – отвір (з’єднання циліндрів поперемінно з усмоктувальною та нагнітальною порожниною); е – ексцентриситет; Б – В – лінія розділу тактів усмоктування ( вище її) і нагнітання ( нижче її).

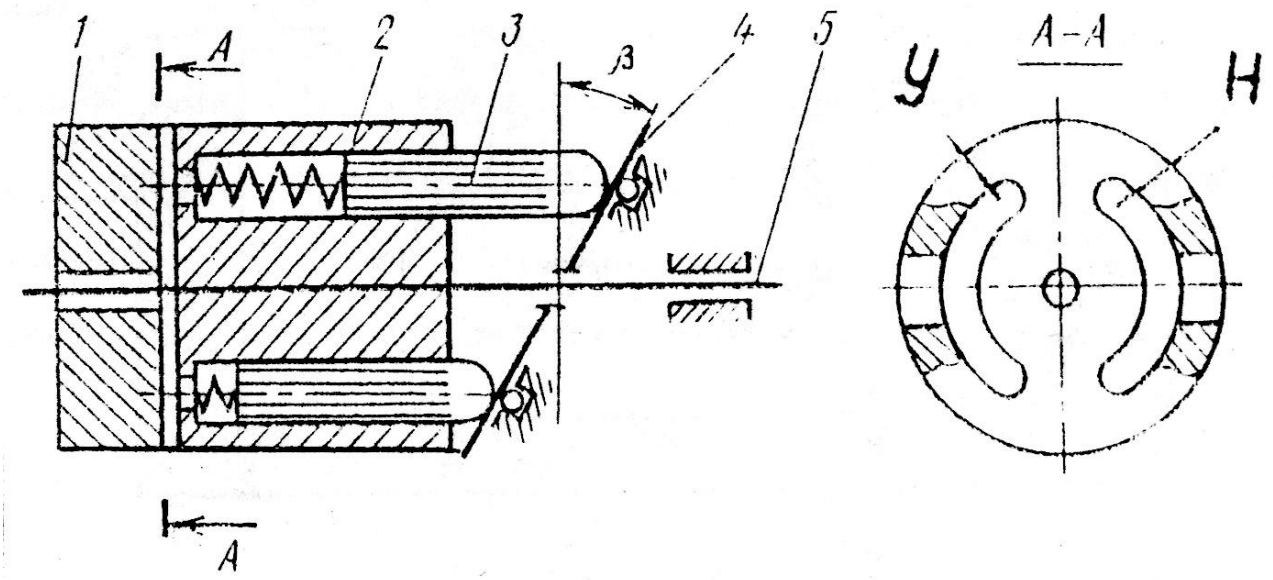
Рисунок 4.8. Схема радіально – поршневого насоса.

**4.6. Аксіально – поршневі насоси.**

Це, як і всі попередні, об’ємні насоси обертової дії у яких робочі камери утворюються циліндрами, улаштованими в блоці циліндрів, і поршнями. Але на відміну від роторно – поршневих насосів в них поршні рухаються вздовж вісі блоку циліндрів (аксіально), або під деяким кутом.

Вони бувають двох типів - з нахиленим диском та з нахиленим блоком.

***Насоси з нахиленим диском.*** В них поршні зв’язані з нахиленим диском 4, рисунок 4.9, точечним торканням, або шарніром.



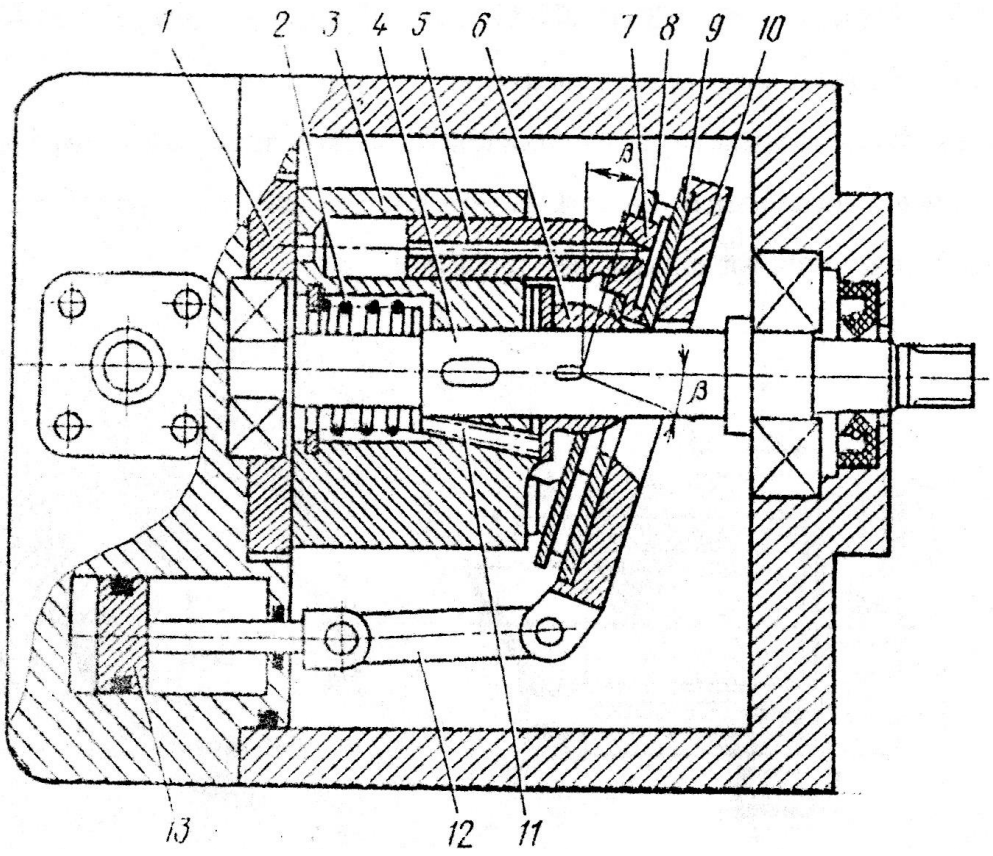

1 – розподільчий диск; 2 – блок циліндрів; 3 – поршень; 4 – нахилений диск; 5 – вал. У, Н – вікна в розподільчому диску, відповідно, усмоктування і нагнітання.

Рисунок 4.9. Схема аксіально – поршневого насоса з нахиленим диском з точечним торканням поршнів.

Блок циліндрів 2 з поршнями 3 приводяться до обертання валом 5. Для підведення і відведення рідини до робочих камер в торцьовому розподільчому диску 1 виконані два дугоподібних вікна У, Н.

Принцип роботи цих насосів полягає в наступному: при обертанні блока циліндрів поршні, торкаючись нахиленого диска, під дією пружин і завдяки нахилу диску поступово виходять з циліндрів усмоктуючи при цьому рідину, див. рис

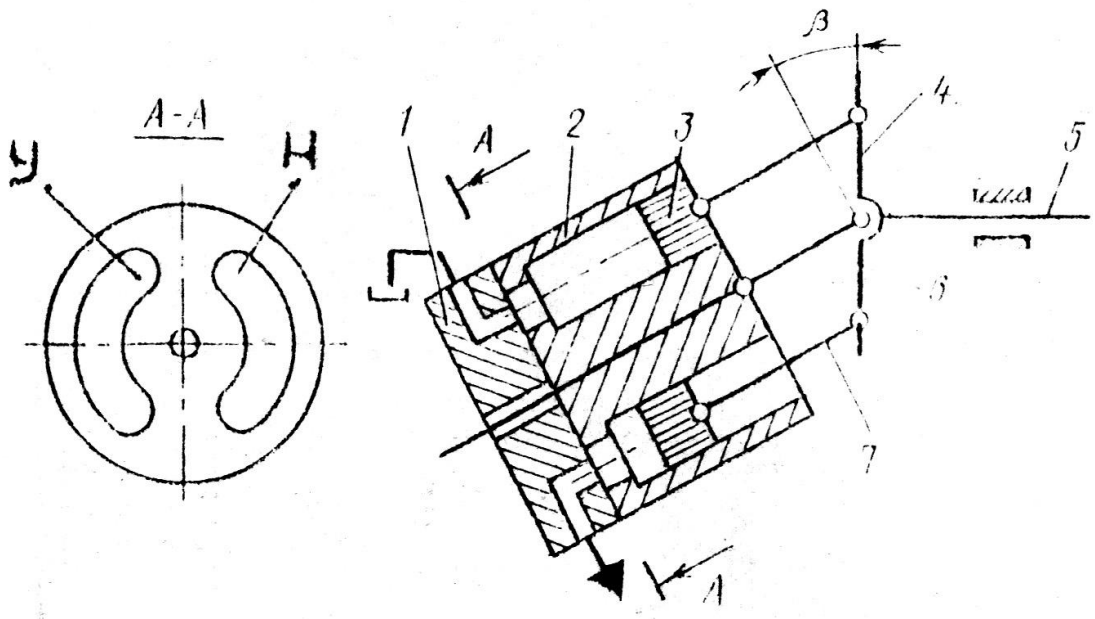
2.9 (верхнє положення), а потім, також поступово, втискуються в циліндри, завдяки виключно нахилу диску, витісняючи з циліндрів рідину, тобто нагнітаючи її, див. рис.2.9 (нижнє положення). На рисунку 4.10 показаний загальний вигляд такого насоса.




1 – розподільчий диск; 2 – пружина підтиснення блоку циліндрів; 3 – блок циліндрів; 4 – вал; 5 – поршень; 6 – втулка; 7 – башмак; 8 – сепаратор; 9 – опорне кільце; 10 – нахилений диск; 11 – пружина; 12 – тяга повороту нахиленого диска; 13 – поршень механізму управління нахиленим диском.

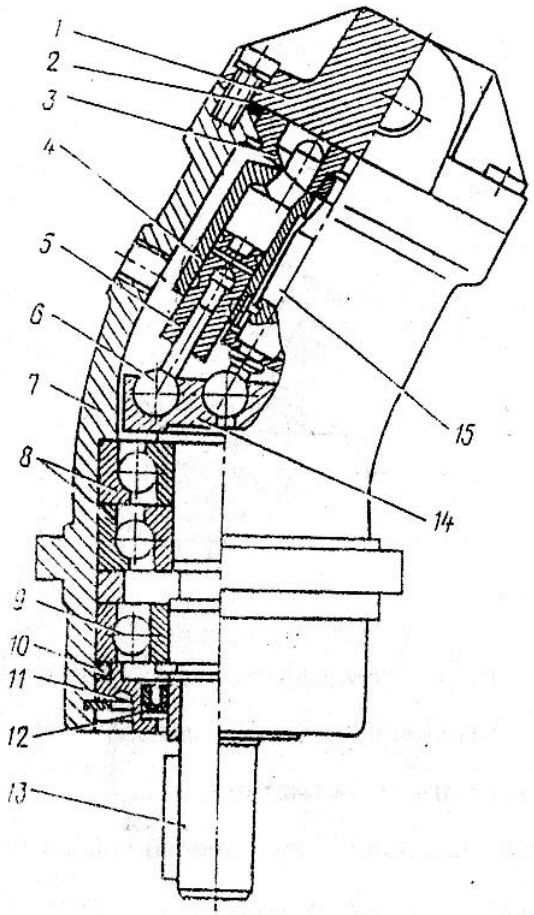
Рисунок 4.10. Аксіально – поршневий насос з нахиленим диском з шарнірним зв’язком поршнів.

***Насоси з нахиленим блоком.*** В них поршні розташовані в блоці циліндрів і шарнірно з’єднані шатунами з фланцем вала, рисунок 4.11. Принцип роботи цих насосів майже аналогічний попереднім , з тією різницею, що у цих насосах нахилений блок циліндрів по відношенню до вертикального фланця 4, що й забезпечує поступальний рух поршнів в циліндрах при обертанні блока циліндрів.




1 – розподільчий диск; 2 – блок циліндрів; 3 – поршень; 4 - приводний фланець (шайба); 5 – вал; 6 - центруючий валик; **7** – шатун; У, Н – вікна в розподільчому диску, відповідно, усмоктування і нагнітання.

Рисунок 4.11 – Схема аксіально – поршневого насоса з нахиленим блоком.




1, 11 – кришки; 2, 10 – ущільнюючі кільця; 3 – розподільчий диск з двома дугоподібними каналами (усмоктування і нагнітання); 4 – блок циліндрів; 5 – поршень; 6 – шарова головка шатуна; 7 – корпус; 8,9 – підшипники установки вала; 12 – манжета ущільнення; 13 – вал; 14 – приводний фланець (шайба); 15 – вісь (центральний шип або центральна цапфа).

Рисунок 4.12 Аксіально – поршневий нерегульований насос з нахиленим блоком.

**5. Контрольні запитання**

1. Призначення насосів.
2. Класифікація об'ємних насосів.
3. У чому полягає конструктивна особливість насосів типу НШК і їх відмінність від насосів НШУ?
4. У чому полягає конструктивна особливість шестеренних насосів із внутрішнім зачепленням?
5. У чому полягають особливості конструкцій і принципу дії пластинчастих насосів одно- і двухкратної дії?
6. Поясніть конструкцію і принцип дії аксіально-поршневих насосів.
7. Призначення гідростатичного розвантаження деталей насосів типу НШ-К, аксіально-поршневих, пластинчастих.
8. Основні несправності насосів і способи їхнього усунення.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2
## ТЕМА: ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИПРОБУВАННЯ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОДВИГУНІВ.

**Мета: Вивчити призначення, класифікацію, конструкцію, позначення по стандартах і принцип дії об'ємних гідродвигунів, провести розрахунок основних технічних показників.**

### 1. Вказівки по підготовці до роботи

1.1. Завдання по самостійній підготовці до роботи. Вивчити: призначення, конструкцію, позначення по стандартах гідродвигунів об'ємного гідроприводу.

1.2. Питання для самоперевірки:

– призначення й область застосування гідродвигунів об'ємного гідроприводу;

– дати класифікацію гідродвигунів;

– привести умовні позначення гідродвигунів по стандартах.

### 2. Вказівки по виконанню роботи

2.1. Програма роботи.

2.1.1. Вивчити конструкцію, принцип дії й позначення по стандартах:

– шестеренних гідромоторів;

– радіально-поршневих гідромоторів;

– планетарних гідромоторів;

– поворотних гідродвигунів;

– гідродвигунів зворотно-поступального характеру руху вихідної ланки.

2.1.2. Провести розрахунок основних технічних показників.

### 3. Звітність по роботі

3.1. Зміст звіту

3.1.1. Накреслити функціональні схеми:

– радіально-поршневого гідромотора;

– планетарного гідромотора;
– пластинчатого поворотного гідродвигуна;
– поршневого поворотного гідродвигуна;
– гідроциліндра поршневого;
– гідроциліндра плунжерного;
– гідроциліндра телескопічного.

3.1.2. Привести і розшифрувати маркірування гідродвигунів сільськогосподарського гідроприводу.

3.1.3. Провести розрахунок основних технічних показників.

## 4. Гідродвигуни

### 4.1. Загальні відомості з гідродвигунів

***Гідродвигуни*** — це гідравлічні об'ємні машини, призначені для перетворення енергії потоку робочої рідини в механічну енергію.

Принцип дії гідродвигунів полягає в тому, що під дією тиску рідини в камері яку вона займає, тим чи іншим способом, робочий орган гідродвигуна виштовхується з неї і його переміщення приводить в дію робочий орган машини.

Гідродвигуни в системах гідропривода є вихідною (основною) ланкою і призначені для безпосереднього приведення в дію певного робочого органа машини, механізму і ін. Класифікація гідродвигунів, які застосовується в об'ємних гідроприводах наводиться на рисунку 4.1.

Крім наведеної на рисунку 4.1. класифікації гідромоторів слід зазначити , що вони можуть бути: регульованими, в яких регулюється робочий об'єм і нерегульованими в яких робочий об'єм не регулюється; реверсивними — в яких вихідна ланка здатна обертатися в обидві сторони і нереверсивними — в яких вихідна ланка здатна обертатися в одну сторону. В свою чергу по способу реверсування гідромотори можуть бути с постійним і з реверсивним напрямком потоку рідини. Крім цього гідромотори можуть бути однократної дії — в яких в кожній робочій камері здійснюється один робочий цикл за один оберт вихідної ланки і багатократної дії — в яких в кожній робочий камері здійснюється два і більш робочих циклів за один оберт вихідної ланки.

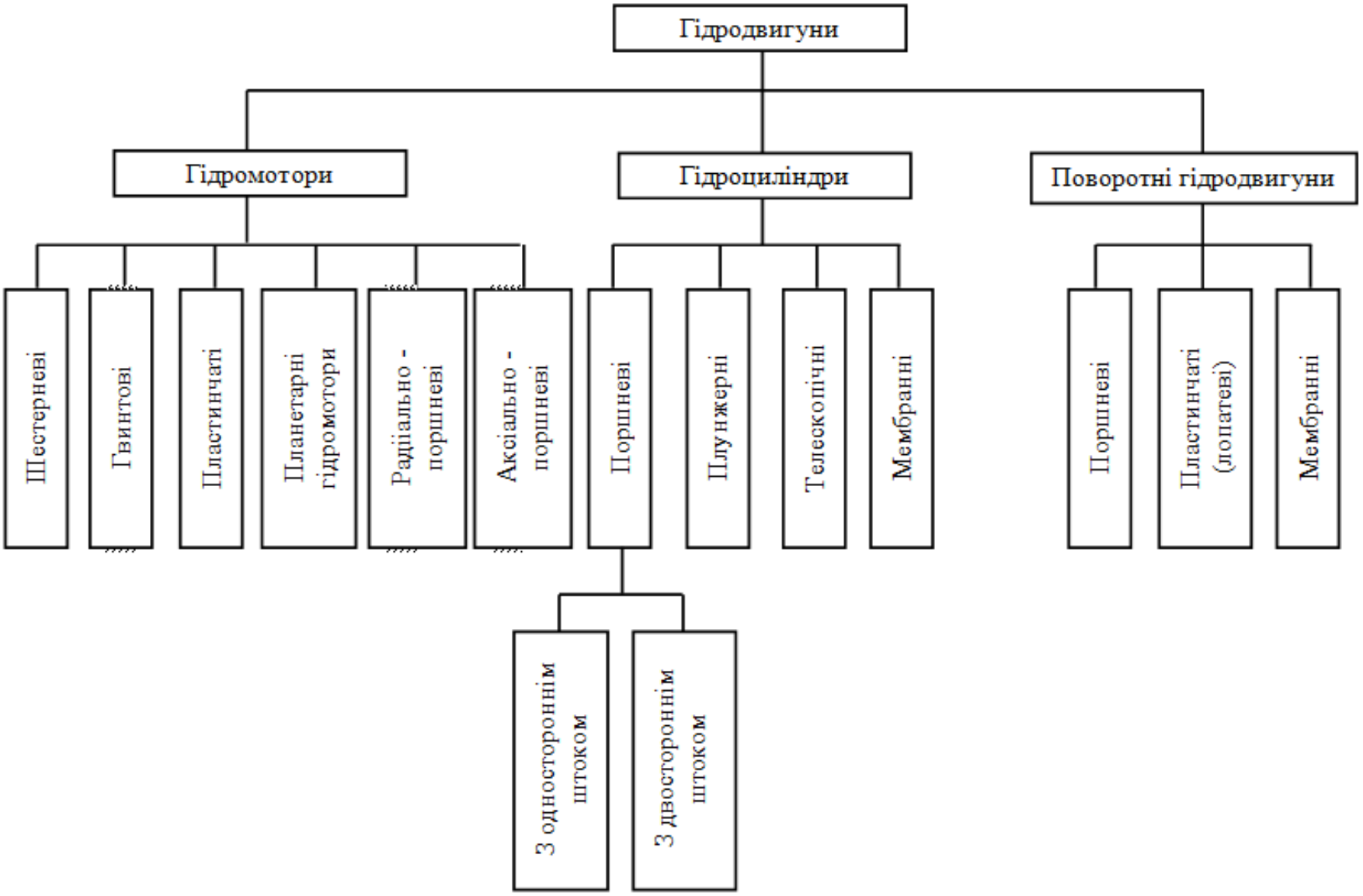



Рисунок 3.1. Класифікація гідродвигунів, які застосовуються в гідроприводах сільськогосподарської техніки.

**4.2.Гідромотори**

***Гідромотори*** — це об'ємні гідродвигуни, в яких вихідна ланка здійснює обертовий рух.

Завдяки властивості зворотності роторних об'ємних насосів, кожен з них в принципі може бути використаним в якості гідромотора, а тому гідромотори класифікуються так як і роторні насоси, тобто шестерневі, гвинтові, пластинчаті, радіально-поршневі та аксіально-поршневі. В конструкції гідромоторів все ж є деякі відмінності від відповідних роторних насосів, які обумовлені різним функціональним призначенням цих гідромашин.

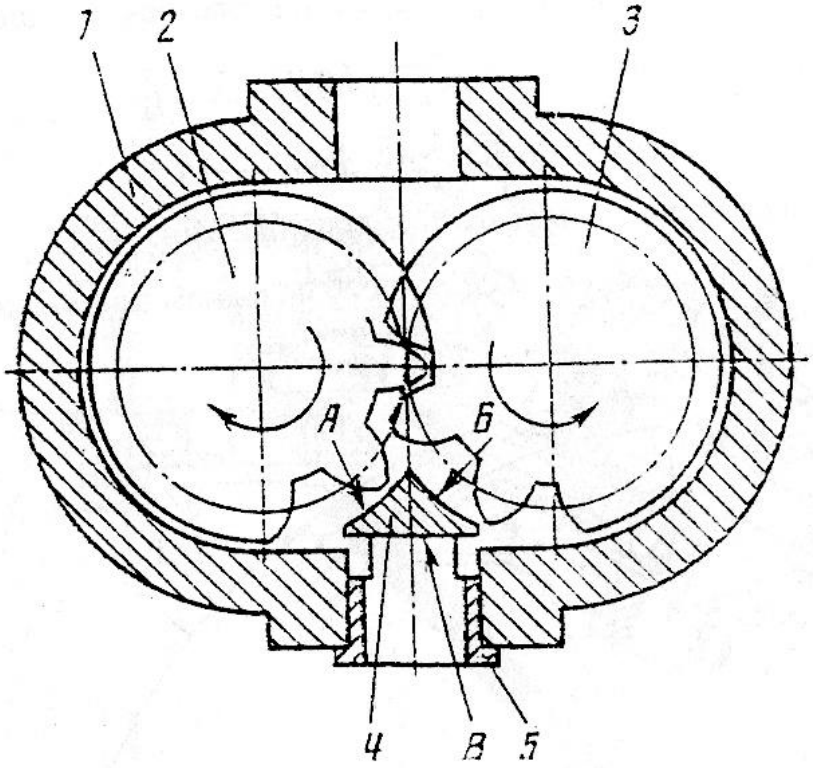
***Шестерневі гідромотори.*** В якості шестерневих гідромоторів в об'ємних гідроприводах застосовуються шестерневі насоси. З метою можливого реверсування гідромотори мають симетричні вхід і вихід. Так як шестерневі гідромашини характеризуються великою нерівномірністю подачі, то шестерневі гідромотори застосовуються порівняно рідко.

Шестерневі гідромотори використовуються для привода активних робочих органів в гідросистемах сільськогосподарських машин, вони уніфіковані з шестерневими насосами, роблять на тих же маслах, що й насоси, компактні і не вимагають підвищеної тонкості фільтрації робочої рідини.

Принцип їх дії полягає в наступному: рідина, яка подається в гідромотор під тиском створюваним насосом, спричиняє тиск на лобову (по відношенню до напрямку руху) сторону зубів, що створює обертовий момент, який і обертає шестерні навколо своєї вісі, забезпечуючи певний крутячий момент на валу гідромотора.

Розповсюдженими типами шестерневих гідромоторів є гідромотори МНШ 46 (мотор-насос шестерневий; 46 — робочий об'єм, $см^3$); ГМШ 32, ГМШ 50, ГМШ 100 (гідромотор шестерневий; 32, 50, 100 — робочий об'єм, $см^3$). Переведення з режиму роботи шестерневого насоса на режим гідромотора здійснюється за допомогою спеціальних пластин, розташованих в усмоктувальній і нагнітальній областях. Іншими особливостями конструкції гідромоторів, в порівнянні з такими насосами, є пристрій для покращення пуску гідромоторів, який улаштову-

ється у вхідній втулці (рис.4.2), а у насосів МНШ, в їхньому дні улаштовується конічний різьбовий отвір для приєднання дренажної гідролінії.




1-корпус; 2, 3-шестерні з зовнішнім зачепленням; 4 - пристрій для покращення запуску гідромотора; 5 - втулка; А, Б - поверхні, які охоплюють частину зубів шестерен; В-поверхня, яка є продовженням дотичних до ділильних кіл шестерен.

Рисунок 4.2. Схема шестерневого гідромотора з пристроєм для покращення його пуску.

Показаний на рисунку 4.2 пристрій для покращення пуску виконаний у вигляді ущільнюючого елемента з поверхнями А і Б, які охоплюють частину зубів шестерен 2 і 3, що виходять з зачеплення, а також поверхню В, яка є продовженням дотичних ділильних кіл шестерен 2 і 3. В момент пуску гідромотора площа дії тиску рідини на шестерні 2 і 3 зменшується на величину охоплення їхніх зубів поверхнями А і Б ущільнюючого елемента. При цьому тиск робочої рідини перерозподіляється і діє на шестерні 2 і 3 та на поверхню В. Крім цього. в момент пуску гідромотора, потік рідини поверхнею В направляється по дотичним к дільним колам шестерен. Все це сприяє збільшенню пускового момента гідродвигуна в

1.3…1.5 рази.

***Гвинтові гідромотори.*** В якості гвинтових гідромоторів застосовуються такі ж гідромашини як і гвинтові насоси. Розповсюдженими є трьохгвинтові гідромотори. Їх перевагою є нечутливість до динамічних навантажень, висока надійність в роботі, безшумність і інше.

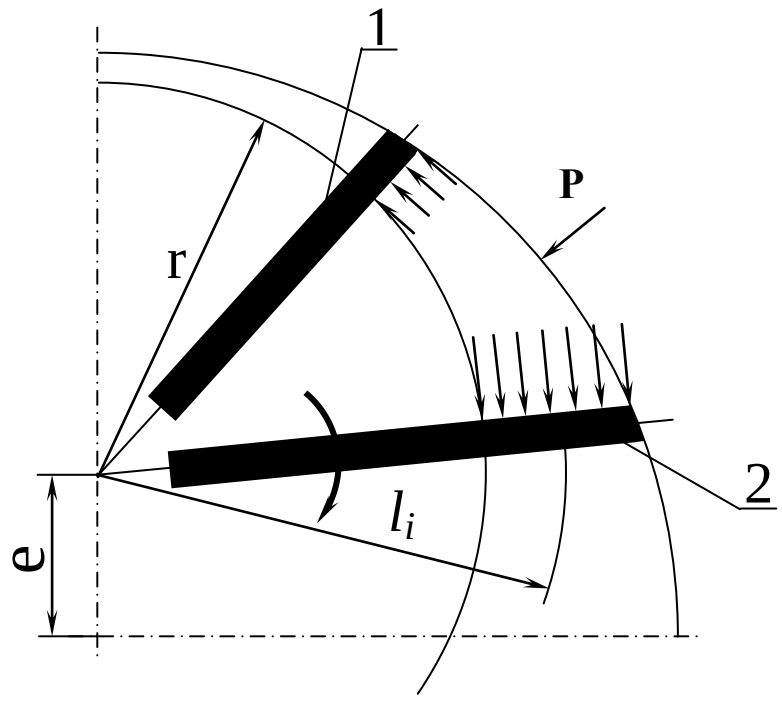
***Пластинчаті гідродвигуни.*** За улаштуванням вони нагадують пластинчаті насоси. Крутячий момент на валу гідромотора в них виникає в наслідок різниці сил тиску (сумарного тиску) на дві суміжні пластини, рисунок 4.3, що можна описати залежністю

$$M = \sum\left[p\left(S_2 l_2 - S_1 l_1\right)\right], \tag{1}$$

де p - тиск створюваний робочою рідиною;

$S_1$, $S_2$ - робоча поверхня двох суміжних пластин;

$l_1$ $l_2$ - плечі дії рівнодіючої сили тиску на відповідні пластини.

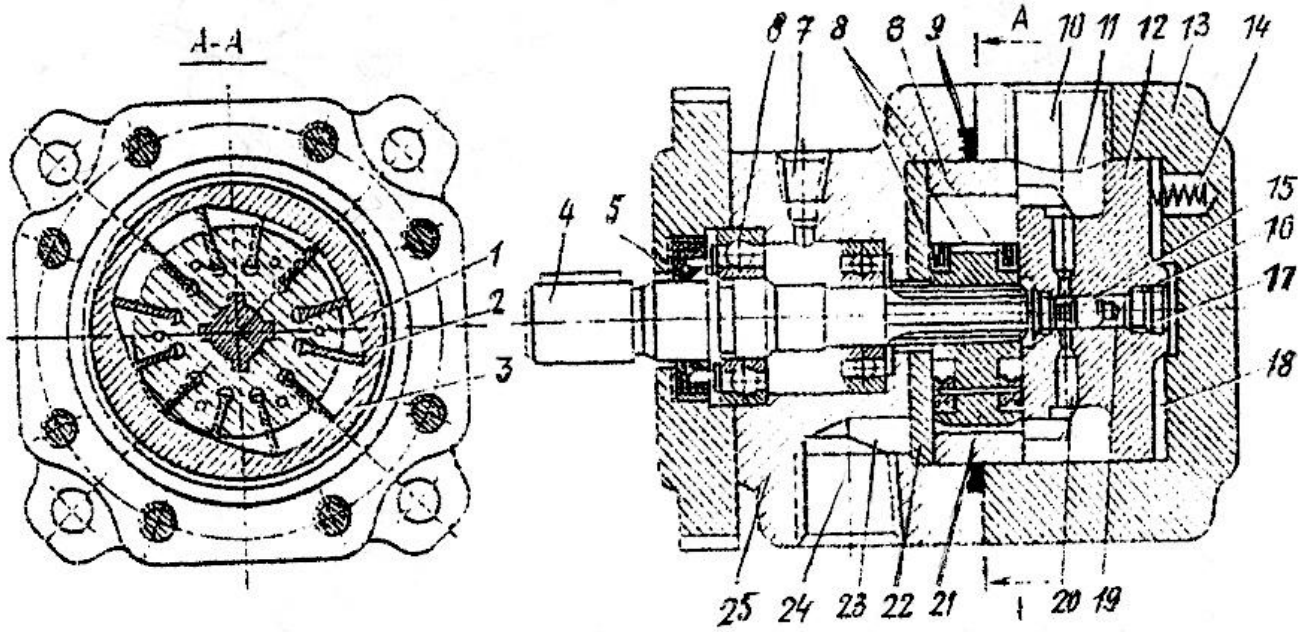



1, 2 - суміжні пластини; e - ексцентриситет посадки ротора відносно стопора; r - радіус ротора; $l_i$ - плече дії рівнодіючої сили тиску, p – надходження рідини під тиском.

Рисунок 4.3. Схема до обґрунтування роботи пластинчатого гідромотора.

На рисунку 4.4. зображений пластинчатий гідромотор. Він складається з

ротора 21 з пластинами 2 і статора 3, закріпленого в корпусі 25. Робоча рідина через вікно 10 і канал 20 порожнини 11 та вікна 1 надходить в міжлопатеві камери, видаляється з них рідина через кільцевий канал 23 і вихідний отвір 24 і надходить в гідролінію зливу. Рідина, що витікає через дренажний отвір 7 повертається в резервуар.



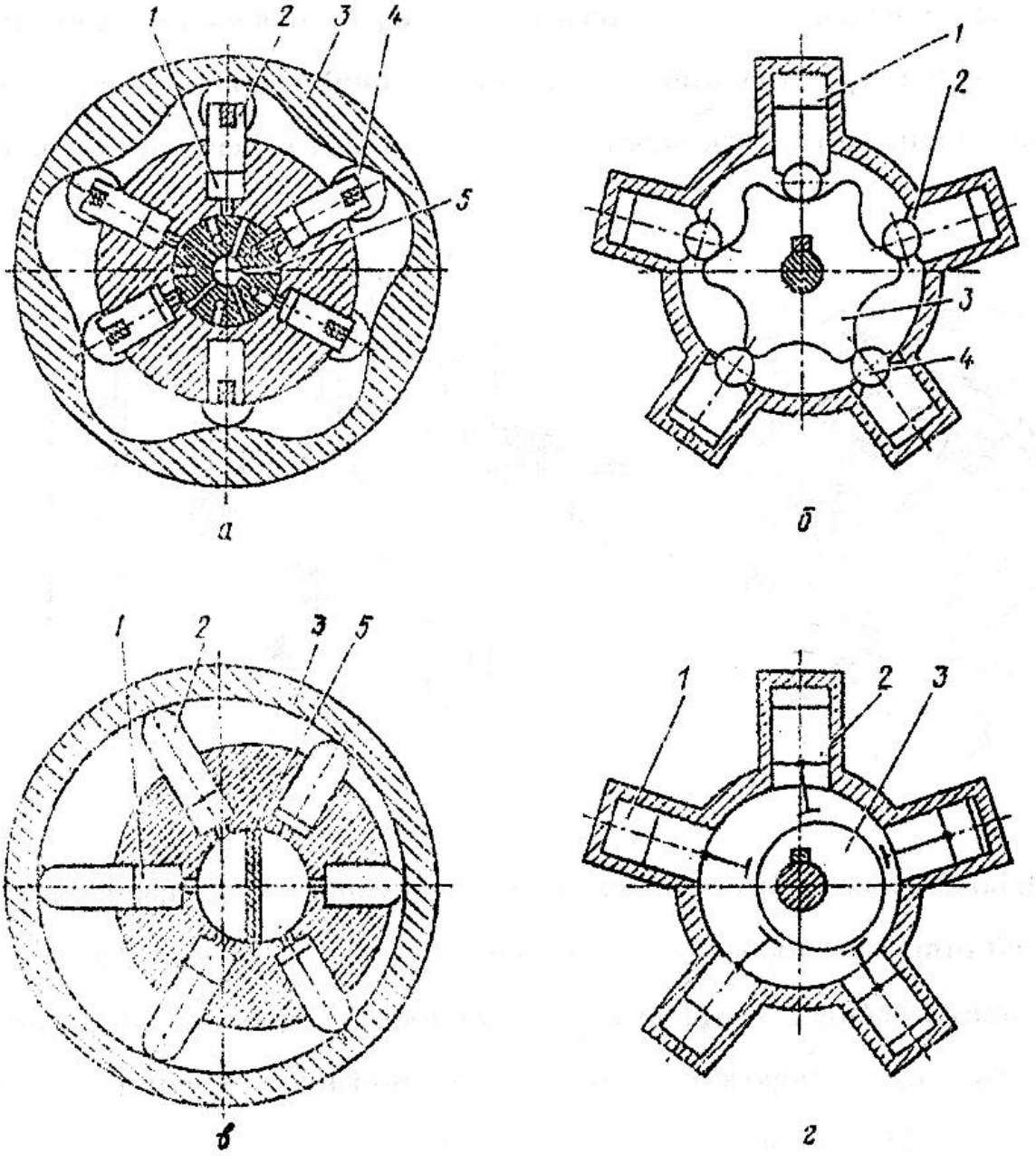

1 - вікно; 2 - пластина; 3 - статор; 4 - вал; 5 - манжета; 6 – шарикопідшипник; 7 - дренажний отвір; 8 - порожнини високого тиску; 9, 12 - кільця; 10 - вікно; 11 - порожнина усмоктування;13 - кришка;14 - пружина;15 - золотник; 16 розподільчий диск; 17-пробка; 18, 19 - порожнини; 20 - з'єднуючий канал; 21 -ротор; 22 - диск; 23 - кільцевий канал; 24 - вихідний отвір; 25 - корпус.

Рисунок 4.4. Пластинчатий гідромотор

***Радіально поршневі гідромотори.*** Вони також схожі з радіально-поршневими насосами і бувають, залежно від числа робочих ходів за один оберт вихідного вала, одно і багатоходовими. Залежно від відносного розташування профільованої направляючої вони бувають з зовнішньою і внутрішньою направляючими.

Відповідної конструкції радіально-поршневі гідромотори показані на рисунку 4.5. Робочі камери в гідромоторах улаштовані в блоках циліндрів 1 і зами-

каються поршнями 2, які взаємодіють з направляючими 3. Робочі поверхні направляючих в гідромоторах багатократної дії (рис.4.5, а, б) певним чином спрофільовані, а в гідромоторах однократної дії (рис.4.5, в, г) вони являють собою коло (циліндр), відносно якого ексцентрично розташовується блок циліндрів (ротор).




а, б - гідромотори з зовнішньою направляючою; в, г - гідромотори з внутрішньою направляючою; 1 - блок циліндрів; 2 - поршень; 3 - направляюча; 4 - коток; 5 - розподільник.

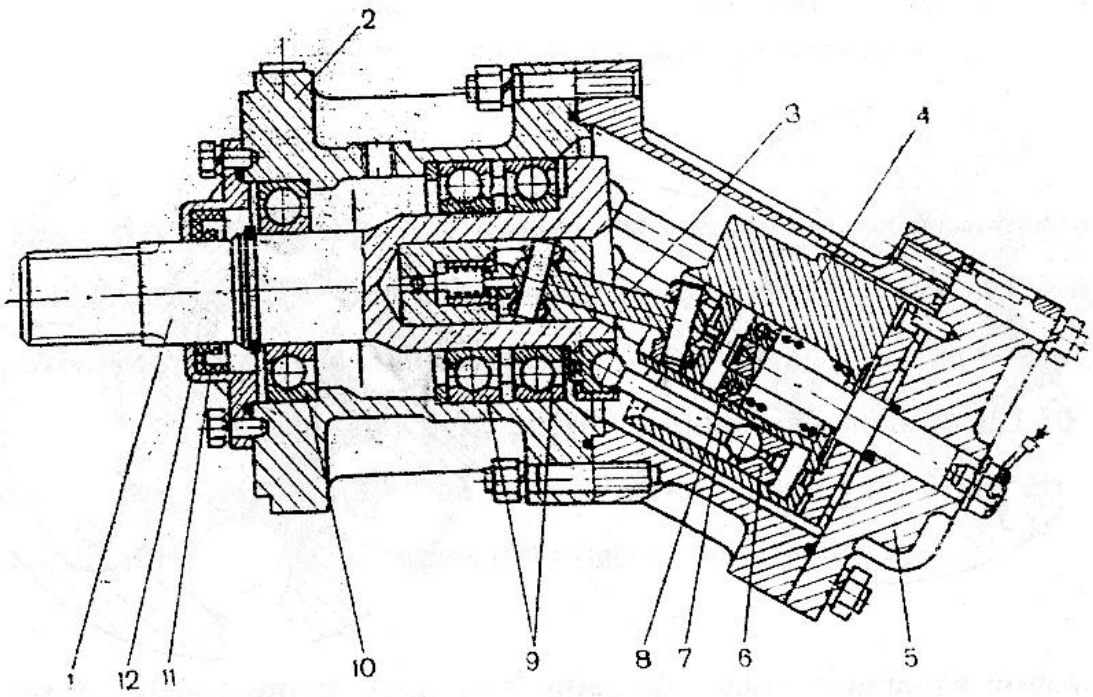
Рисунок 4.5. Схеми радіально-поршневих гідромоторів.

В гідромоторах багатократної дії, зусилля від поршнів на направляючу пе-

редається котками 4, а в гідромоторах однократної дії ковзними опорними башмаками, зв'язаними з поршнем шатунами (рис. 4.5, г). Робоча рідина розподіляється цапфенним розподілювачем 5 через систему вісьових і радіальних каналів та усмоктувальну і нагнітальну порожнини. Сила тиску робочої рідини завжди направлена вздовж вісі поршнів. Сила тиску на направляючу, крім "мертвих" точок, з віссю поршня складає кут відмінний від ноля. Внаслідок цього при взаємодії поршня з направляючою виникає тангенційна складова сила, яка визначає (утворює) обертовий момент, який формується на кожному з поршнів – в цьому і полягає принцип їх дії.

***Аксіально - поршневі гідромотори.*** Конструкція цих гідромоторів, практично, не відрізняється від конструкції аксіально-поршневих насосів показаних на рисунках 2.9, 2.10, 2.11 та 2.12. На рисунку 4.6. показаний аксіально-поршневий гідромотор.

Робочий цикл (принцип дії) цих гідромоторів складається з процесів нагнітання і витіснення робочої рідини. Нагнітання відбувається в робочих камерах, які в цей момент з'єднані з нагнітальним дугоподібним пазом розподільчого диска. Рідина, яка надходить до циліндрів під тиском, тисне на поршні внаслідок чого вони виходять з циліндрів, спричиняючи, через шатуни, силовий тиск на фланець (у гідромоторів з нахиленим блоком). Сила тиску поршнів на фланці розкладається на вісьову і вертикальну складові. Вісьова складова сприймається підшипниками (гаситься), а вертикальна складова в свою чергу розкладається на радіальну і тангенціальну. Радіальна складова сприймається підшипниками (гаситься), а тангенціальна складова від усіх поршнів створює момент відносно вісі вала, який і надає валу насоса, і як наслідок, приводній ланці оберти. В камерах, які з'єднані з порожниною (областю) витіснення іде безперервно видалення рідини у відведенні канали. Де - що аналогічне відбувається і у гідромоторів з нахиленим диском.




1 - шліцевий вал; 2 - корпус; 3 - вал кардана; 4 - блок циліндрів; 5 - кришка; 6 - поршень; 7 - шатун; 8, 9, 10 - підшипники, 11 - манжета; 12 - кришка.

Рисунок 4.6. Аксіально-поршневий гідромотор з нахиленим блоком.

***Планетарні гідромотори.*** Коливальний вузол цих гідромоторів, рисунок 4.7, уявляє собою шестерневу пару внутрішнього зачеплення з профілем зубів внутрішньої шестерні (ротора) 1 і круговими зубами охоплюючої кільцевої шестерні (статора ) 2. У статора на один зуб більше ніж у ротора.

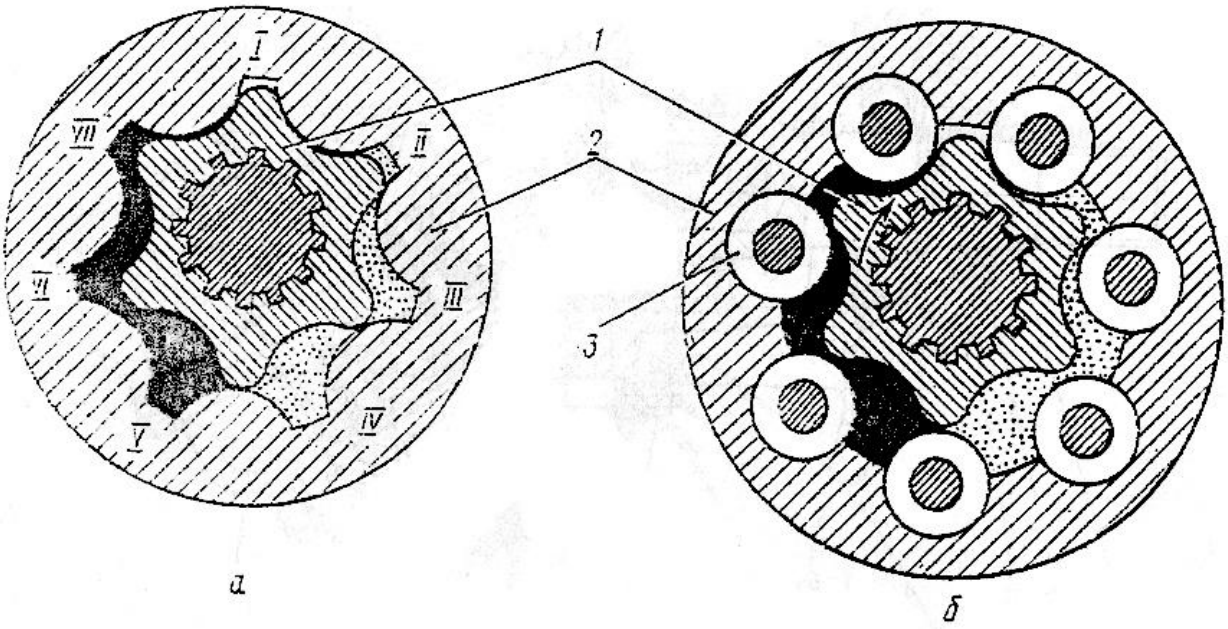
Зуби шестерень в гідромоторі з зубчатим статором знаходиться в постійному контакті і утворюють ряд замкнутих робочих камер. Робоча рідина яка, подається в камери під тиском, змушує ротор здійснювати планетарне обертання на вихідний вал.

Роликовий статор застосовується з метою виключення (запобігання) сковзання зубів ротора по поверхні статора та спрощення технології виготовлення гідромотора. Ці ж планетарні гідродвигуни можуть використовуватись як і насоси.

### 4.3. Гідроциліндри

***Гідроциліндри*** – це гідродвигуни зворотно-поступального руху (дії), тобто в них вихідна ланка здійснює прямолінійний зворотно-поступальний рух. Вони

бувають поршневі, плунжерні, телескопічні і мембранні. Всі вони можуть бути одностороньої та двохсторонньої дії. Вихідною ланкою в них може бути шток поршня, плунжер, або корпус циліндра, коли поршень зі штоком нерухомий.




а - статор зубчатий; б - статор роликовий; 1 - ротор; 2 - статор; 3 - ролик; I, II, IV - камери нагнітання; 5, 6, 7 - камери усмоктування (зливання).

Рисунок 4.7. Схеми планетарних гідромоторів.

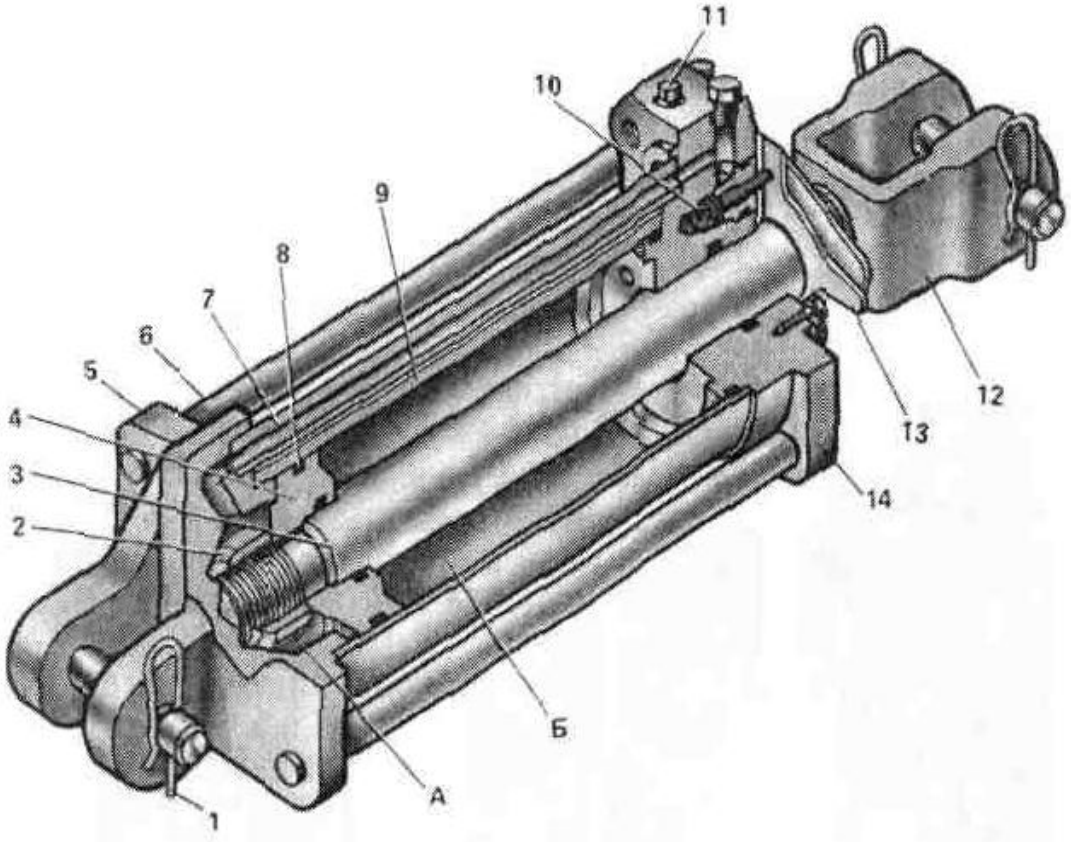
***Поршневі гідроциліндри.*** Поршневі гідроциліндри використовуються для підняття і опускання робочих органів машин і механізмів. Поршневі гідроциліндри по числу штоків можуть бути з одностороннім (рис. 4.8, а і 4.9), або з двохстороннім штоком (рис. 4.8 б), по напрямку руху рідини – односторонньої (рис.4.10 а) і двохсторонньої дії (рис. 4.8, б та 4.9), по виду вихідної ланки з рухомим штоком (рис. 4.8, 4.9 та 4.10, а) і рухомим корпусом (циліндром) (рис. 4.10, б).

***Поршеві гідроциліндри двохсторонньої дії з одностороннім штоком*** (рис.4.8, а). Вони складаються з корпуса (циліндра) в середині якого знаходиться поршень 2 зі штоком 3. Циліндр має поршневу (робочу) А і штокову Б порожнини. Принцип дії такого гідроциліндра полягає в тому, що при надходженні робочої рідини під тиском в поршневу порожнину А поршень 2 разом зі штоком 3 витісняється з циліндра і переміщується вліво. Із штокової порожнини Б рідина в цей час витісняється. При надходженні робочої рідини під тиском в порожнину Б поршень зі штоком

переміщується в зворотному напрямку, а з порожнини А рідина витісняється.

***Поршневі гідроциліндри двохсторонньої дії з двохстороннім штоком*** (рис.4.8 б). Конструктивною особливістю їх, у порівнянні з попередніми, є те, що поршень має шток з обох сторін. Принцип їх дії аналогічний попереднім гідроциліндрам і зрозумілий зі схемами (див Рис. 4.8 б). В них рух поршня під дією сили тиску рідини можливий в двох напрямках.

***Плунжерні гідроциліндри*** (рис. 4.8.в). Складаються з циліндра 1, плунжера 2 і сальника 3 з ущільнювачами. Вони є гідроциліндрами односторонньої дії. Плунжер 2 витісняється з циліндра під дією тиску робочої рідини, а повертається в циліндр під дією ваги робочого органа машини, який він приводить в дію.



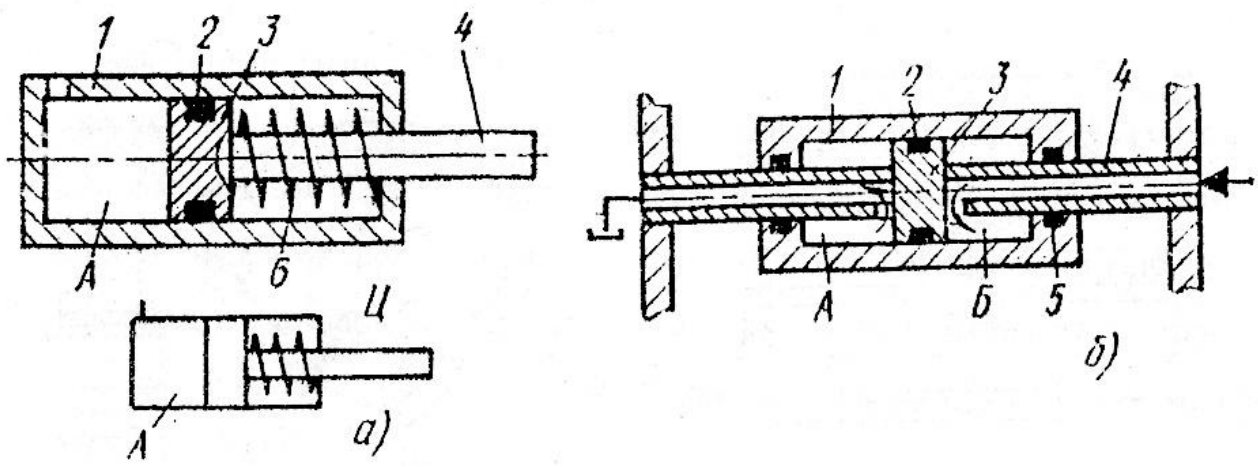

1 - шплінт пружинний; 2 - гайка; 3 - шток; 4 - поршень; 5 - задня кришка; 6 - шпилька; 7 - маслопровід; 8 - ущільнююче кільце поршня; 9 - гільза циліндра; 10 - гідромеханічний клапан; 11 - заглушка; 12 - порожнина штока; 13 - упор уповільнюючого клапана; 14 - передня кришка; А - поршнева порожнина; В - штокова порожнина.

Рисунок 4.9. Силовий гідроциліндр марки Ц

***Телескопічні гідроциліндри*** (рис. 3.8 г, д, е). Це циліндри в яких вихідною ланкою є декілька концентрично розташованих поршнів, або плунжерів, які переміщуються відносно один одного. Хід вихідної ланки їх дорівнює сумі ходів кожного з циліндрів.

Принцип дії телескопічного гідроциліндра двохсторонньої дії (див. рис. 4.8 д, е) полягає в наступному. При надходженні рідини під тиском по каналу 1 в поршневу порожнину 2, циліндр 3 переміщується вправо, витісняючи при цьому рідину з штокової порожнини 4 (через отвори 5, 6, 16 і канал 7). Як тільки циліндр 3 дійде до буртика 8, почне видвигатися вправо циліндр 9, витісняючи рідину з штокової порожнини 10 (через отвори 6, 16 і канал 7). Для того щоб зсунути всі циліндри 3, 9, 12, 14 рідина подається в канал 7, а відводиться по каналам 4, 10, 13, 1.

Таким чином, коли рідина під тиском підводиться в поршневу порожнину циліндри послідовно роздвигаються від більшого до меншого (за діаметром), а при підведенні рідини в штокову порожнину циліндри послідовно втягуються від меншого до більшого (за діаметром).




а - односторонньої дії з поверненням поршня пружиною; б - з рухомим корпусом; 1 - корпус (циліндр); 2, 5 - ущільнюючі кільця; 3 - поршень; 4 - шток.

Рисунок 4.10. Схеми гідроциліндрів односторонньої дії (а) та з рухомим корпусом (б).

***Мембранні гідроциліндри*** (рис.3.8, є)**.** Вони складаються з корпуса 1, гу-

мової мембрани 2, штока 3 і пружини 4. Принцип їх дії полягає в наступному: рідина під тиском через отвір, у напрямку показаному стрілкою, надходить у корпус 1 від чого мембрана 2 вигинається до низу і приводить в рух шток 3, який стискує пружину 4. В попередній стан шток повертається пружиною (при відсутності тиску рідини на мембрану).

***Гідроциліндри односторонньої дії з одностороннім штоком*** (рис. 4.10, а). В них шток розташований з одного боку поршня і вони мають тільки одну поршневу порожнину А. Таким чином, рух поршня під дією тиску рідини здійснюється тільки в одному напрямку. Рух поршня в другому напрямку здійснюється, або внаслідок сили ваги робочого органа, який приводить в дію гідроциліндр, або пружини, як це показано на рисунку 4.10.а.

***Гідроциліндри з рухомим корпусом (циліндром)*** (рис. 4.10.б). В таких гідроциліндрів штоки циліндра жорстко кріпляться до об'єктів. Підведення і відведення рідини в них здійснюється, або через пустотілі штоки, або за допомогою рукавів шлангів.

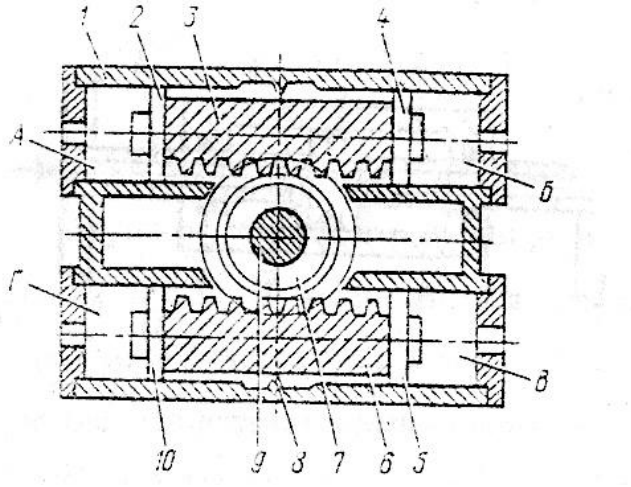
Принцип роботи їх полягає в слідуючому: при з'єднанні порожнини А з напірною лінією корпус 1 рухається вліво, приводячи в дію певний орган машини, а з порожнини Б рідина витісняється в зливну лінію. При подачі рідини в порожнину Б процес проходить зворотно.

### 4.4. Поворотні гідродвигуни.

***Поворотні гідродвигуни*** – це об'ємні гідродвигуни з обмеженим кутом повороту вихідної ланки (менше $360^0$). Найбільш розповсюдженими за конструкцією є поршневі та пластинчаті поворотні гідродвигуни (див. 4.11. і 4.12). Застосовуються ці гідродвигуни в системах управління (рульовому тракторів і ін.) (див. рис. 4.11).

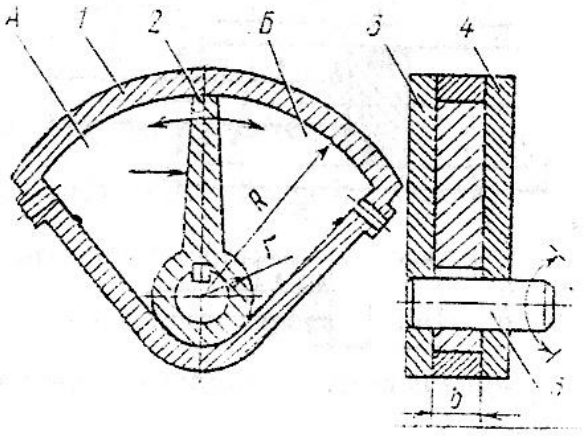
Поршневий поворотний гідродвигун працює таким чином; при подачі рідини в робочі камери А і В поршні 2 і 5. та рейки 3 і 6 переміщуються в протилежні сторони, обертаючи шестерню 7 з валом 9 за годинниковою стрілкою. Рідина і Г поршнями 4 і 10 одночасно витісняється в зливну магістраль. При зміні напрямку подачі рідини робочий процес йтиме зворотно.

Пластинчатий поворотний гідродвигун (див. рис. 4.12) працює таким чином: при подачі робочої рідини в одну з камер А чи Б пластина 2 з валом 5 повернеться на заданий кут, якщо рідина подається в камеру А, то з камери Б вона витісняється і навпаки.




1-циліндр; 2, 4, 5, 10 - поршні; 3, 6 - рейки; 7 - шестерня; 8 - упор; 9 - вихідний вал.

Рисунок 4.11 Поршневий поворотний гідродвигун.




1-корпус; 2-пластина; 3, 4-кришки; 5-вал.

Рисунок 4.12. Пластинчатий поворотний гідродвигун.

**Контрольні запитання**

1. Призначення гідродвигунів.
2. Будова, принцип дії силового гідроциліндра.
3. У чому полягають особливості конструкцій плунжерних і телескопічних гідроциліндрів?
4. Будова, принцип дії, особливості конструкцій поворотних гідродвигунів.
5. Призначення, будова, принцип дії зповільнюючого і гідромеханічного клапанів.
6. Будова, принцип дії планетарних і радіально-поршневих гідромоторів.
7. Вказати необхідність конструктивної відмінності гідромоторів від насосів (приведіть приклади).
8. Розшифрувати маркірування вивчених гідродвигунів сільськогосподарського гідроприводу.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3
# ТЕМА: ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ

**Мета роботи**: **Вивчити класифікацію, призначення, конструкцію, позначення по стандартах і роботу розподільників об'ємного гідроприводу, провести розрахунок основних технічних показників.**

**1. Вказівки по підготовці до роботи.**

1.1. Завдання по самостійної підготовці до роботи.

Вивчити: призначення, класифікацію, позначення по стандартах гідророзподільників.

1.2. Питання для самоперевірки.

– призначення розподільників;
– як підрозділяються розподільники по призначенню?
– приведіть умовну позначку по стандарті.

**2. Вказівки по виконанню роботи**

2.1. Програма роботи.

2.1.1. Вивчити конструкцію і принцип дії:

– золотникового розподільника;
– клапанного розподільника;
– кранового коркового розподільника.

2.1.2. Вивчити будову і принцип дії механізму автоматичного повернення золотника в нейтральне положення.

2.1.3. Вивчити спільну роботу запобіжного і переливного клапанів.

**3. Звітність по роботі**

3.1. Зміст звіту:

3.1.1. Дати класифікацію розподільників.

3.1.2. Привести умовні позначення по стандарту.

3.1.3. Маркірування розподільника золотникового типу сільськогосподарського гідроприводу.

3.1.4. Провести розрахунок основних технічних показників.

## 4. Гідроапаратура

### 4.1. Загальні відомості з гідроапаратури

***Гідроапаратура*** – це гідравлічні пристрої, призначені для регулювання швидкості і напрямку руху силового органа машини, підтримання заданих тиску чи витрати рідини в гідросистемі і в вихідних ланках при різних режимах роботи гідропривода. Термін “гідроапаратура” є збиральною назвою різних гідроапаратів.

Таким чином, за допомогою гідроапаратів регулюється тиск та витрата робочої рідини, а також змінюється напрямок її руху. Більшість із гідроапаратів мають певний запірно-регулюючий елемент, який уявляє з себе рухому деталь, або групу деталей, при переміщенні яких частково, або повністю перекривається робочий прохідний отвір.

### 4.2. Гідророзподільники

Гідравлічними розподільниками називаються гідроапарати призначені для зміни напрямку потоку робочої рідини в двох, або більше гідролініях. Їх робота забезпечується зовнішнім управлінням. Внаслідок зміни напрямку потоку рідини досягається зміна напрямку руху виконавчого органу гідродвигуна, що в гідроприводах називається реверсуванням. Основними конструктивними елементами гідророзподільників є корпус і запірно-регулюючий елемент. На рисунку 4.1 наводиться класифікація гідророзподільників.

Умовні графічні позначення гідророзподільників здійснюються за стандартом (ГОСТ 2.781 - 68). В позначенні вказуються такі елементи: позиції запірно-регулюючого елемента; зовнішні лінії зв’язку, які підводяться до гідророзподільника; проходи (канали) і елементи управління (див. додаток А). Крм графічних позначень гідророзподільників встановлені також ***цифрові позначення*** дроб’ю: в чисельнику вказується число зовнішніх ліній зв’язку розподільника, в знаменнику - число позицій. Наприклад, чотирьохлінійний трьохпозиційний гідророзподільник позначається дроб’ю (через дріб) 4/3.

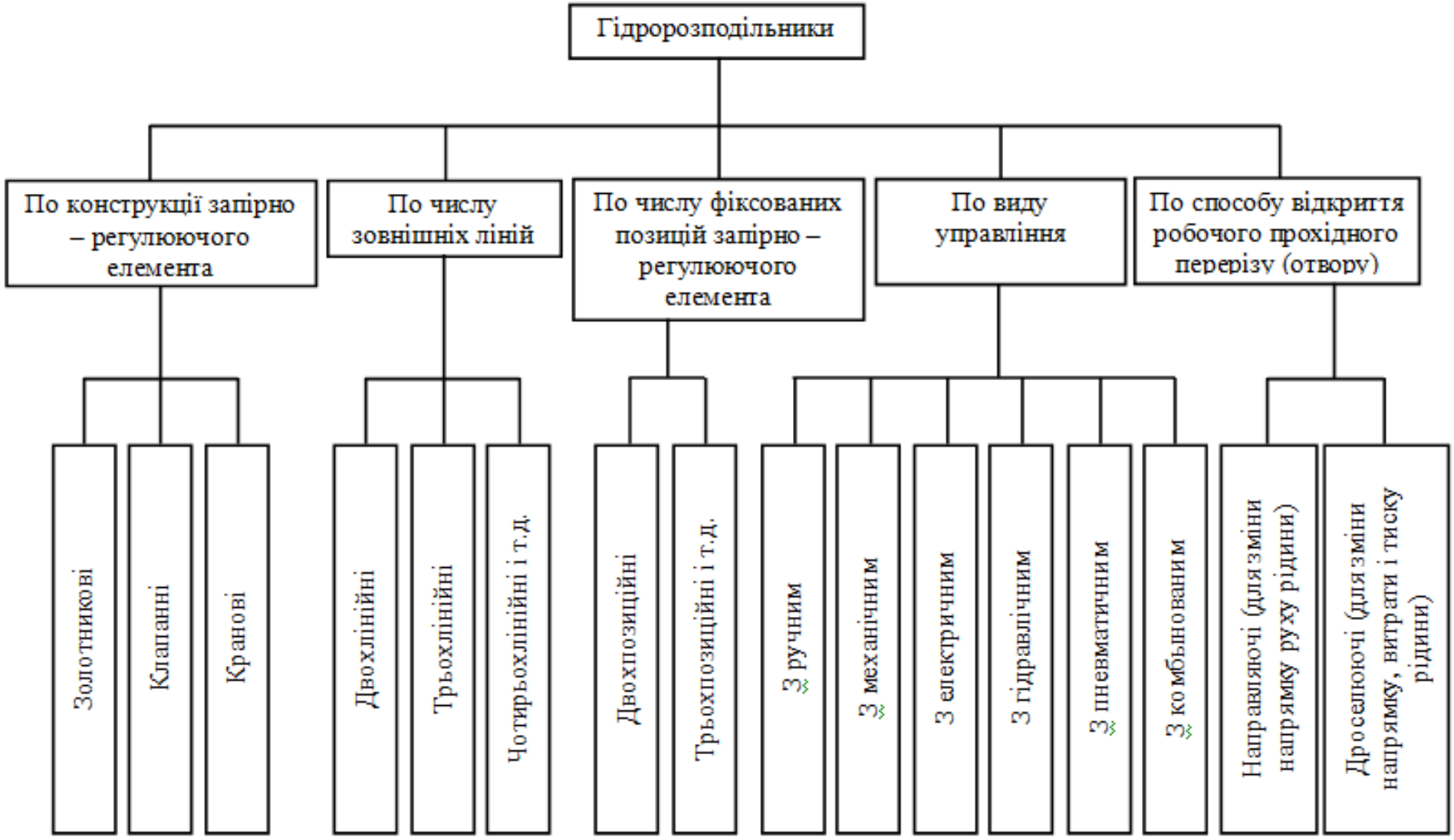



Рисунок 4.1. Класифікація гідророзподільників

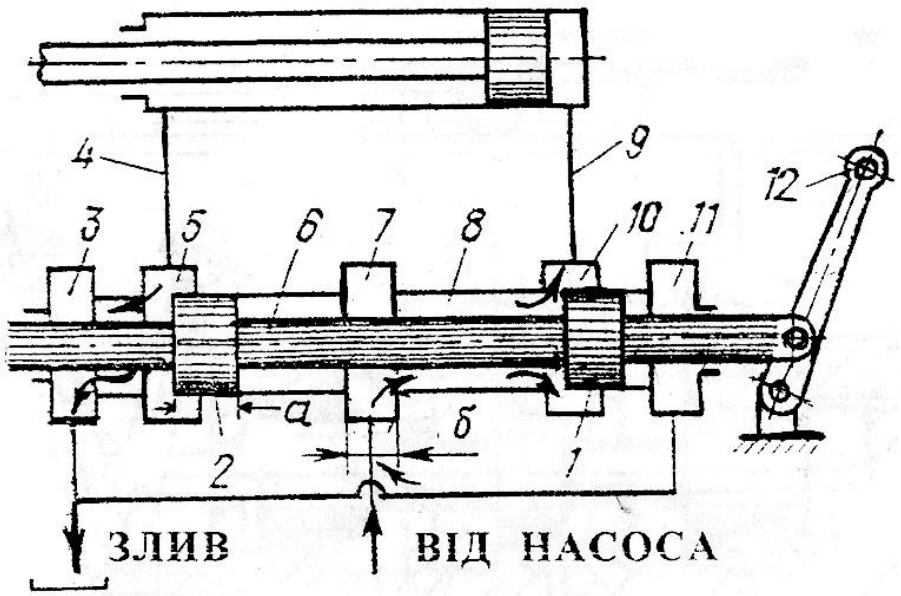
***Золотникові гідророзподільники.*** Це гідророзпоідільники у яких запірно-регулюючим елементом є золотник.

***Золотник*** – це плунжер з ущільнюючими поясками.

***Плунжер*** – це поршень, довжина якого значно більша за його діаметр. Золотникові розподільники діляться на розподільники з циліндричним, або плоским золотниками. Гідророзподільники певним чином маркіруються. Наприклад, гідророзподільник Р80-3/1-222(22); Р - розподільник золотникового типу: 80-пропускна здатність, л/хв: - виконання про тису 16 МПа; 1-виконання по конструкції; 222(22) - тип і кількість золотників. На рисунку 4.2. показаний золотниковий направляючий розподільник з циліндричним золотником.

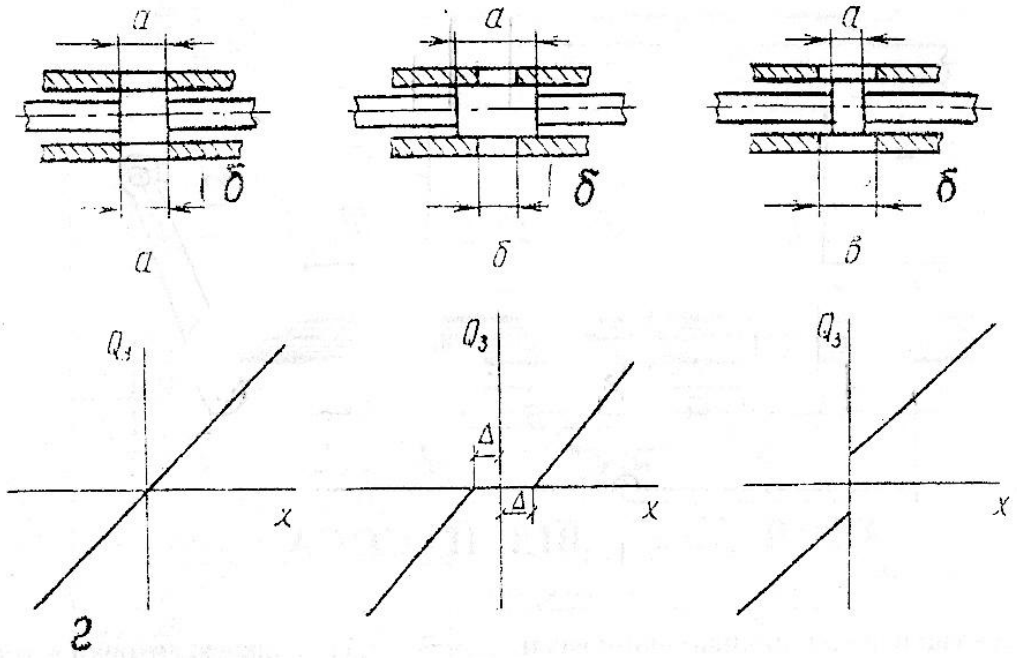
Порядок роботи розподільника, показаного на рисунку 4.2 такий. При положенні золотника, показаному на рисунку 4.1, виточка 5 перекрита пояском 2 і рідина від насоса через виточку 7 по міжзолотниковому простору надходить до виточки 10, а далі по трубопроводу 9 в поршневу порожнину гідроциліндра. Під тиском робочої рідини поршень буде рухатися вліво, виконуючи при цьому певну роботу. Рідина яка знаходиться в штоковій порожнині по трубопроводу 4 через виточки 5 і 3 витісняється на злив в гідробак. Для реверсування (зміни напрямку) руху поршня необхідно перемістити рукоятку 12 вліво тоді пояском 1 перекриється шлях для надходження рідини від насоса до виточки 10 і відкривається шлях для її надходження через виточу 5 по трубопроводу 4 в штокову порожнину гідроциліндра. Під тиском робочої рідини поршень почне рухатись вправо. Рідина з поршневої порожнини по трубопроводу 9 через виточки 10 (яка відкрита для цього) і 11 витісняється на злив в гідробак.

Залежно від співвідношення ширини ущільнюючого (циліндричного) пояска ***а*** і кільцевої виточки в корпусі ***б*** (рис.4.2 і 4.3) гідророзподільники класифікуються як розподільники з нульовим (***а*** = ***б***), з позитивним (***а*** > ***б***) і з негативними (***а*** < ***б***) перекриттям.




1, 2 - ущільнюючі циліндричні пояски; 3, 5, 7, 10, 11 - кільцеві виточки в корпусі; 8 - корпус; 9 - трубопровід; 12 - рукоятка управління золотником.

Рисунок 4.2. Схема золотникового двохпозиційного направляючого розподільника з циліндричним золотником, 5/2.

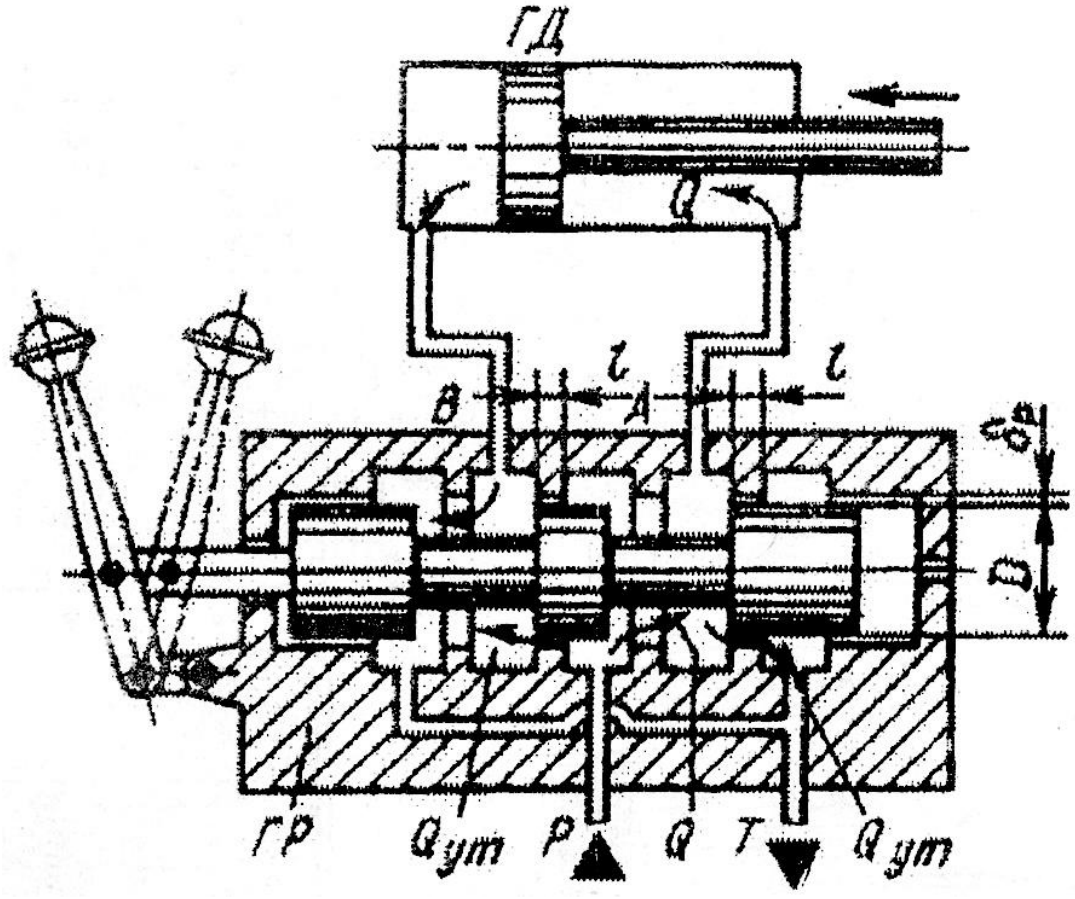



а - нульове перекриття; б - позитивне перекриття; в - негативне перекриття; а - ширина ущільнюючого (циліндричного) пояска; б – ширина кільцевої виточки в корпусі; г - витратні характеристики перекриттів.

Рисунок 4.3. Схеми золотникових циліндричних розподільників з різним перекриттям.

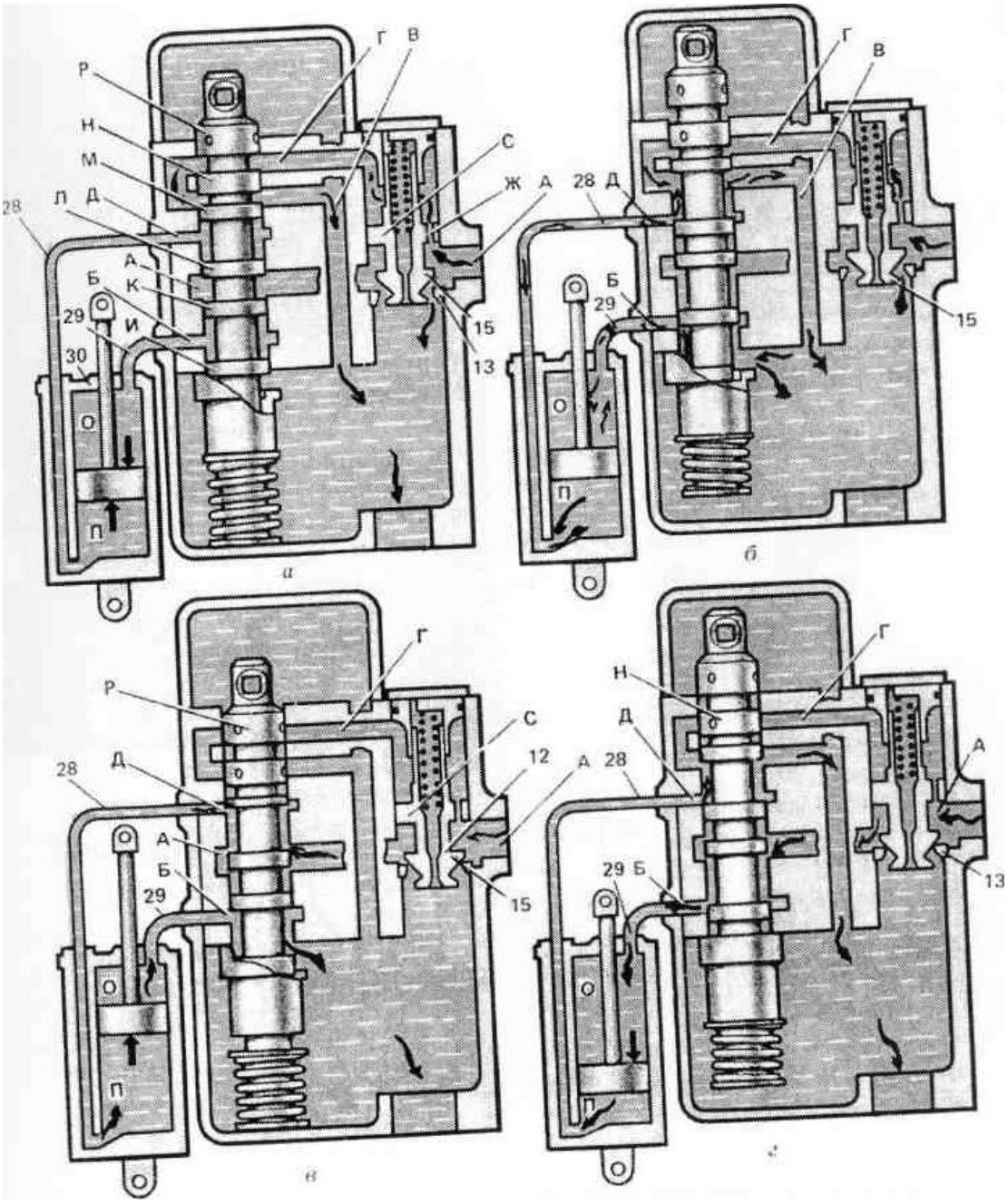
На рисунку 4.5 ілюструється робочий процес циліндричного золотникового гідророзподільника. На рисунку 4.4, а показано “плаваюче” положення золотника. Робоча рідина (масло), підведена в нагнітальну порожнину А закриту поясками К і Л іде по каліброваному отвору Ж перепускного клапана в відвідний канал Г, в зливний канал В і відводиться в бак. Внаслідок дроселюючої дії отвору Ж тиск масла на поясок С перепускного клапана з боку нагнітальної порожнини А більший, ніж протитиск масла в каналах Г і В.

На рисунку 4.4. показана схема золотникового (циліндричного) двохпозиційного дроселюючого гідророзподільника.




$Q_{ут}$ - витрата рідини; D - діаметр пояска золотника; $\delta_р$ - зазор між пояском і буртиком корпуса розподільника; t - ширина буртика; Q - витрата робочої рідини гідродвигуна; ГД - гідродвигун; ГР - гідророзподільник; ▲ - подача робочої рідини; ▼ - відбір робочої рідини.

Рисунок 4.4. Схема золотникового двохпозиційного дроселюючого розподільника, 5/2.




а, б, в, г - положення золотника, відповідно, нейтральне, плаваюче, підйом та опускання примусове; 1-пружина перепускного клапана; 2 - сідло перепускного клапана; 3 - перепускний клапан; 4, 5 - шланги з'єднання розподільника, відповідно, з порожнинами П і О гідроциліндру; 6-гідроциліндр; 7 - механізм автоматичного повернення золотника в нейтральне положення; А-нагнітальна порожнина; Б, Д - канали з'єднання з гідроциліндром; В - канал зливу рідини в бак; Г-відвідний канал; Ж - калібрований отвір в перепускному клапані; И, К, Л, М, Н - запірні (ущільнюючі) пояски золотника; О, П - порожнини гідроциліндра; Р - поясок золотника для перекриття відвідного каналу Г; С - кільцевий поясок перепускного клапана.

Рисунок 4.5. Схеми до пояснення роботи чотирьохпозиційного золотникового гідророзподільника.

На рисунку 4.5, в показано *“плаваюче”* положення при якому канал Г з’єднаний зі зливним каналом В, а тому перепускний клапан відкритий. Порожнини О і П гідроциліндра з’єднані між собою каналами Б, Д, В, а тому поршень вільно переміщується в циліндрі і машина може опорним пояском копіювати рельєф поверхні землі. Масло від насоса через клапан 3 зливається в бак.

Внаслідок різниці тисків перепускний клапан відкривається і масло зливається в бак. Масло в порожнинах П і О гідроциліндра заперте поясками золотника.

На позиції в, того ж рисунку, показано положення ***“підйом”***, при якому поясок Р перекриває відвідний канал Г. Тиск на поясок перекриває відвідний канал Г. Тиск на поясок перепускного клапана вирівнюється і під дією пружини по каналах А і Д надходить в порожнину П гідроциліндра, а із порожнини О через канал Б воно витісняється в бак.

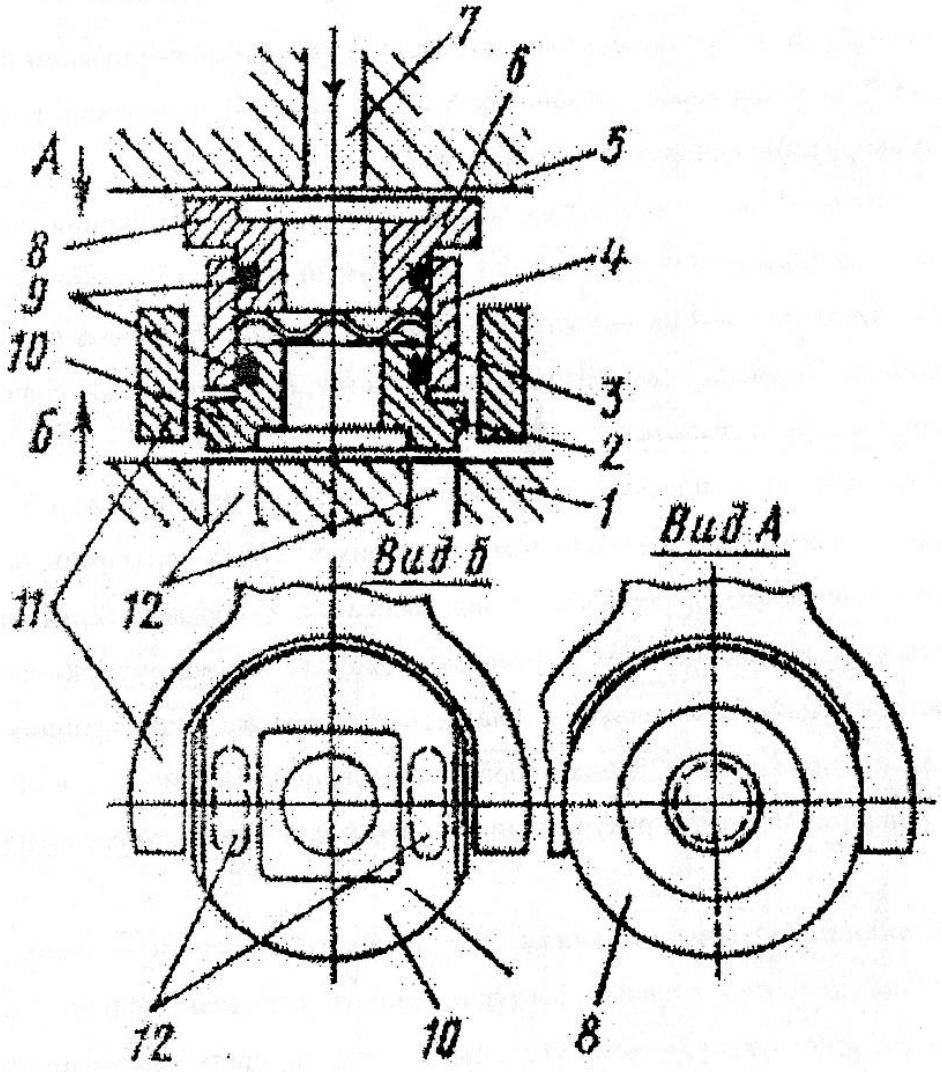
І, на кінець, на позиції *г* того ж рисунка показано полжнння “опускання примусове” при якому відвідний канал Г перекритий пояском Н золотника, перепускний клапан закритий. Масло насосом подається по каналах А і Б в порожнину О гідроциліндра. Поршень примусово опускає машину. Із порожнини П гідроциліндра по каналу Д масло надходить в бак.

Розподільник з плоским золотником показаний на рисунку 4.6. Сутність конструкції і роботи його полягає в тому, що в них в певних нерухомих устоях 1 і 5 з отворами (каналами) (в першому,5, від насоса , а в другому, 1, отворами, що з’єднуються з гідродвигуном) за допомогою ухвату 11 переміщується(ковзає) плоский пристрій. В даному випадку він складається в торцевих гідростатичних опор 2 і 6 розтиснених пружиною 3 В цих опорах улаштований отвір (канал) який перекриває. або відкриває шлях для руху рідини від насоса до гідродвигуна, та направляється на злив.

***Клапані гідророзподільники***. Це гідророзподільники у яких запірно-регулюючим елементом є клапан. Клапани бувають шарикові і конічні. На рисунку 4.7. показані конструктивні схеми клапанних двохпозиційних гідророзподільників з двома зовнішніми лініями з управлінням від штовхачів. Розподільник складається з корпуса 1, шарикового чи конічного клапанів 2, пружини 4 і штов-

хача 3. Корпус має дві порожнини: напірну А і робочу Б.

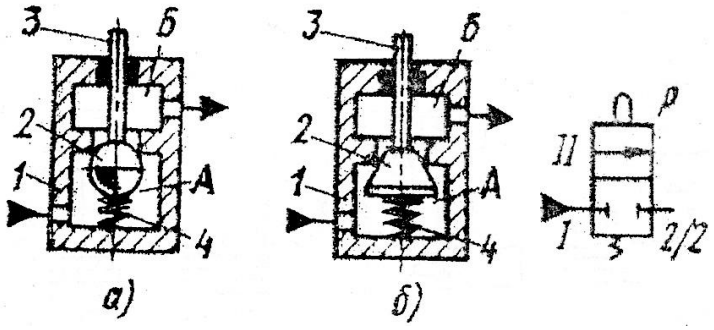
Принцип роботи таких розподільників полягає в наступному. В вихідній позиції, тобто коли зовнішній вплив на штовхача відсутній, пружина 4 прижимає клапана 2 до сідла і порожнина Б відокремлена від напірної порожнини А. При дії зовнішньої сили штовхач переміститься виз, пружина 4 стиснеться і клапан відкриється. При цьому порожнина Б з'єднається з напірною порожниною А. При знятті зусилля зі штовхача клапан розподільника пружиною негайно закривається.




1, 5 – нерухомі устої (площини); 2, 6 - торцеві гідростатичні опори; 3 - пружина; 4 - центруюче кільце; 7 - канал підведення рідини від насоса; 8, 10 - ущільнюючі поверхні на торцях опор; 9 - кругле гумове кільце; 11 - ухват; 12 - вікна (канали).

Рисунок 4.6. Плоский гідростатичний врівноважений золотник, 3/2.

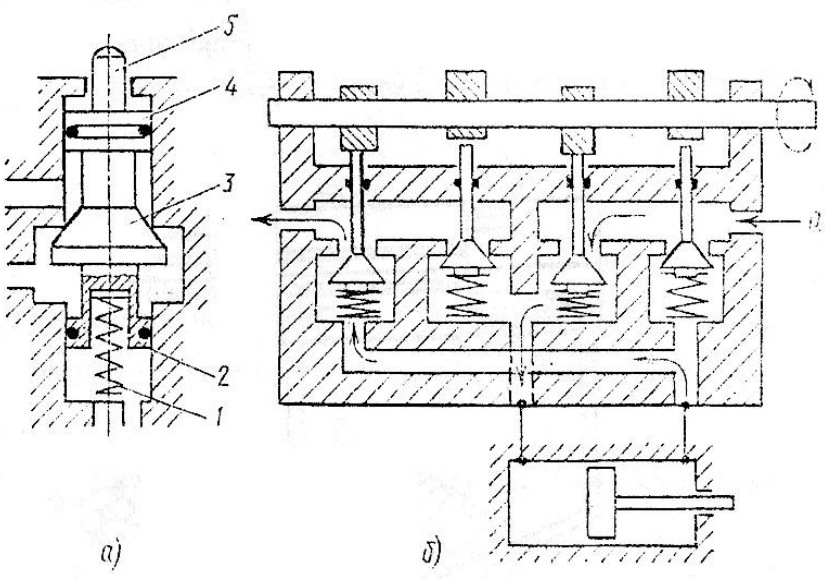
***Кранові гідророзподільники.*** Вони застосовуються при невеликих витратах і тисках робочої рідини. Запірно-регулюючим елементом в них є пробка циліндричного чи конічного типу, яка здійснює поворотний рух відносно своєї вісі. Розподільники цього типу показані на рисунках 4.9, 4.10 та 4.11.




а - шариковий; б - конічний; 1 - корпус; 2 - клапан; 3 - штовхач; 4 - пружина А - напірна порожнина; Б - робоча порожнина.

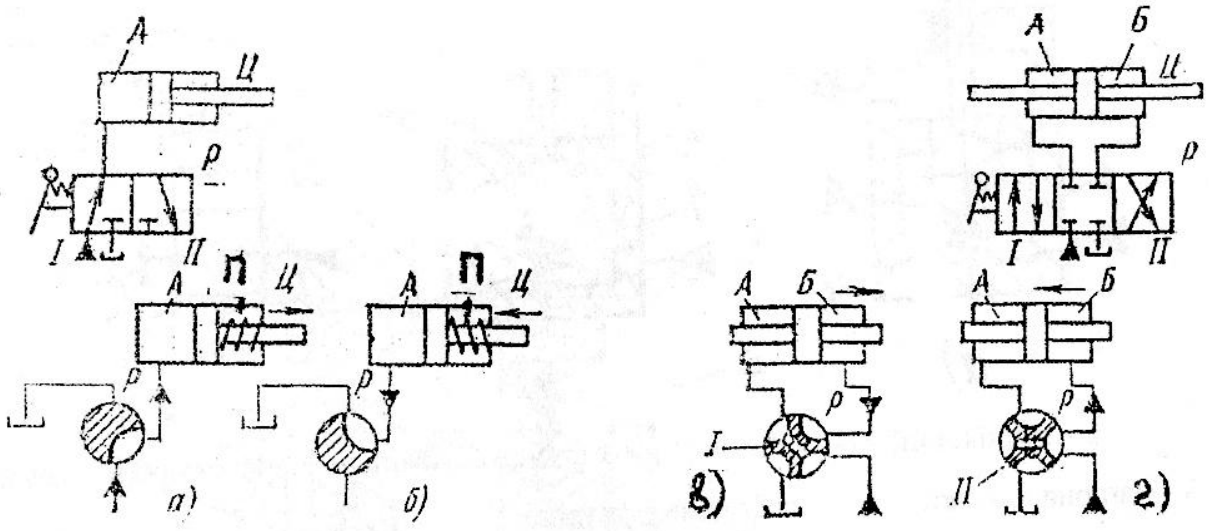
Рисунок 4.7. Клапанні розподільники з управлінням від штовхачів, 2/2.

На рисунку 4.8. показаний клапанний гідророзподільник з конічними запираючими елементами. Такі гідророзподільники забезпечують герметичне перекриття гідроліній.




а - окремий запираючий елемент; б - блок запираючих клапанних елементів з механічним приводом для управління роботою гідроциліндра; 1 - пружина; 2, 4- розвантажувальні поршні; 3 - запираючий елемент; 5 - головка; 6 - кулачковий вал.

Рисунок 4.8. Клапанний розподільник, 4/2.



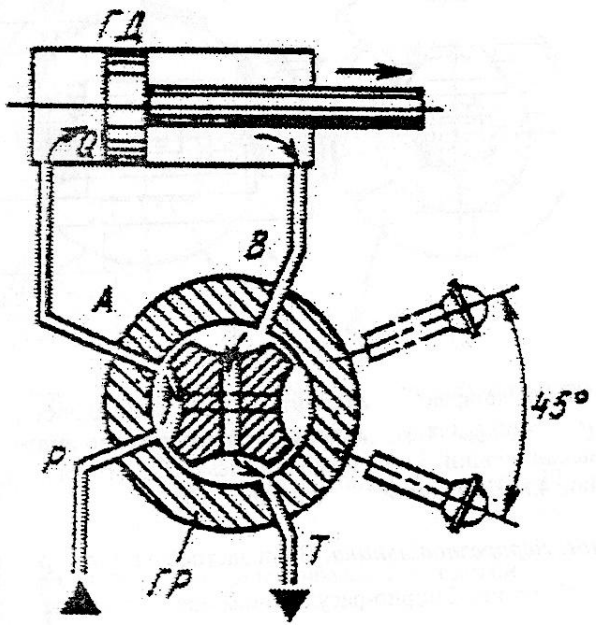

Р - розподільник; А - робоча порожнина гідроциліндра Ц - гідроциліндр; I, II - позиції положення пробки гідророзподільника, П-пружина.

Рисунок 4.9. Схема підключення кранових розподільників 3/2 (а, б) та 4/3 (в, г).

На рисунку 4.9, а, б показаний крановий розподільник 3/2 з гідроциліндром Ц односторонньої дії. При розташуванні пробки розподільника Р в вихідній позиції (рис. 4.9, а) робоча порожнина А циліндра Ц з'єднується з напірною порожниною і поршень під дією тиску рідини рухається вправо. Зливна лінія при цьому перекрита. При повороті пробки розподільника в робочу позицію (рис. 4.9, б) порожнина А циліндра з'єднується зі зливною лінією і поршень циліндра під дією сили пружини переміщується вліво. Напірна лінія при цьому перекрита.

На рисунку 4.9, в, г показано підключення кранового розподільника 4/3 в гідросистему з гідроциліндром двохсторонньої дії. При нейтральному розташуванні пробки розподільника всі проходи перекриті. При повороті пробки в робочу позицію I (рис.4.9, в) робоча рідина надходить в порожнину А циліндра, а з порожнини Б рідина іде на злив. При повороті пробки розподільника в робочу позицію II (рис.4.9, г) рідина під тиском надходить в порожнину Б циліндра, а з порожнини А вона іде на здив.

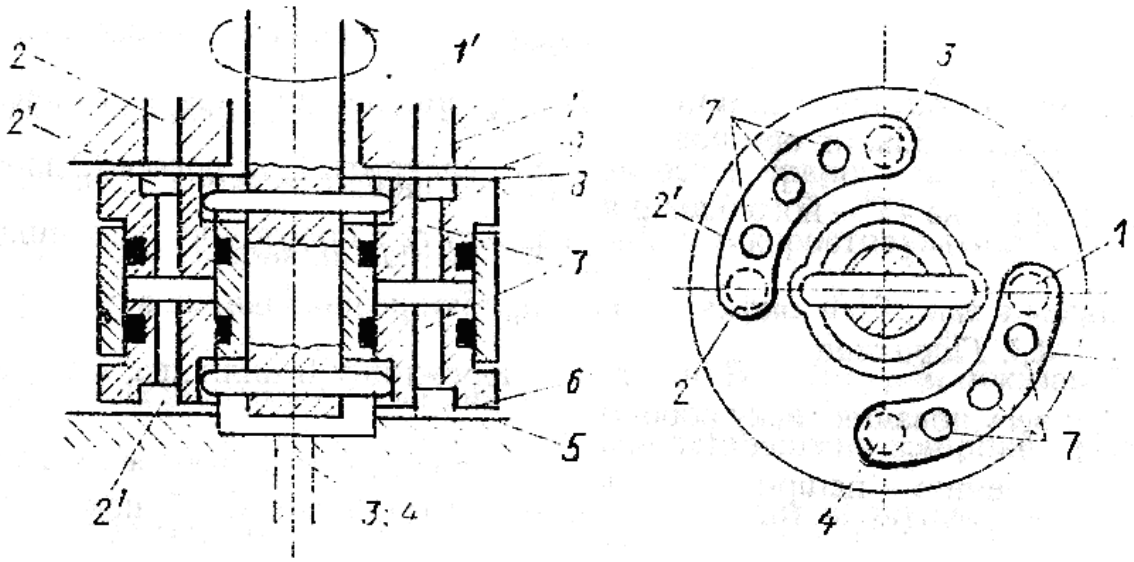
Робота кранового пробкового розподільника 4/2 показаного на рисунку 4.10. зрозуміла з рисунка.




А, В, Т, Р – канали для руху рідини; ГР - гідророзподільник; ГД - гідродвигун; Q - витрата рідини; $45^{o}$ - кут розвороту рукоятки управління.

Рисунок 4.10. Крановий пробковий розподільник.

Поданий на рисунку 4.11 гідророзподільник при повороті крана на $90^{0}$ забезпечує реверс гідродвигуна, а при повороті на $45^{0}$ – його блокіровку.




1, 2 – отвори живлення (подачі рідини); 3, 4 – отвори з’єднання з гідродвигуном; 5, 6, 8 і 9 – поверхні з вищим класом точності обробки; 7 – отвори в дугових пазах; $1^{/}$, $2^{/}$ - дугові пази.

Рисунок 4.11 Крановий торцьовий, гідростатично врівноважений розподільник.

**Контрольні запитання**

1. Що називається гідророзподільником? Дайте класифікацію гідророзподільників. Охарактеризуйте принцип їх дії.
2. За якою формулою знаходяться витрати рідини в гідроапаратурі? Охарактеризуйте це.
3. Які режими руху рідини існують в природі? Охарактеризуйте їх.
4. Що таке втрати тиску по довжині і в місцевих опорах і за якими формулами вони знаходяться?
5. За якими формулами знаходиться коефіцієнт гідравлічного тертя при ламінарному і турбулентному режимах руху рідини?
6. Охарактеризуйте основне рівняння гідродинаміки (рівняння Бернуллі).
7. Обґрунтуйте рівняння нерозривності потоку рідини.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4
## ТЕМА: ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГІДРОАПАРАТУРИ

**Мета: Вивчити призначення, класифікацію, конструкцію, позначення по стандартах гідроапаратури об'ємного гідроприводу.**

### 1. Вказівки по підготовці до роботи.

1.1. Завдання по самостійній підготовці до роботи.

1.2. Вивчити: призначення, класифікацію, конструкцію гідроапаратури і гідроарматури об'ємного гідроприводу.

1.3. Питання для самоперевірки:

– призначення елементів об'ємного гідроприводу;

– класифікація клапанів і дроселів;

– позначення по стандартах елементів гідроприводу.

### 2. Вказівки по виконанню роботи

2.1. Програма роботи

2.1.1. Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії гідроапаратури.

2.1.2. Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії кондиціонерів робочої рідини.

2.1.3. Вивчити призначення і конструкцію гідроліній.

### 3. Звітність по роботі

3.1. Зміст звіту

3.1.1. Класифікація клапанів, дроселів.

3.1.2. Привести умовні позначення вивчаємих елементів по стандартах.

3.1.3. Привести схеми підключення запобіжних клапанів для запобігання перевантажень у :

– насосів;

– фільтрів тонкого очищення;

– радіаторів.

## 4. Гідроапаратура

### 4.1. Загальні відомості з гідроапаратури

***Гідроапаратура*** – це гідравлічні пристрої, призначені для регулювання швидкості і напрямку руху силового органа машини, підтримання заданих тиску чи витрати рідини в гідросистемі і в вихідних ланках при різних режимах роботи гідропривода. Термін "гідроапаратура" є збиральною назвою різних гідроапаратів.

Таким чином, за допомогою гідроапаратів регулюється тиск та витрата робочої рідини, а також змінюється напрямок її руху. Більшість із гідроапаратів мають певний запірно-регулюючий елемент, який уявляє з себе рухому деталь, або групу деталей, при переміщенні яких частково, або повністю перекривається робочий прохідний отвір.

### 4.2. Гідроклапани

Гідроклапани призначені для регулювання тиску робочої рідини. Клапани діляться за такими ознаками: по призначенню – напірні, редукційні, різності тисків і співвідношення тисків; по впливу потоку на запірно – регулюючий елемент – клапани прямої і непрямої дії. На рисунку 4.1 наводиться класифікація клапанів.

***Напірні клапани (клапани тиску).*** Вони призначені для регулювання (обмеження) тиску робочої рідини. За призначенням вони діляться на запобіжні і переливні. Основним робочим органом в них є запірно – регулюючий елемент - клапан, в якості якого може бути шарик, конус чи золотник.

Напірні клапані бувають ***прямої дії*** – тобто клапани які спрацьовують внаслідок безпосередньої дії на запірно-регулюючий елемент. Але при високих тисках в таких клапанах необхідна великих розмірів пружина, яка врівноважувала б високий тиск. Тому в гідроприводах з високим тиском застосовується клапани ***непрямої дії***, в яких улаштовуються два клапани: основний і допоміжний. Таким чином в них основний клапан спрацьовує (відкривається) під дією рідини на до-

поміжний клапан.

***Запобіжні напірні клапани*** призначені для запобігання гідроприводів від підвищення тиску вище встановленого (допустимого). Це клапани епізодичної дії, тобто відкриваються вони тільки при перевищенні допустимого значення тиску. При нормальних навантаженнях гідропривода вони постійно закриті. Основні вимоги до них це – висока герметичність сполуки “сідло – клапан” і стабільність тиску настройки клапана (± 5 %). На рисунку 4.2 показані принципіальні схеми шарикрвого та конусного напірних клапанів прямої дії.

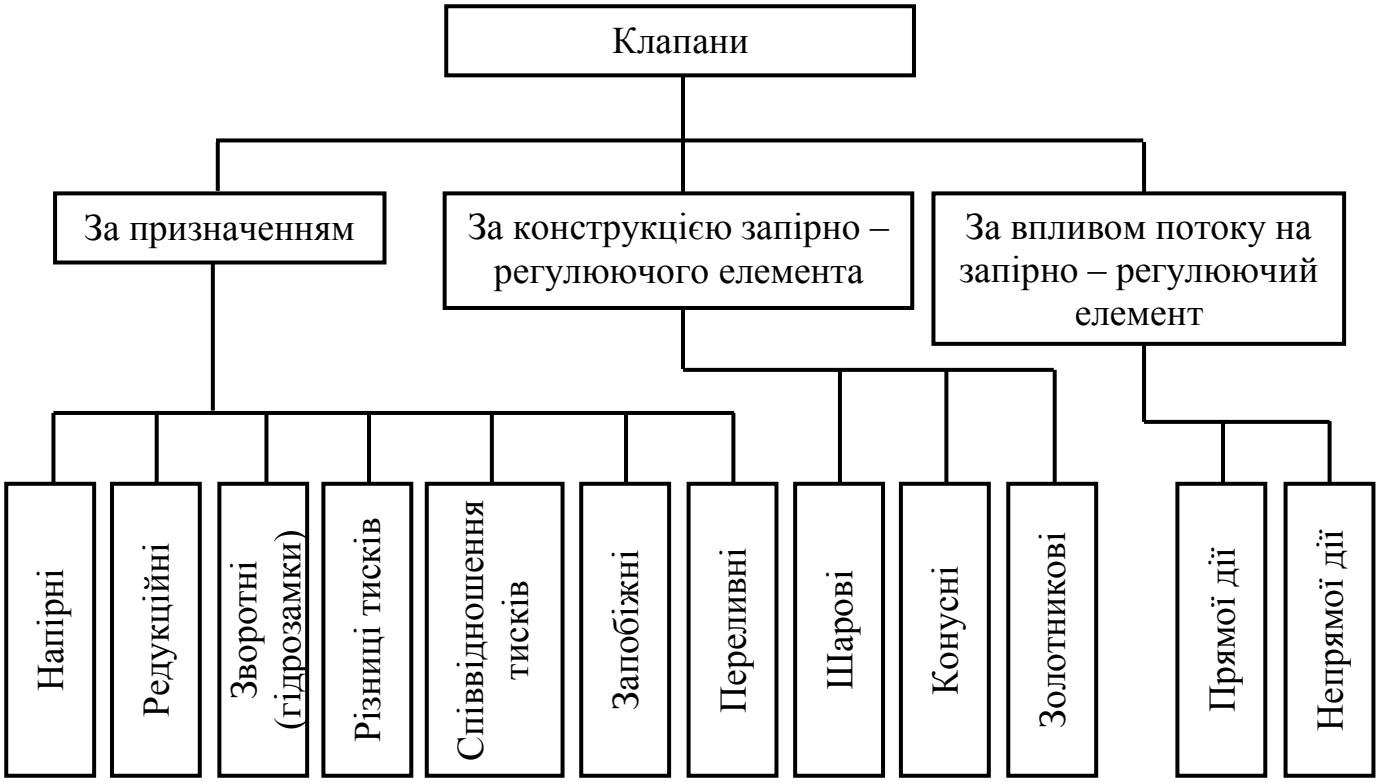
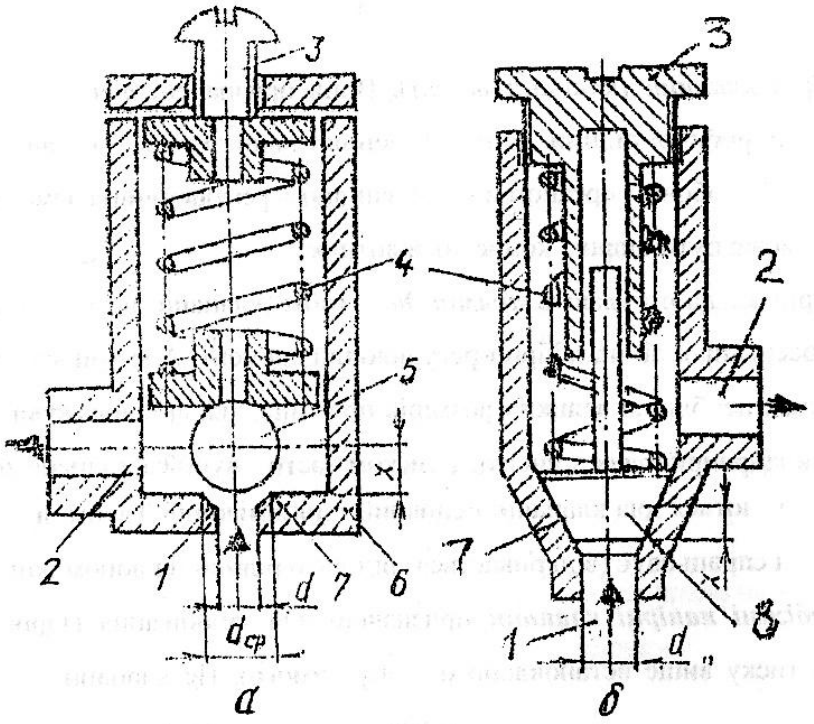



Рисунок 4.1. Класифікація гідроклапанів.

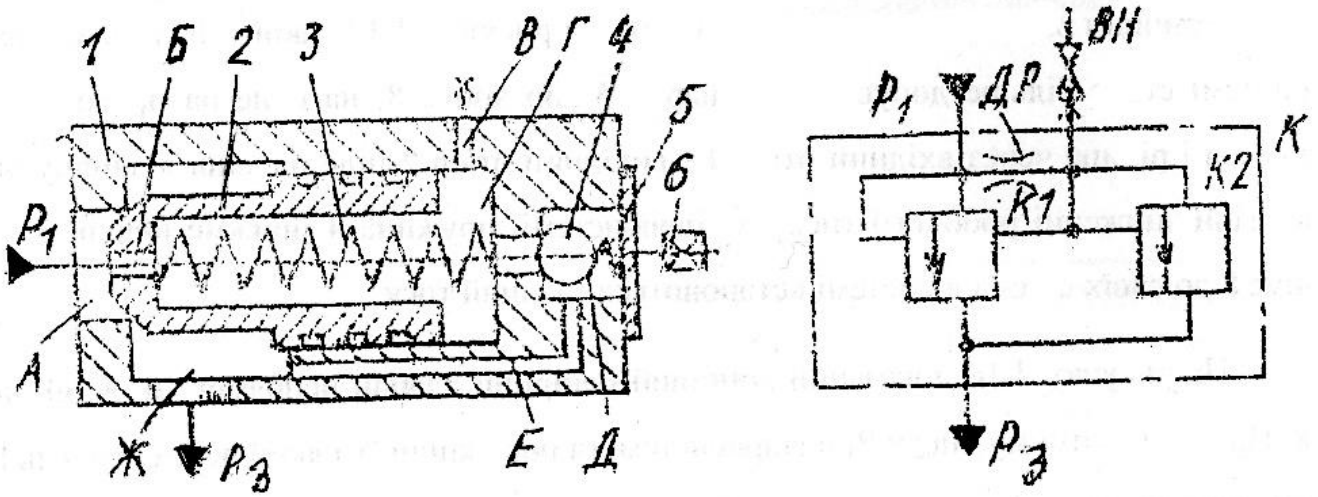
Принцип роботи клапанів зображених на рисунку 4.2 такий. Як тільки тиск в системі стане більше допустимого шарик 5 або конус 8, натисне на пружину 4, стисне її і рідина через вхідний отвір 1 і вихідний отвір 2 піде на злив в зливну лінію. При зниженні робочого тиску в гідросистемі, пружина 4 прижме шарик 5 чи конус 8 до своїх сідел і в системі встановиться заданий тиск.




а – шариковий; б – конічний; 1 – вхідний отвір; 2 – вихідний отвір; 3 – регулюючий гвинт; 4 – пружина; 5 – шарик; 6 – корпус; 7 – сідло клапана; 8 – конус.

Рисунок 4.2. Принципіальна схема шарикрвого та конусного напірних клапанів прямої дії.

На рисунку 4.3 показаний конічний напірний клапан непрямої дії, який діє так. При допустимому тиску $P_1$ в гідросистемі (в порожнині А і який через дросель Б розповсюджується й на порожнину Г) конічний (основний) клапан під дією сили пружини та тиску в порожнині Г, який, практично, рівний тиску $P_1$ залишається закритим. При збільшенні тиску в системі (порожнина А) більше допустимого збільшується і тиск в порожнині Г, який відкриє шариковий клапан 4 і рідина з порожнини Г через шариковий клапан 4 буде надходити в порожнину Д звідки по каналу Е в зливну порожнину Ж і на злив. Так як тиск в порожнині Г зменшиться, то під дією сили тиску $P_1$ відкриється основний клапан 2 (клапан К1) і основна маса рідини, через порожнину Ж, піде на злив. Основний клапан 2 можна змусити відкритися і дистанційно (тобто за необхідністю) відкривши вентиль ВН на каналі В і рідина піде на злив.



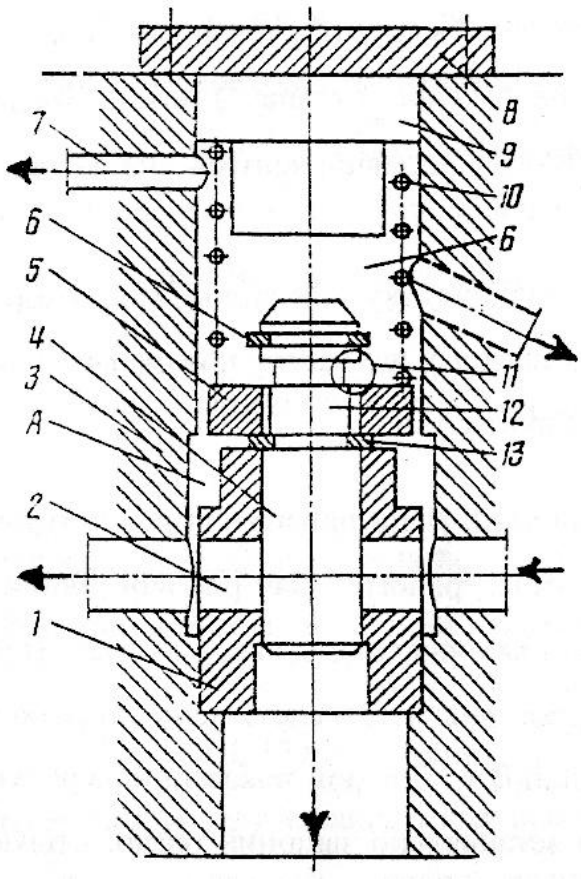

1 – корпус; 2 – основний конічний клапан; 3 – пружина основного клапана; 4 – допоміжний шариковий клапан; 5 – пружина допоміжного шарикового клапана; 6 – гвинт регулювання допоміжного клапана; Б – дросель; А, Г, Д, Ж – порожнини; Б, Е – канали; $P_1$, $P_2$, $P_{зл}$ – тиск, відповідно, в порожнині А, каналі В та зливу; К1, К2 – клапани, відповідно, основний та допоміжний.

Рисунок 4.3. Напірний конічний запобіжний клапан непрямої дії.

З прикладу наведеного на рисунку 4.3 видно, що розмір пружини основного клапана зменшується за рахунок того, що частку притиснючої конус 2 до сідла сили виконує тиск $P_1$, який діє в гідросистемі.

***Переливні напірні клапани.*** Вони призначені для підтримання заданого тиску в напірній лінії шляхом безперервного зливу робочої рідини під час роботи гідродвигуна. В якості їх можуть використовуватися, і розглянуті раніше як запобіжні, шарові та конічні клапани (див. рис. 4.2), але з менш жорсткою пружиною. Переливний клапан запропонований В.А. Дідуром показаний на рисунку 4.4.

В корпусі 1 клапана встановлено запірний орган – плунжер 4 і поршень 5. При цьому поршень 5, встановлений на плунжері 4 з можливістю обмеженого упору 6 і 13 переміщення відносно корпуса 3. Порожнина Б над поршнем 5 сполучена з каналом управління 7, а порожнина А під поршнем 5 сполучається з напірною магістраллю 2. В плунжері 4 клапана улаштований канал 12, який сполучує порожнини А і Б, при цьому поршень 5 встановлений з можливістю прикриття каналу 12 в крайньому верхньому положенні поршня 5.




1 – корпус; 2 – напірна магістраль; 3 – корпус; 4 – плунжер; 5 – поршень; 6, 13 – упори; 7 – канал управління; 8, 9 – кришки; 10 – пружина; 11 – виточка; 12 – канал управління

Рисунок 4.4. Переливний клапан плунжерного типу.

При сполученні порожнини Б каналом управління зі зливом в порожнинах А і Б виникає перепад тиску, під дією якого поршень 5 переміщується вверх, долаючи опір пружини 10, і, впливаючи на упор 6, переміщує плунжер 4 в бік відкриття клапана. Клапан відкривається під дією максимального перепаду тиску, який визначається величиною опору тільки кільцевого зазору між плунжером 5 і корпусом, так як канал 12, який сполучає порожнини А і Б під час відкриття клапана, перекритий поршнем 5. При закритті канала управління перепад тиску зменшується і поршень 5 під дією пружини 10 починає переміщуватися вниз, відкриваючи канал 12, що сприяє більш швидкому врівноваженню тиску в порожнинах А і Б, і тим самим більш пришвидшеному переміщенню поршня 5 і запірного органу до моменту повного закриття клапана.

***Редукційні клапани.*** Це клапани, які призначені для підтримання тиску рідини у потоці, який відводиться від клапана, нижчого ніж у потоці, який підводиться до нього. Застосовуються вони у випадках коли від одного насоса роблять декілька силових органів і при цьому тиск для забезпечення їх роботи, значно менше ніж дає насос.

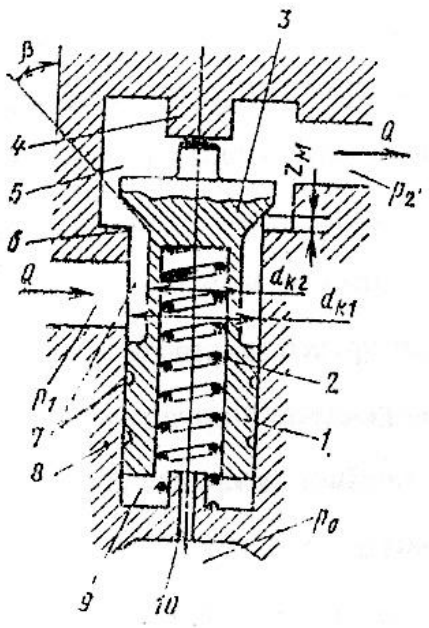
Принцип їх роботи (рис. 4.5) полягає в тому, що пружина 2 постійно намагається тримати клапан в гранично відкритому стані, який обмежується упором 4. Тиск $P_2$ в камері 5 навпаки намагається закрити клапан. Коли сила тиску $P_2$ в камері 5 перевищить силу пружини, клапан частково, або повністю закриється, тиск $P_2$ зменшиться. Такий неврівноважений стан клапана буде продовжуватись поки не буде знайдено рівновагу клапана при новому значенні тиску $P_2$.

***Зворотні клапани.*** Це клапани які пропускають рідину тільки в одному напрямку.

Принцип їхньої роботи (рис. 4.6) такий. Рідина через отвір 1, тисне на клапан 3, стискає пружину 5 і відкриває клапан 3. Через отвір, який утворюється в наслідок відкриття клапана, між клапаном і сідлом, рідина з підвідного отвору 1 надходить в відвідний отвір 4. В зворотньому напрямку рух рідини не можливий, так як під дією пружини та тиску рідини, клапан 3 у цьому випадку різко закриється.

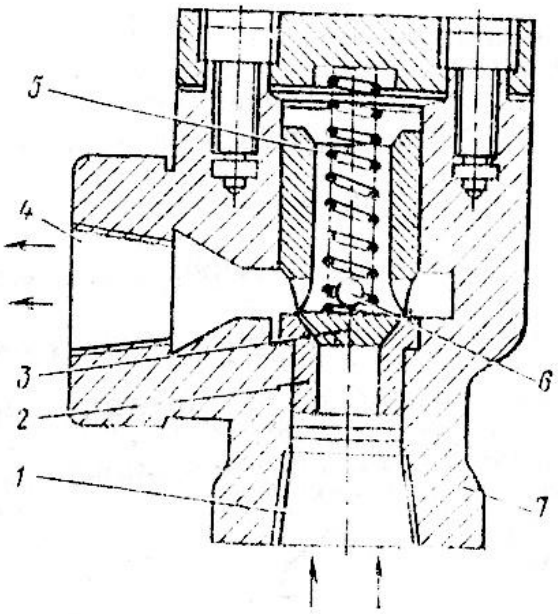
Зворотні клапани, які забезпечують точну фіксацію робочого органу машини в проміжному положенні шляхом зупинки гідродвигуна і унеможливлення його зворотного руху під навантаженням називаються ***гідрозамками*** (рис. 4.7).

Гідрозамок робить так: при надходженні рідини по каналу 3 відкривається лівий зворотній клапан 2 і робоча рідина через канал 8 надходить в гідродвигун. Одночасно поршень 4 під тиском робочої рідини переміщується вправо і відкриває зворотній клапан 6, забезпечуючи прохід рідини, яка відводиться з гідродвигуна, через канали 7 і 5 до гідророзподільника. При надходженні робочої рідини в канал 5 гідрозамок спрацьовує аналогічно, але в зворотному напрямку.



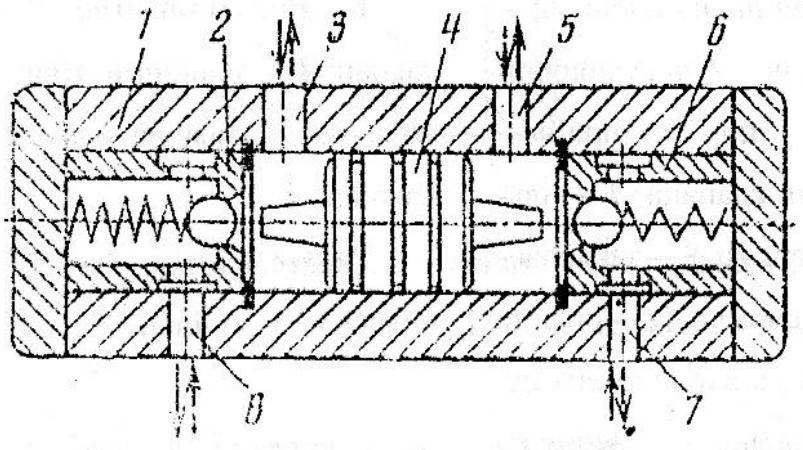

1 – врівноважуючий поршень; 2 – пружина; 3 – запірно – регулюючий елемент (клапан); 4 – упор; 5 – приймальна камера; 6 – сідло клапана; 7 – кільцеві проточки; 8 – корпус; 9 – заклапанна порожнина; 10 – дросель; Q – витрата рідини; $P_1$, $P_2$ – тиск на вході та виході; $d_{к1}$, $d_{к2}$ – діаметри клапана; $Z_м$ – відкриття щілини; $P_o$ – тиск в зливній лінії.

Рисунок 4.5. Редукційний клапан.




1 – підвідний отвір;
2 – сідло; 3 – клапан;
4 – відвідний отвір;
5 – пружина;
6 – направляюча клапана;
7 – корпус клапана.

Рисунок 4.6. Схема зворотного клапана.

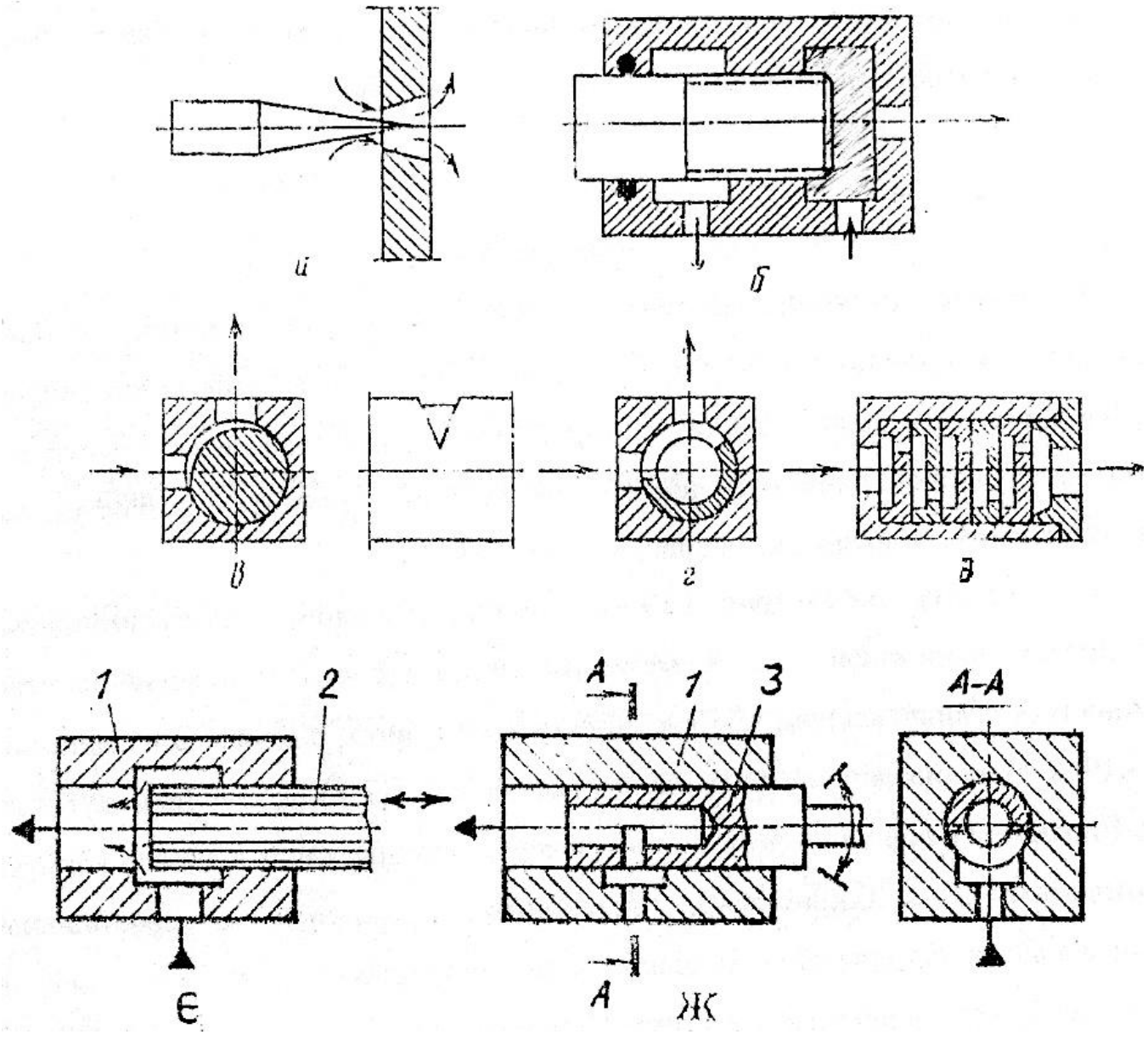



1 – корпус; 2, 6 – зворотні клапани; 3, 5, 7, 8 – канали; 4 – плаваючий поршень.

Рисунок 4.7. Гідрозамок двохсторонньої дії.

### 4.3. Дроселі

Це гідроапарати призначені для підтримання заданої витрати робочої рідини в гідролінії. Оскільки швидкість руху вихідних ланок гідродвигунів безпосередньо залежить від витрати робочої рідини, то дроселі є її регуляторами. По конструкції запірно – регулюючого елемента дроселі бувають гольчаті, гвинтові, канавочні, щілинні, пластинчаті, золотникові та кранові (рис. 4.8).




а – гольчатий; б – гвинтовий; в – канавочний; г – щілинний; д – пластинчатий; є - золотниковий; ж – крановий; 1 – корпус; 2 – золотник; 3 – порожнистий кран.

Рисунок 4.8. Схеми дроселів з різною конструкцією запірно – регулюючого елемента.

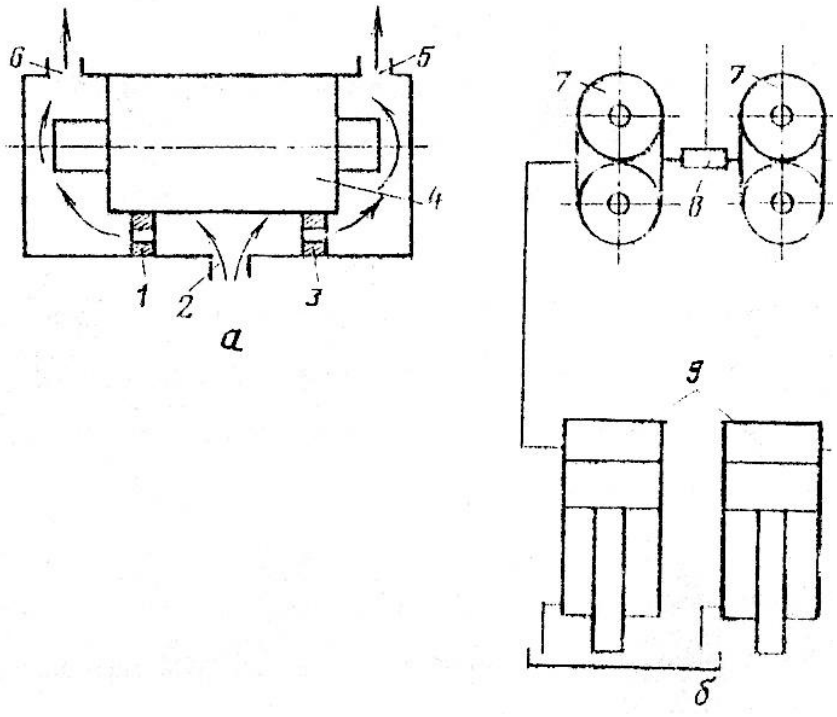
В гольчатому дроселі (рис. 4.8, а) величина прохідного отвору змінюється переміщенням голки вздовж вісі. В гвинтовому дроселі (рис. 4.8, б) величина отвору змінюється вгвинчуванням, або вигвинчуванням гвинта. В канавочних дроселях (рис. 4.8, в, г) на боковій поверхні плунжера зроблені трикутні, або прямокутні канавки. Прохідний отвір в них регулюється повертанням плунжера відносно корпуса. В золотникових дроселях (рис. 4.8, є) прохідний отвір регулюється переміщенням золотника в вісьовому напрямку. В кранових дроселях (рис. 4.8, ж) прохідний отвір регулюється повертанням крана, в якому зроблена вузька щілина, в ту чи іншу сторону.

### 4.4. Дільники і суматори потоку.

***Дільники потоків*** – це пристрої гідроапаратури, які ділять потік рідини (витрату її) на дві, або більше, рівні частини з метою сінхронізації руху силових органів машин незалежно від величини навантаження. Вони бувають ***дросельні*** та ***об'ємні***.

Принцип дії ***дросельного дільника*** такий. Робоча рідина від насоса (рис. 4.9, а), через канал 2 надходить в дільник, а потім через дроселі 1 і 3 по каналах 5 і 6 надходить до двигунів, обтікаючи плаваючий поршень 4. При одинаковому навантаженні, тиск в підвідних магістралях обох гідродвигунів однаковий і через канали 5 і 6 буде забезпечуватись одинакова витрата рідини.

При різному навантаженні на гідродвигунах тиск в одній із камер дільника наприклад в лівій, підвищиться, внаслідок чого зменшиться перепад тиску на дроселі 1. В результаті цього більша частина рідини намагатиметься пройти через дросель 3. В той час, під дією підвищеного тиску в лівій частині, поршень 4 переміститься вправо і частково перекриє канал 5, внаслідок чого витрата рідини в каналі 5 зменшується і, таким чином, витрати її в обох каналах вирівняються.




а – дросельний; б – об’ємний; 1, 3 – дроселі; 2, 5, 6 – канали; 7 – гідромотори; 8 – трійник; 9 – гідроциліндр.

Рисунок 4.9. Дільники потоку.

Так як в дроселях витрачається напір і дросельні дільники можуть обслуговувати не більш двох гідродвигунів, що є їхнім недоліком, їх застосовують при невеликих витратах рідини і в гідроприводах не більше як з двома гідродвигунами.

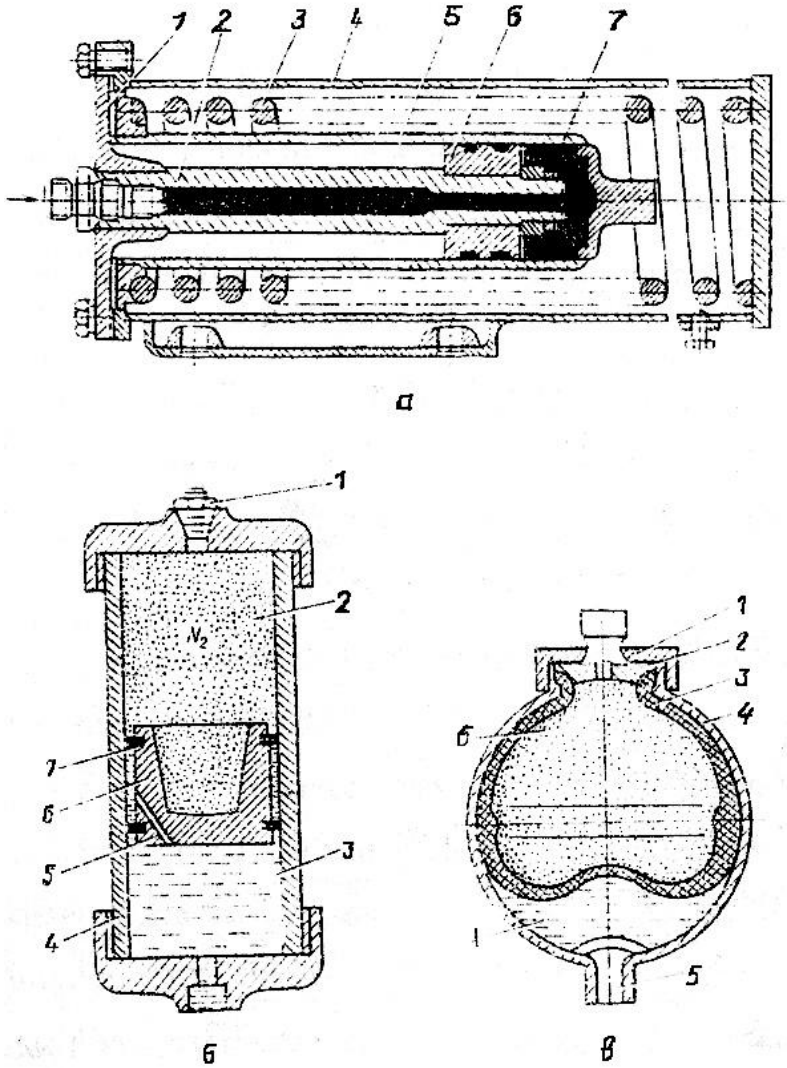
***Об’ємні дільники потоку*** (рис. 4.9, б) – це два, або більше гідромоторів 7 (переважно шестерневих) зібраних в один блок, таким чином, що їх ведучі шестерні жорстко закріплені на одному спільному валу, а ведені шестерні вільно обертаються на загальній вісі. Робоча рідина через трійник 8 подається в гідромотори 7, приводячи їх в обертання.

***Суматори потоків*** – це гідроапарати, які поєднують два, або більше потоків в один і встановлюються на зливних лініях.

### 4.5. Гідроакумулятори

***Гідроакумулятори*** – це пристрої, які призначені для накопичення (акумулювання) енергії робочої рідини і повернення її (енергії) в гідросистему. Застосо-

вуються вони для згладжування пікових перевантажень гідроприводів, тобто коли споживана потужність перевищує потужність, яку здатний забезпечити насос (рис. 4.10). Встановлюють гідроакумулятори на нагнітальних лініях.




а – пружинний: 1 – кришка; 2 – гичок; 3 – пружина; 4 – корпус; 5 – циліндр; 6 – поршень; б – поршневий: 1 – клапан; 2, 3 – пневматична і гідравлічна порожнини; 4 – корпус; 5 – канал; 6 – поршень; 7 – кільце; в – мембранний: 1 – гайка; 2 – кришка; 3 – мембрана; 4 – корпус; 5 – штуцер; А, Б – порожнини.

Рисунок 4.10. Гідроакумулятори.

Показаний на рисунку 4.10, а пружинний акумулятор складається з нерухомого корпуса 4 і рухомого циліндра 5, між якими встановлена пружина 3. В порожнині рухомого циліндра розташований нерухомий поршень 6 з порожнистим штоком 2, який жорстко зв’язаний з передньою кришкою 1 корпуса 4.

Принцип роботи пружинного гідроакумулятора (рис.4.9, а) такий. При підвищенні тиску робочої рідини в нагнітальній лінії рухомий циліндр 5 переміщується відносно поршня 6 вправо і стискує пружину, тобто відбувається зарядка акумулятора. При зниженні тиску в нагнітальній лінії циліндр 5 під дією пружини переміститься вліво і витіснить частину рідини в туж нагнітальну лінію.

Показаний на рисунку 4.10, б поршневий гідроакумулятор є пневматичним і складається з циліндричного корпуса 4 з нижньою і верхньою кришками. Всередині корпуса встановлений розділювальний поршень 6 з ущільнюючими кільцями 7. Верхня порожнина 2 через клапан 1 заповнюється стисненим азотом, нижня – 3 з'єднується з гідравлічною магістраллю. Таким чином, принцип його роботи слідуючий.

При підвищенні тиску в гідросистемі поршень 6 піднімається угору і стисне газ (зарядка акумулятора). При зниженні тиску в гідросистемі під тиском газу закумульована рідина поршнем витісниться в гідролінію.

Мембранний гідроакумулятор (рис.4.10, 6) складається з сферичного корпусу 4, еластичної мембрани 3, кришки 2 і накидної гайки 1. В кришці 2 улаштований штуцер для заправки порожнини Б газом. Штуцером 5 гідроакумулятор приєднується до гідролінії, через нього порожнина А з'єднується з гідролією.

### 4.6. Кондиціонери робочої рідини, гідроємкості і гідролінії.

***Кондиціонери робочої рідини*** — це гідравлічні елементи (пристрої) які забезпечують необхідні якісні властивості (показники) робочої рідини в процесі експлуатації систем гідропривода. До них відносяться фільтри, сепаратори, теплообмінники і інше.

#### 4.6.1. Фільтри і сепаратори.

***Фільтри*** — це пристрої призначені для очищення робочої рідини гідроприводів від твердих і в'язких домішок. По виду фільтруючого елемента фільтри бувають щілинні, сітчасті і пористі (паперові, керамічні, тканинні, повтяні і ін.) (рис. 4.11.).

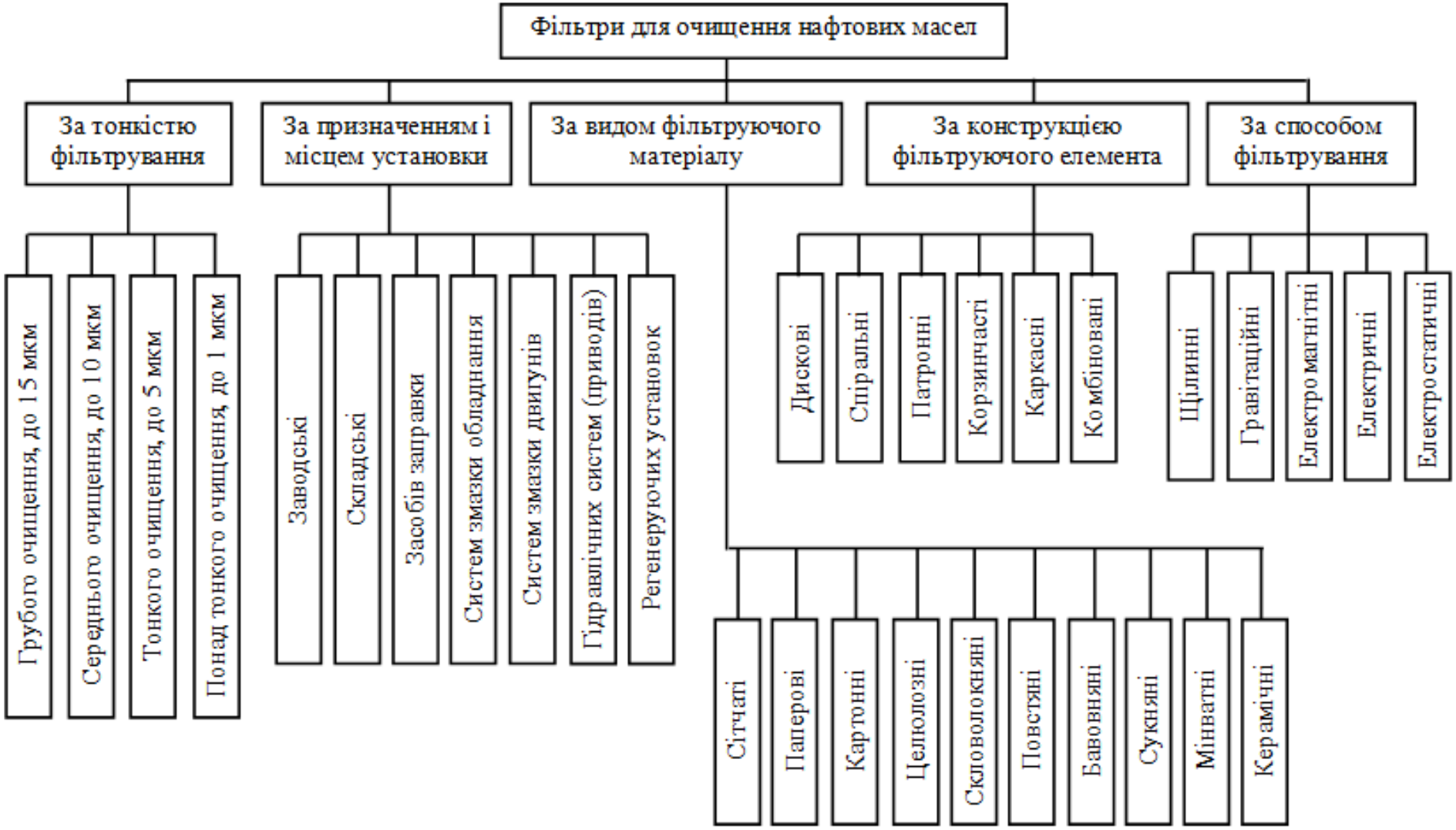



Рисунок 4.11. Класифікація фільтрів для очищення нафтових масел. Примітка: мкм – мікрометр (1 мкм = $1*10^{-6}$ м)

Основними складовими частинами фільтра є корпус і розташований в ньому фільтруючий елемент. Показником очистки рідин є тонкість її у відповідності з чим фільтри класифікуються: грубої (до 15 мкм), нормальної (до 10мкм), тонкої (до 5 мкм), ультратонкої (до 1 мкм).

Існують такі способи очистки рідин: в гравітаційному полі (відстій), механічна фільтруючими елементами (сітчастими, паперовими, тканинними і ін.), центрифугіруванням, магнітним та електростатичним полями.

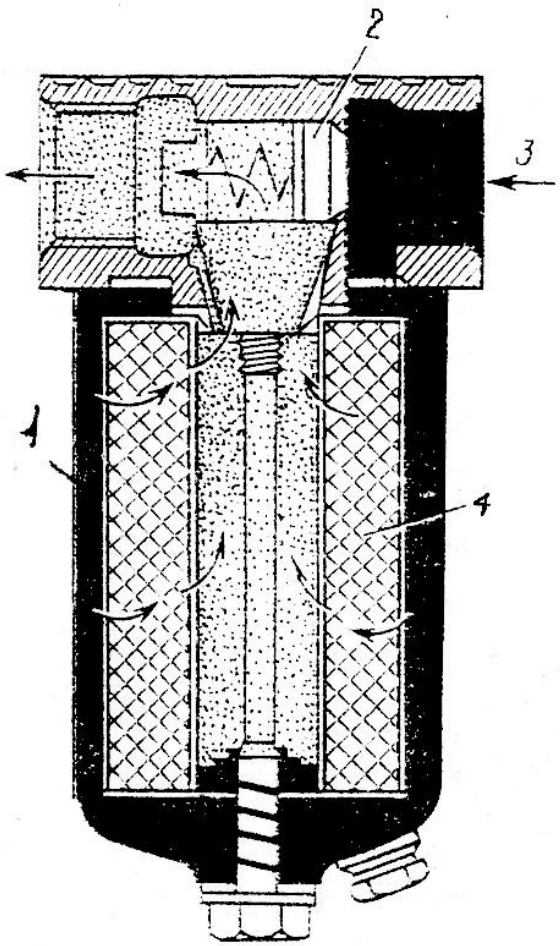
За способом затримання часток забруднення фільтруючі елементи діляться на ***поверхневі*** фільтроелементи (рис.4.12.), наприклад, сітчаті, на яких затримуються частки забруднень, розміром більші за розмір отворів сітки, і ***об'ємні*** фільтроелементи. Останні виготовляються з проникного (проницаемого, рос.) матеріалу значної товщини (паперу, картону, скловолокна, повсті і ін.). Рідина очищається, проходячи по вузьким, довгим і звивистим поровим каналам фільтруючого матеріалу.

***Сепаратори центрифуги*** — це пристрої, призначені для виокремлення твердих часток з рідини за допомогою відцентрової сили.

Сепаратор (рис.4.13.) складається з порожнистого ротора 2, який обертається на підшипниках кочіння 1 і 4. Вал 3 ротора має два канали А і Б і ряд концентрично розташованих отворів для підведення і відведення робочої рідини.

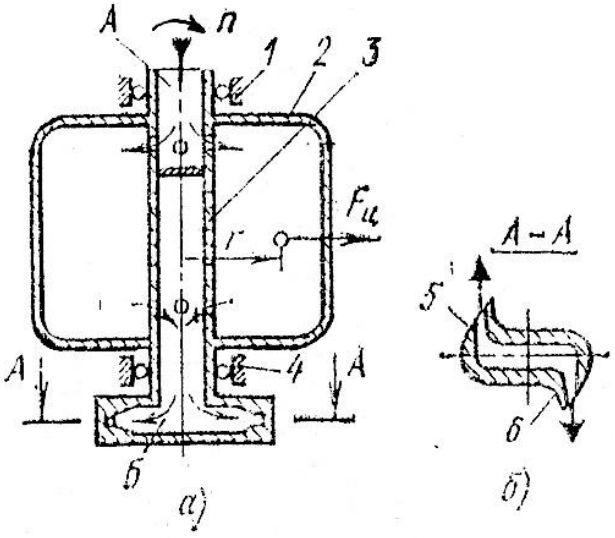
Ротор обертається, або від зовнішнього приводного двигуна, або внутрішнім гідрореактивним приводом (див. рис. 4.13, б) за допомогою сопл 5 і 6, жорстко закріплена на валу ротора, які роблять за принципом сегнерового колеса при підведенні до них робочої рідини під тиском.

Принцип роботи відцентрового сепаратора полягає в тому, що робоча рідина через канал А під тиском подається в порожнистий вал 3 і через отвори в ньому надходить у внутрішню порожнину ротора 2. Так як частки, які забруднюють рідину мають більшу густину ніж сама робоча рідина, то вони відкидаються під дією відцентрової сили до внутрішніх поверхень стінок ротора і осідають на них. Очищена робоча рідина через канал Б надходить до виходу сепаратора.




1— корпус фільтра; 2 — запобіжний клапан; 3 — штуцер для підведення рідини; 4 — фільтруючий елемент.

Рисунок 4.12. — Конструкція фільтра з об'ємним фільтроелементом.




а — принципіальна схема; б — гідрореактивний привод; 1,4 — підшипник очищення; 2 — порожнистий ротор; 3 — вал ротора; 5,6 — сопла; А.Б — канали вала ротора.

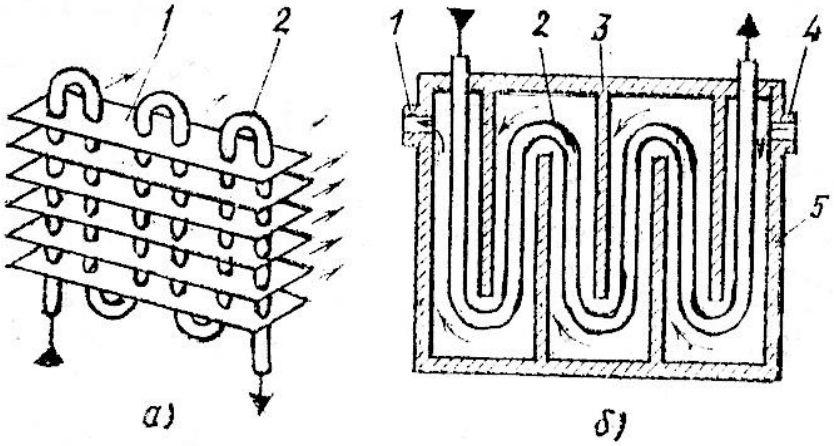
Рисунок 4.13. — Схема відцентрового сепаратора.

### 4.6.2. Теплообмінні апарати.

***Теплообмінні апарати*** — це пристрої, призначені для забезпечення заданої температури робочої рідини гідропривода. Вони діляться на охолоджувачі і нагрівачі рідини. В більшості рідина в гідроприводах охолоджується повітряним, або водяним способами (рис. 5.4).

Охолодження робочої рідини в повітряному радіаторі (див. рис. 4.14, а) ві-

дбувається при проходженні нагрітої рідини по трубі 2, а навколишньому середовищу тепло віддається через ребра 1, які мають велику поверхню і примусово обдуваються повітрям. У водяному радіаторі (див. рис. 4.14., б) нагріта робоча рідина знаходиться в корпусі 5, в якому встановлений змійовик 2. Холодна вода, яка проходить по змійовику й охолоджує робочу рідину.




а — схема повітряного радіатора; 1 — ребра; 2 — труби змійовика; б — схема водяного радіатора; 1 — штуцер виходa води з радіатора; 2 — трубчатий змійовик; 3 — перегородка; 4 — штуцер входа води в радіатор; 5 — корпус радіатора.

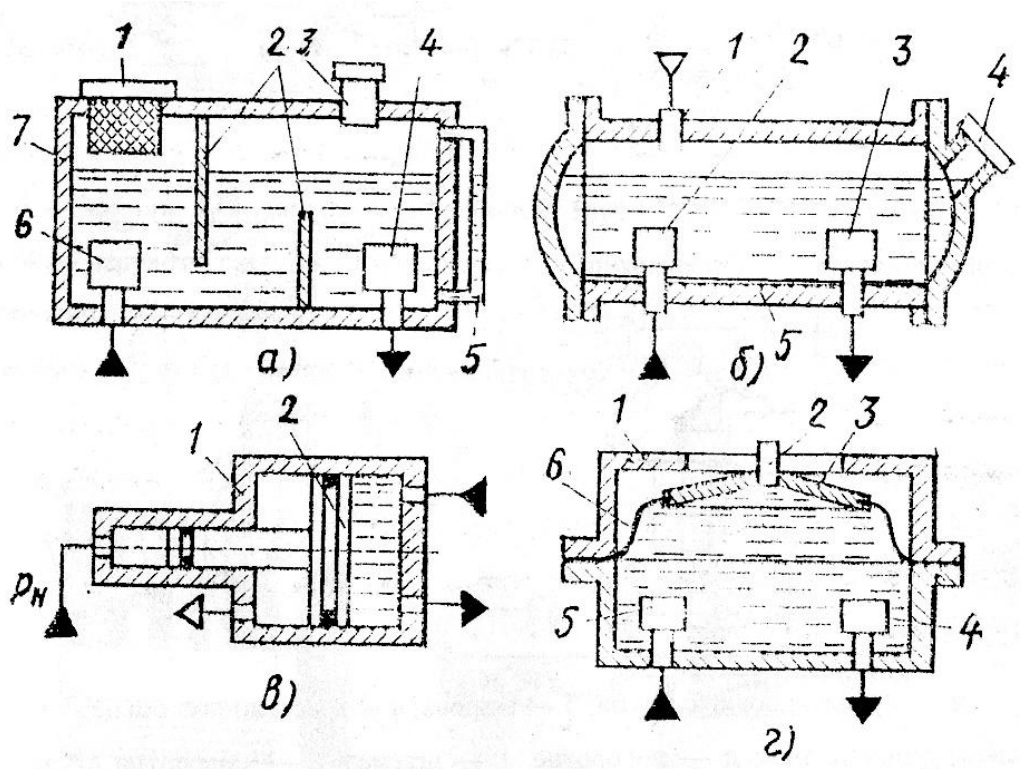
Рисунок 4.14 — Схеми радіаторів для охолодження робочої рідини в гідроприводах.

### 4.6.3. Гідробаки

***Гідробаки*** — це гідроємкості, призначені для зберігання, відстоювання і охолодження робочої рідини. В них також з робочої рідини видаляються бульбашки повітря, випадають в осадок частки забруднення рідини, вони забезпечують температурну компенсацію зміни об’єма рідини. Вони можуть бути під атмосферним, або надлишковим тиском, тобто герметично відкриті або закриті.

Гідробак з атмосферним тиском на поверхні рідини (рис. 4.15, а) сполучується з оточуючим повітрям через сапун 3. Призначення інших елементів подано в підрисунковому підписі. Надлишковий тиск на поверхні рідини в гідробаку закритого типу (рис. 4.15, б) забезпечується інертним газом, який закачується через штуцер 1. А в гідробаку закритого типу (рис. 4.15, в) надлишковий тиск створю-

ється поршнем, тиск $P_н$ на якому забезпечується робочою рідиною. І, накінець, найпростішим гідробаком закритого типу є гідробак показаний на рисунку 4.15, г у якому герметизація забезпечується гумовою діафрагмою.




а — гідробак з атмосферним тиском (відкритого типу): 1 — горловина заливки робочої рідини; 2 — перегородки, для заспокоювання рідини; 3 — сапун для сполучення з оточуючим повітрям; 4 — насадка, для відбирання рідини насосом; 5 — показник рівня рідини в баку; 6 — насадка для надходження відпрацьованої рідини з гідропривода; 7 — корпус; б — гідробак з надлишковим тиском (закритого типу): 1 — штуцер для подачі інертного газу; 2 — насадка для прийняття відпрацьованої рідини; 3 — насадка для відбирання рідини насосом; 4 — кришка для заливки масла в бак; 5 — корпус (герметичний); в — гідробак з надлишковим тиском (закритого типу): 1 — корпус; 2 — поршень; $P_н$ — надлишковий тиск рідини; г — гідробак з надлишковим тиском (закритого типу) з еластичним роздільником: 1 — корпус; 2 — штуцер видалення повітря із бака; 3 — жорсткий центр діафрагми; 4,5 — насадки, відповідно, для надходження рідини і для надходження до насоса; 6 — гумова еластична діафрагма.

Рисунок 4.15 — Схеми гідробаків.

### 4.6.4. Гідролінії і їх ущільнення.

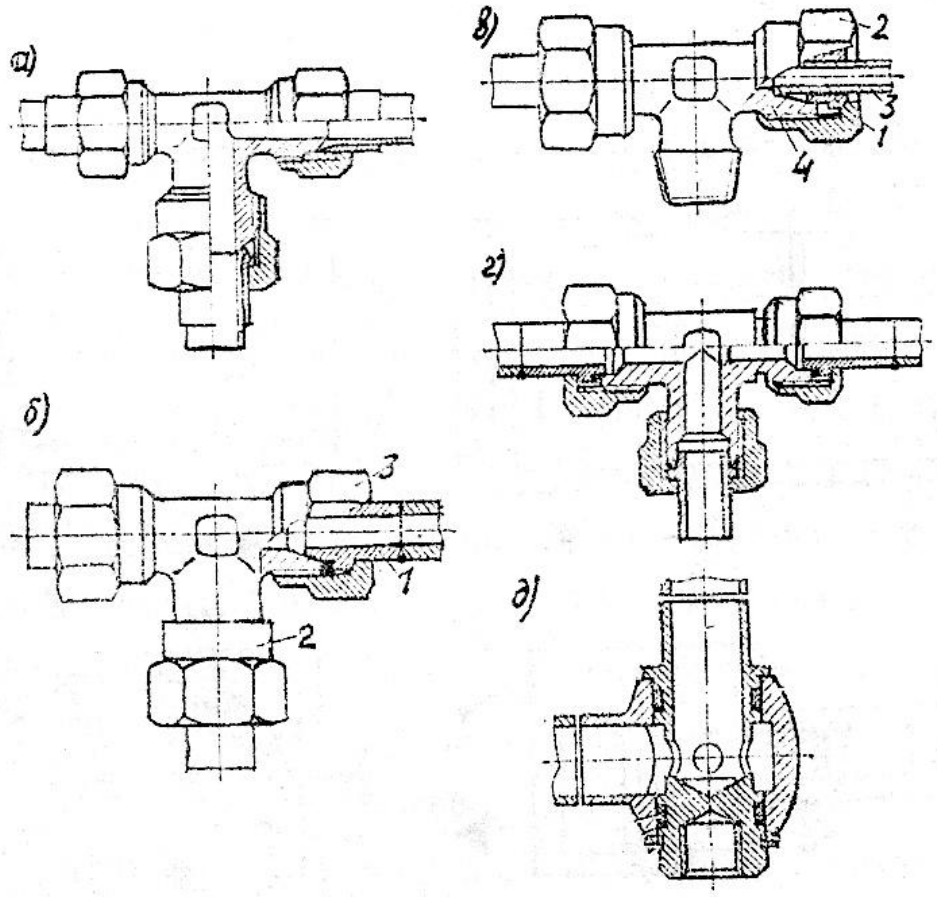
***Гідролінії*** — це трубопровода по яких рідина від насосів подається до гідророзподільників, гідроапаратів і гідродвигунів.

Вони складаються із стальних труб і рукавів. Стальні труби застосовуються для жорсткого з'єднання вузлів, які не переміщуються один відносно другого, рукава — для з'єднання вузлів зі взаємним переміщенням. При визначенні діаметра труб і рукавів слід приймати швидкість руху рідини в усмоктувальних лініях 1…1,5 м/с, а в напірних до 6 м/с.

Існує декілька способів з'єднання жорстких гідроліній (трубопроводів). З'єднання з розвальцьовкою кінця труби (рис. 4.16, а) полягає в тому що кінці труб розвальцьовуються під кутом $74^0$ і з'єднуються гайками за допомогою фасонних частин (трійників і ін.). Шарове з'єднання показано на рисунку 4.16, б. Ущільнення при цьому з'єднанні досягається за допомогою шарового штуцера 1. В з'єднаннях, які часто демонтуються, застосовуються самозапіраючі з'єднання (рис. 4.17). Воно складається з двох частин а і б, які з'єднуються накидною гайкою 7. Після відгвинчування гайки 7 пружина 8 прижимає рухоме сідло 6 до клапана 9 і виключає витікання рідини з частини б гідролінії.

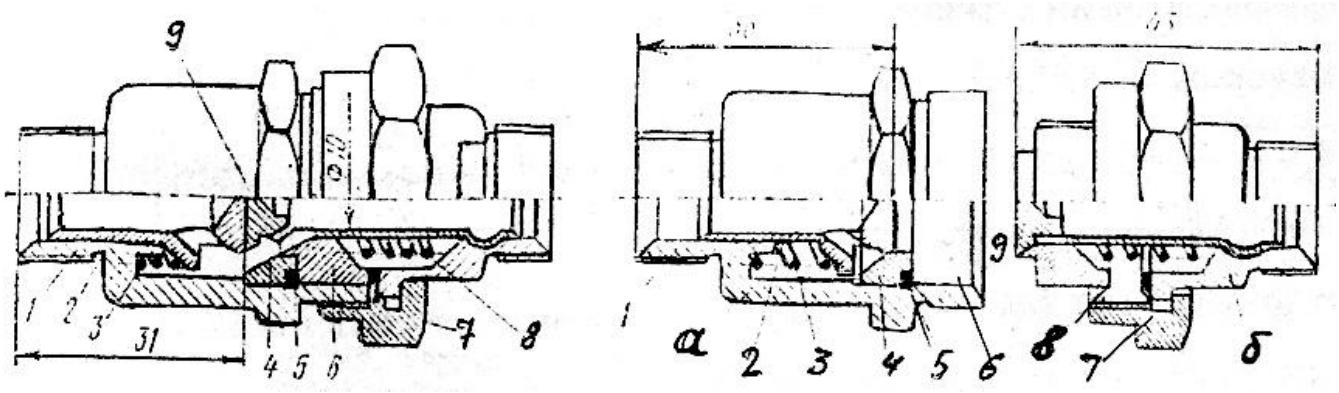
Рукава високого тиску, які застосовуються в гідроприводах, мають конструктивну схему показану на рисунку 4.18, а. Рукава високого тиску, залежно від тиску для якого вони призначені, мають одну, дві, або три металеві обплітки. З'єднання їх здійснюється за допомогою ніпельного з'єднуючого пристрою (див. рис. 4.18, б), що улаштовується на кінці рукава.

Гідросистеми здатні працювати тільки за умов достатньої герметичності в рухомих і нерухомих з'єднаннях. В гідроприводах застосовуються такі ущільнення: еластичні — прокладки, кільця, манжети; механічні — прокладки, кільця; набивочні — тканинні, азбестові; діафрагмові — мембрани, сільфоні; рідинні — гідрозамки, відцентрові, вихрьові і ін.



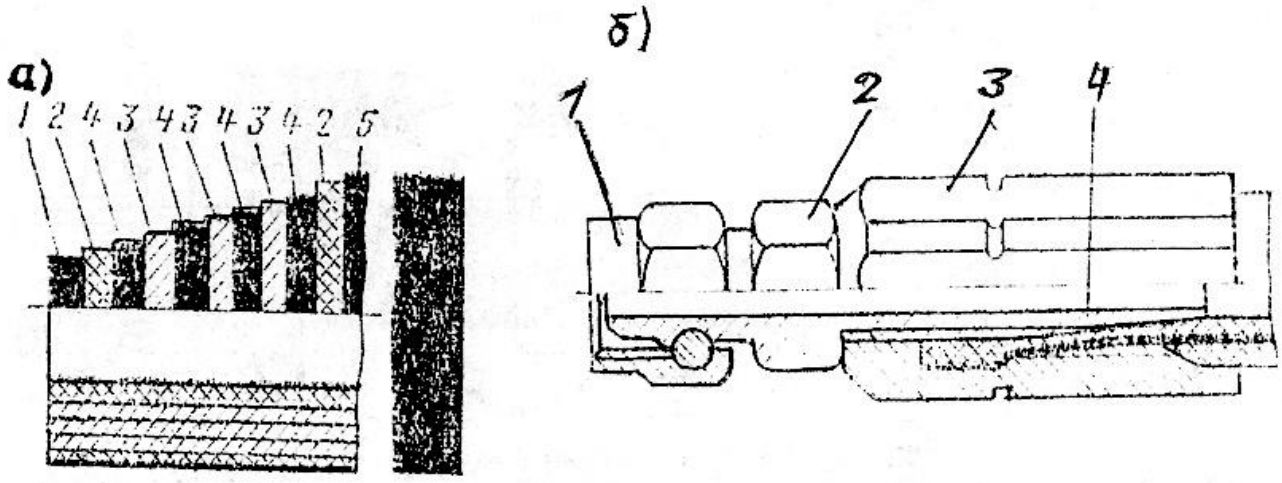

а — з ровальцьовкою труби; б — шарове; *в* — з врізаючим кільцем; *г* — з торцьовим ущільненням; д — поворотне: 1 — штуцер; 2 — поворотна втулка; 3 — шайба; 4 — пружинне кільце.

Рисунок 4.16. — З’єднання жорстких (трубних) гідроліній.




а, б — частини з’єднання; 1 — основний корпус з’єднання; 2 — клапан; 3 — пружина; 4 — нерухоме сідло; 5 — прокладка; 6 — рухоме сідло; 7 — накидна гайка; 8 — пружина; 9 — клапан.

Рисунок 4.17. — Самозапіраюче з’єднання труб.




а — конструкція рукава високого тиску: 1 — внутрішній гумовий шар; 2 — бавовняна обплітка; 3 — металева обплітка; 4 — проміжний гумовий шар; 5 — зовнішній гумовий шар; б — задєлка кінця рукава: 1 — накидна гайка; 2 — ніпель; 3 — муфта; 4 — рукав.

Рисунок 4.18. — Рукава високого тиску.

### 4.6.5. Рідини, які застосовуються в гідроприводах.

Рідини в гідроприводах є носіями енергії і називаються робочими рідинами. Вони є невід'ємним елементом гідроприводів. Найбільш розповсюдженими в системах гідроприводів є мінеральні масла. Їхніми позитивними якостями є низька вартість, доступність застосування в великих кількостях, хороша змащувальна здатність і порівняно великий строк служби їх при високих тисках. В гідроприводах також застосовується синтетичні рідини.

Робочі рідини в гідроприводах крім носія енергії виконують мастильні, антикорозійні і охолоджуючі функції.

Крім загально прийнятих властивостей (густина, в'язкість і ін.) робочі рідини гідроприводів характеризуються змащуючою здатністю, тобто здатністю забезпечувати найменше контактне тертя. В таблиці 4.1. наводяться основні технічні показники робочих рідин.

Таблиця 4.1. — Технічні показники робочих рідин.

| Показник | Марка робочої рідини | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ДП-8 | ДП-11 | ДС-8 | ДС-11 | М8Г | М 10 Г | ИС-20 | ИС-30 | АМГ-10 | ЄШ | МГ-30 |
| Кінематична в'язкість при $100^0$С, сСт | 8…9 | 10…12,5 | 7,5…8,5 | 10,5…11,5 | 7,5…8,5 | 10,5…11,5 | 17…23 | 27…33 | 10 | 23 | 26,1 |
| Температура загорання, $^0$С, не менш | 200 | 190 | 190 | 200 | 200 | 200 | 190 | 190 | 92 | 193 | 196 |
| Температура захолювання, $^0$С, не більш | -25 | -15 | -25 | -15 | -25 | -15 | -40 | -35 | -70 | -35 | -33 |
| Густина при $20^0$С, кг/м$^3$ | 905 | 905 | 905 | 905 | 900 | 900 | 885 | 890 | 850 | 890 | 885 |

Примітка: сСт — сантіСтокс; 1сСт = $1*10^{-6}$ м$^2$/с

санті — $10^{-2}$; 1Ст = $1*10^{-4}$ м$^2$/с.

**Контрольні запитання**

1. Будова і принцип дії клапанів прямої і непрямої дії.
2. Призначення і принцип дії редукційного клапана.
3. Призначення і принцип дії гідрозамка.
4. Призначення і принцип дії зворотнього клапана.
5. Призначення і класифікація дроселів.
6. Призначення, будова і принцип дії суматорів і дільників потоку різного типу.
7. Призначення, будова і принцип дії гідроакумуляторів.
8. Призначення і класифікація фільтрів для очищення робочої рідини від забруднень.
9. Будова і принцип дії розривної і з'єднувальної муфт.
10. Призначення, об'єм і будова гідробаків.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

## ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ КОМБАЙНІВ ТИПУ “ДОН”.

**Мета роботи**: Вивчити призначення, будову, принцип дії й особливості експлуатації гідростатичної трансмісії (ГСТ-90) комбайнів типу “Дон”.

### 1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

#### 1.1. Завдання для самостійної підготовки.

В и в ч и т и : призначення, конструкцію й область застосування ГСТ-90.

#### 1.2. Питання для самопідготовкии:

1 призначення ГСТ-90;

2 перевага і недоліки гідравлічної системи порівняно з механічною;

3 відмінності гідравлічних схем відкритого і закритого типу

#### 1.3. Рекомендована література


1. Кальбус Г.Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов в вопросах и ответах. – 3-е изд. перер. и доп. – К.: Урожай, 1990, – 216 с., ил.
2. Песков Ю.А. и др. Зерноуборочные комбайны “Дон”.М.: Агропромиздат, 1986, – 221 с.
3. Конспект лекцій.


### 2. ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ РОБОТИ

#### 2.1. Програма роботи.

2.1.1. Вивчити конструкцію ГСТ-90 комбайна “Дон”.

2.1.2. Вивчити особливості роботи.

2.1.3. Вивчити призначення, будову і принцип дії:

– основної гідросистеми;
– системи підживлення;
– системи керування.

## 3. ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

3.1. Зміст звіту:

1. Накреслити принципову схему ГСТ-90.
2. Дати основні технічні характеристики ГСТ-90.

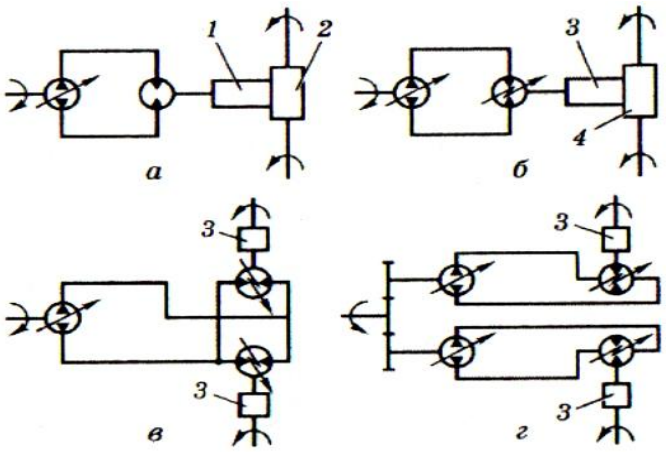
### 4. Гідроприводи ведучих коліс

### 4.1. Загальні відомості з гідроприводів ведучих коліс

Гідроприводи ведучих коліс (ГВК) призначені для безступінчатої зміни швидкості самохідних машин в межах відповідних положень коробки діапазонів при переміщенні їх як вперед, так і назад.

ГВК можуть бути двомашинними з регульованим носом і нерегульованим гідромотором (рис.1.1, а), двомашинними з регульованим насосом і гідромотором (рис.1.1, б), тримашинними і чотири машинними (рис.1.1, в і г) з регульованим насосом і гідромотором.

У гідроприводах сільськогосподарської техніки найбільш поширені ГВК, схеми яких наведено на рис.1.1, а.




а, б - двомашинні; в - три машинна; г - чотири машинна; 1 - коробка діапазонів; 2 - диференціал; 3 - редуктор; 4 - піввісь ведучого колеса.

Рисунок 1.1 - Схеми гідроприводів ведучих коліс самохідних машин

За схемою з регульованим насосом і нерегульованим гідромотором (див. рис.1.2,а) виконані ГВК садово-городніх тракторів і подібних їм машин. Такі ГВК доцільно застосувати на машинах невеликої маси і потужності, які не потребують великого діапазону зміни навантажувального передатного відношення.

За схемою з регульованим насосом і гідромотором (див.рис.1.2, б) виконаний ГВК «Лукас Т-100» (Велика Британія), розрахований на передачу потужності до 75 кВт. Такі ГВК використовується у тракторах, дорожніх котках та екскаваторах. Така схема, порівняно з попередньою, дає можливість значно збільшити навантажувальний діапазон зміни передатного відношення за того самого робочого об'єму гідромашин.

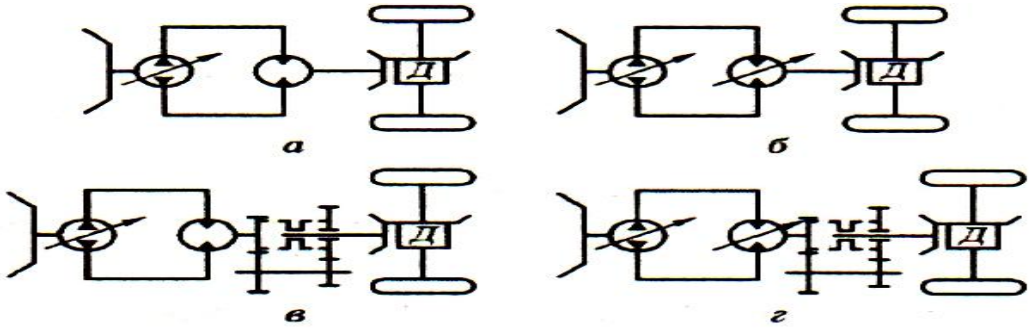
За схемою з регульованим насосом і нерегульованим гідромотором, а також дво- або триступеневою коробкою діапазонів (див.рис.1.2,в) виконані ГВК самохідних кормо-, зерно- та корнебульбозбиральних комбайнів, як зарубіжних, так і вітчизняних. Така схема дає можливість працювати в двох – трьох режимах: складні умови експлуатації, нормальні робочі, транспортні.

Схему з регульованим насосом і гідромотором та ступінчастою коробкою діапазонів (див. рис1.2, г) використано у ГВК сімейства тракторів фірми «Інтернейшл Харвестер» (США). Така схема більш досконала, оскільки забезпечує широкий діапазон безступінчатої зміни передатного відношення.

Випробування зарубіжних та вітчизняних зернозбиральних компаній з ГВК виявили ряд їх переваг: збільшення змінної і сезонної продуктивності (при збиранні зернових колосових до 30 % і рису до 50 %), істотне підвищення надійності ходової частини, зниження затрат часу і праці на ТО, підвищення якості технологічного процесу умов комбайнера.

На перспективу передбачається використовувати ГВК на всіх зернозбиральних комбайнах з потужністю двигуна дизеля понад 75 кВт. Чим більша потужність комбайна, тим більша його вартість і менше відношення вартості ГВК.

ГВК обмежується наведеними схемами. На рис.1.3 показано схему гідроприводу багатоколісного візка, який має 32 колеса. Кількість коліс деяких самохідних візків сягає 192. Кожна пара керована. Поворот коліс на $90^{o}$ забезпечує бокове переміщення візка.




а, б - без коробки діапазонів; в, г - з коробкою діапазонів

Рисунок 1.2 - Схеми гідроприводів ведучих коліс з механічним диференціалом самохідних машин з колісною формулою 4х2

### 4.2. Гідропривід ведучих коліс кормозбирального комбайна КСК-100А

Гідропривід ведучих коліс кормозбирального комбайна КСК-100А складається із регульованого 15 (рис.1.4) аксіально-плунжерного насоса НП-90 з підживлювальним насосом 16, нерегульованого аксіально-плунжерного гідромотора 13 з клапанною коробкою, бака 2, фільтрів 3 і 5, радіатора 17, апаратури керування і системи трубопроводів.

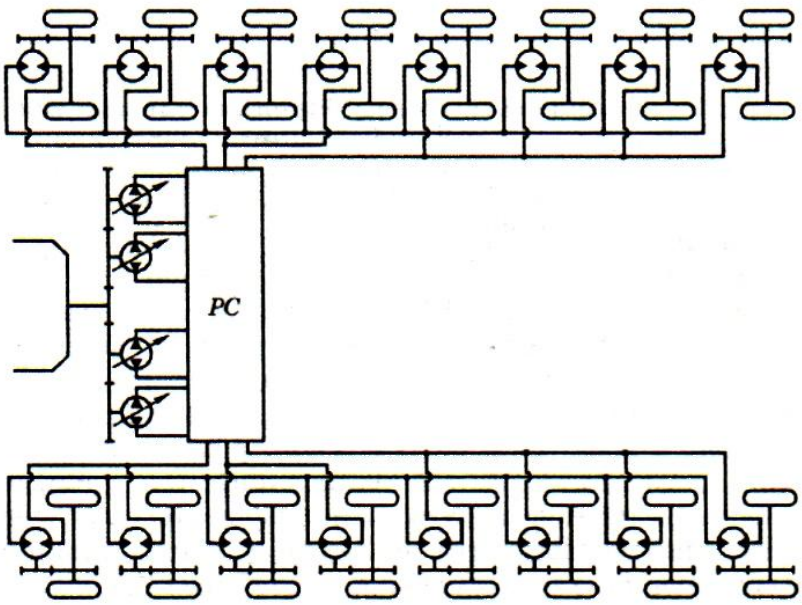
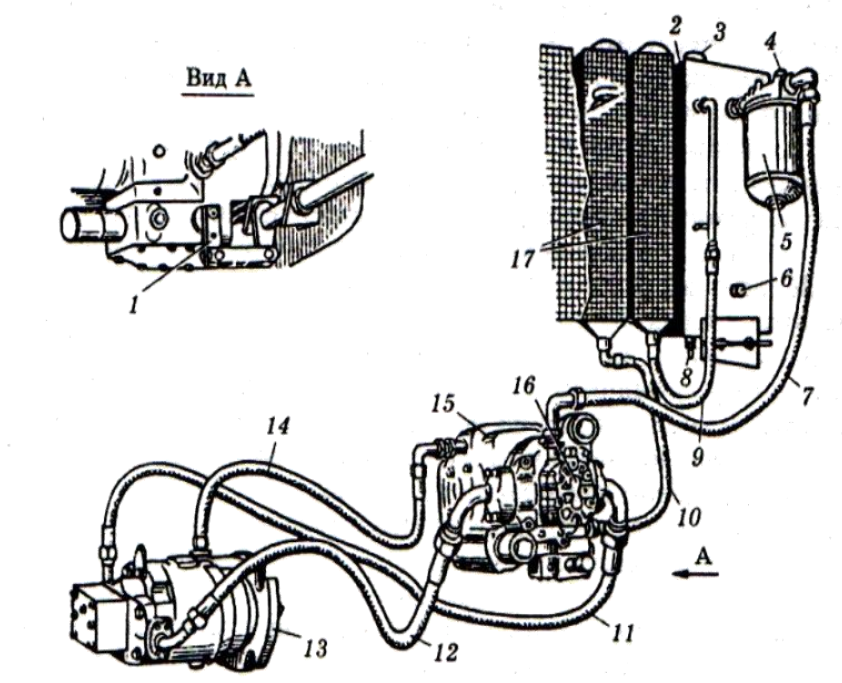



Рисунок 1.3 - Схема гідроприводу багатоколісного самохідного візка

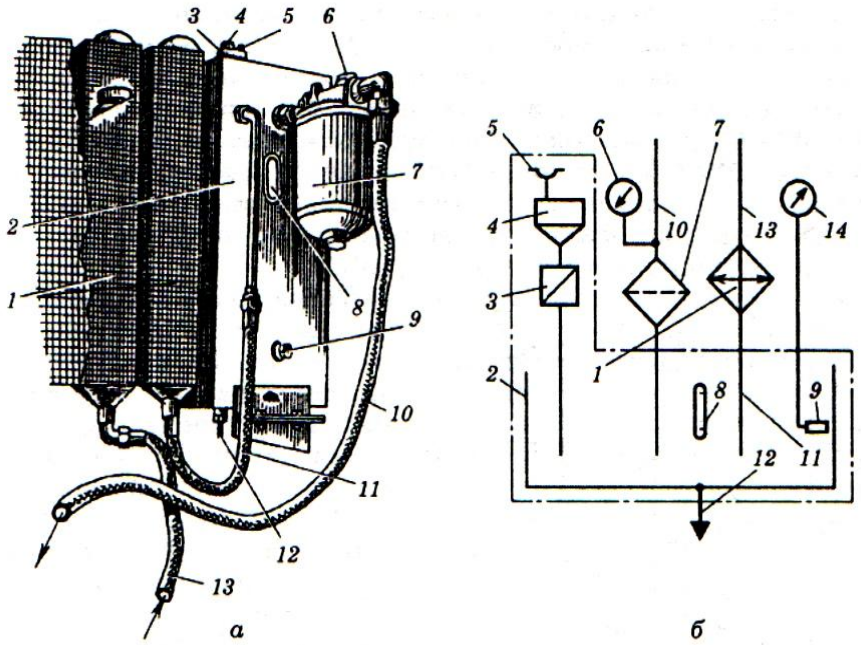



1 - важіль керування золотником; 2 - бак; 3 - фільтр очистки; 4 - вакуумметр; 5 - фільтр тонкої очистки; 6 - термодатчик; 7, 9 і 10 - лінії низького тиску; 13 – гідромотор; 14 – дренажерна лінія; 15 – аксіально-плунжерний насос; 16 – підживлювальний насос; 17 – секція радіатора.

Рисунок 1.4 - Загальний вигляд об’ємного гідроприводу ведучих коліс комбайна КСК-100

Вал аксіально-плунжерного насоса через карданний вал з’єднано з колінчастим валом двигуна, а вал гідромотора – з валом коробки діапазонів через з’єднувальну муфту.

Олива від насоса 15 по гідро лініях 11 і 12 надходить до гідромотора 13. Завдяки тиску оливи обертається вал гідромотора, від якого через коробку діапазонів, головну передачу і диференціал, бортові редуктори і проводяться колеса машин.




а – будова; б – гідравлічна принципова схема; 1 – радіатор (охолоджувач); 2 – корпус; 3 – фільтр грубої очистки; 4 – заливна горловина; 5 – сапун; 6 – вакуумметр; 7 – фільтр тонкої очистки; 8 – оливопокажчик; 9 – датчик покажчика температури; 10 – всмоктувальний трубопровід; 11 – зливний трубопровід; 12 – зливна пробка; 13 – тренажерний трубопровід;14 – покажчик температури оливи

Рисунок 1.5 - Гідробак (ліва секція) і радіатор гідроприводу ведучих коліс комбайна типу КСК-100

Керують насосом (зміна робочого об’єму і реверсування потоку) з кабіни за допомогою двох педалей, які за допомогою тяг з’єднано з важелем 1. Педалі автоматично фіксуються в заданому положенні. Одна педаль призначена для руху вперед, друга – назад. Вимикають подачу оливи (зупинка машини), коли педалі знаходяться в одній площині. При натисканні на одну педаль вниз друга автоматично підіймається вгору.

Бак (див. рис.1.5) двосекційний, має корпус зварної конструкції прямокутної форми.

Насос НП-90 аксіально-плунжерний, регульований, реверсивний, має робочий об’єм від 0 до 89 см3 і максимальний тиск на виході 32 МПа. Будова його та-

ка. Блок циліндрів 14 (рис.1.8) з дев'ятьма плунжерами 15 нерухомо закріплений на валу 16. До цього блока прикріплено диск розподільника, який щільно прилягає до іншого диска, нерухомо встановленого на кришці насоса. Коливна плита 18 з диском 19 може відхилятися від вертикального положення на кут +/- $18^0$ за допомогою гідро циліндрів 11 і 23. Керують гідро циліндрами золотником 22 розподільника. На корпусі аксіально-плунжерного насоса закріплено шестеренний підживлювальний насос 26 (робочий об'єм 18 $см^3$ і максимальний тиск 1,63 МПа), який приводиться в рух від вала 16 основного насоса. В корпусі підживлювального насоса змонтовано запобіжний клапан 10.

Для регулювання робочого об'єму і зміни напрямку потоку оливи нахиляють коливну плиту за допомогою важеля 20 розподільника. Цей важіль тягами з'єднаний з педалями, розміщеними в кабіні, а також із золотником 22 та коливною плитою 18.

Аксіально-плунжерний насос приводиться в дію від колінчастого вала дизеля карданним валом.

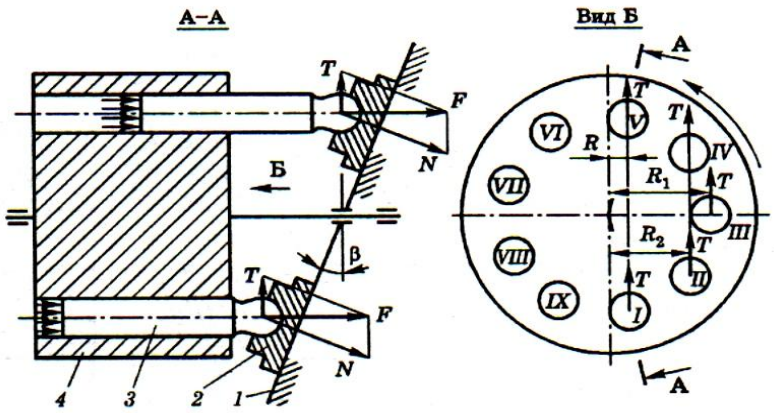
Принцип дії. Коли працює дизель і педаль керування золотником 22 перебуває в нейтральному положенні, а важіль 20 – у вертикальному, золотник також займає нейтральне положення. При цьому порожнини гідро циліндрів 11 і 23 роз'єднані з напірною лінією 24 підживлювального насоса і коливна плита встановлена у вертикальне положення. При обертанні вала 16 разом з ним обертається і блок циліндрів із плунжерами. Оскільки коливна плита знаходиться у вертикальному положенні, зворотно- поступальний рух плунжерів відсутній подача насоса дорівнює нулю. Підживлювальний насос, засмоктуючи оливу із бака 7, нагнітає її через зворотні клапани 25 і осьові канали плунжерів 15 в порожнини аксіально-плунжерних насоса і гідромотора. Якщо тиск у напірній лінії підживлювального насоса становить понад 1,47 – 1,63 МПа, спрацьовує запобіжний клапан 10 і олива зливається в порожнину корпусу насоса, а потім в радіатор 9 і бак 7.

При відхилені важеля 20 вліво за допомогою педалі керування золотник зміститься вправо. Завдяки цьому олива від підживлювального насоса спрямовується в порожнину нижнього гідро циліндра 11 по каналу 17. Поршень гідро циліндра

зміститься вліво і, діючи на коливну плиту 18, нахилить її вправо. Як тільки закінчиться дія на важіль 20, золотник повернеться у вихідне (нейтральне) положення завдяки диференціальному важелю 21. Подача оливи в порожнину гідроциліндра припиниться, коливна шайба і педаль керування золотником залишається в заданому положенні. У цьому разі виникає зворотно-поступальний рух плунжерів, а отже, здійснюється всмоктування і нагнітання оливи.

При зміні нахилу коливної плити у протилежній бік від вертикальної лінії потік оливи від насоса змінюється на зворотний.

Аксіально-плунжерний гідромотор МП-90 (робочий об'єм 89 $см^3$, максимальний тиск 32 МПа, реверсивний, нерегульований) за конструкцією і геометричними розмірами такий самий, як і аксіально-плунжерний насос ПН-90. Відмінність полягає в тому, що в ньому похилий диск (плита) встановлений нерухомо під кутом $18^0$ до вертикальної лінії. Крім цього, до гідромотора приєднано клапанну коробку з двома запобіжними клапанами 4 непрямої дії, переливним 28 та шунтувальним 6 клапанами.



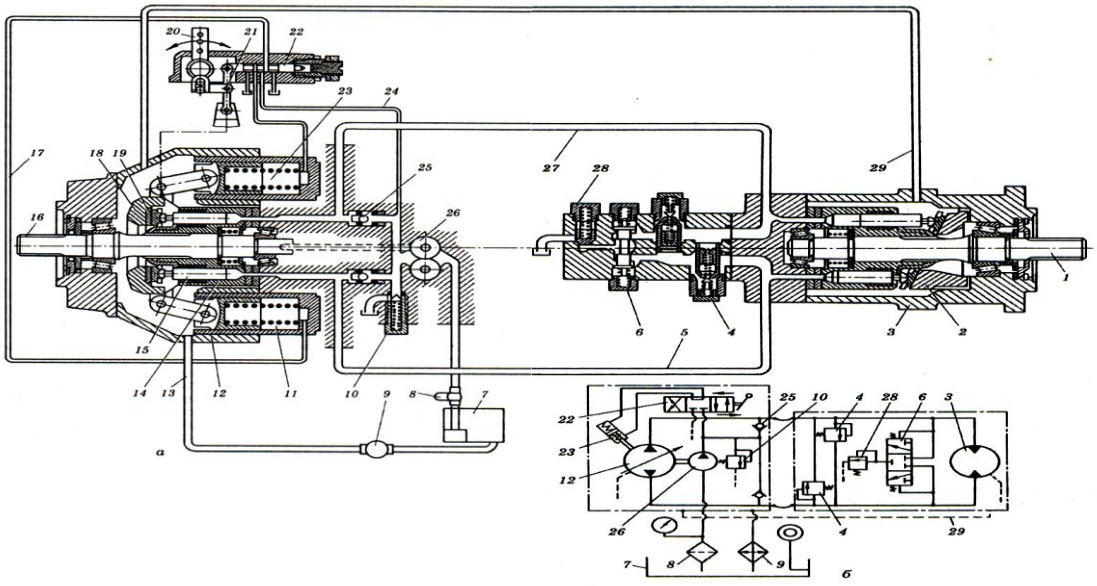

1 - похилий диск; 2 - башмак; 3 - плунжер; 4 - блок циліндрів

Рисунок 1.6 - Схема роботи аксіально-плунжерного гідромотора з похилим

Принцип дії. При подачі оливи від насоса, наприклад, у праву порожнину блока 4 (див. рис.1.6) гідромотора під плунжери 3 (положення I-V), завдяки тиску оливи на них виникає осьове зусилля F. Оскільки диск 1 відхилений від вертикальної осі на кут, в шарнірах башмаків 2 плунжерів виникає нормальна сила N тангенціальна T, тобто сила F розкладається на дві складові сили N і T. Тангенціаль-

на сила Т через плече спричинює обертовий рух блока циліндрів навколо точки О проти стрілки годинника. При цьому плунжери башмаками ковзають по похилому диску, притискуючись до нього силою N.

Якщо олива від насоса надходить під плунжери, розміщені в положеннях VI – IX блок циліндрів обертатиметься у протилежному напрямку, тобто за стрілкою годинника. При нагнітанні оливи під плунжери 11 (див. рис.1.7) золотник 2 шунтувального клапана зміщується вниз і сполучає зливну лінію 13 гідромотора (в цьому разі вона всмоктувальна аксіально-плунжерного насоса) з каналом 20 переливного клапана 1. У разі надмірного тиску в напірній лінії 10 (вал гідромотора заклинений) спрацьовує нижній запобіжний клапан 15 і олива може надходити до каналу 20 і в лінію 13 аксіально-плунжерного насоса.



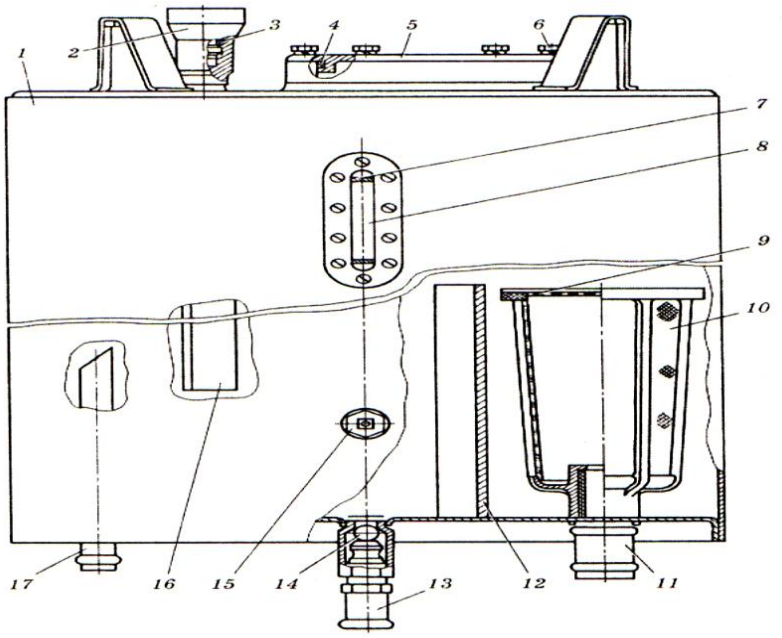
1- вал гідромотора; 2 - похила нерухома плита; 3 - гідромотор; 4 - запобіжний клапан лінії високого тиску; 5 і 27 - трубопроводи; 6 - шунтувальний клапан; 7 - бак; 8 - фільтр; 9 - радіатор; 10 - запобіжний клапан підживлювального насоса; 11 і 23 - гідроциліндри; 12 - насос; 13 - зливна лінія; 14 - блок циліндрів; 15 - плунжер; 16 - вал насоса; 17 - канал; 18 - коливна плита; 19 - диск; 20 - важіль; 21 - диференціальний важіль; 22 - золотник; 24 - напірна лінія підживлювального насоса; 25 - зворотний клапан; 26 - підживлювальний насос; 28 - переливний клапан; 29 - тренажерний трубопровід.

Рисунок 1.7 - Конструктивна (а) і принципова (б) схеми гідроприводу ведучих коліс комбайна КСК-100А

Якщо тиск в каналі перевищує 1,0 – 1,27 МПа, переливний клапан 1 закривається і олива зливається в порожнину 21 корпусу гідромотора, а далі по дренажному трубопроводу і порожнині насоса потрапляє в радіатор та бак. Таким чином, нагріта олива спрямовується на охолодження, а підживлювальним насосом засмоктується свіжа з бака. При реверсуванні потоку оливи лінія 13 буде напірна, а 10 – зливна, золотник шунтувального клапана зміститься вгору, в роботу вступить верхній запобіжний клапан.

### 4.3. Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна РСМ-10 «Дон-1500»

Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна РСМ-10 «Дон-1500» виконаний за такою схемою, як у комбайна КСК-100А. Відмінність лише в тому, що на комбайні РСМ-10 встановлено аксіально-плунжерний насос правого обертання і привід його здійснюється клинопасовою передачею. Керування аксіально-плунжерним насосом – рукояткою, а не педалями. Є незначна відмінність у конструкції бака і радіатора.




1 - корпус; 2 - сапун; 3 і 4 - ущільнювальні кільця; 5 - кришка; 6 - болт; 7 - верхня позначка покажчика рівня оливи; 8 - покажчик рівня оливи; 9 - сітка; 10 - повітровідокремлювач; 11 - наконечник для сполучення з всмоктуваною лінією насоса; 12 і 16 - перегородки; 13 - штуцер зливного отвору; 14 - кулька; 15 - датчик температури оливи; 17 - наконечник сполучення із зливною лінією гідроприводу



Рисунок 1.8 - Бак гідроприводу ведучих коліс комбайна «Дон-1500”

Бак має корпус 1 (рис 1.9) зварної конструкції місткістю 25 л. В передній його частині встановлено покажчик 8 рівня оливи з верхньою і нижньою позначками та датчик температури 15. Зверху корпусу бака розміщений сапун 2, який забезпечує постійний атмосферний тиск всередині бака. В нижній частині корпусу бака вварені наконечники 17 і 11. Перший з них призначений для сполучення із зливною лінією гідроприводу, а другий – із всмоктувальною лінією насоса. Зливають оливу із бака (при його зміні) через штуцер 13, при відкручуванні якого кулька 14 відкриває зливний отвір.

Всередині бака розміщені перегородки 12 і 16 та повітровідокремлювач 10. Перегородки змінюють напрямок потоку оливи. Повітровідокремлювач має сітчасту поверхню, завдяки якій бульбашки повітря затримуються при засмоктуванні оливи насосом.

Бак встановлено на передній панелі каркаса зернового бункера. Фільтр забезпечує тонкість фільтрації оливи 10 мкм. Його встановлено на всмоктувальному трубопроводі підживлювального насоса і закріплено на передній панелі каркаса бункера поряд з баком основного гідроприводу. Фільтрувальний елемент паперовий.

Його замінюють, якщо розрідження у всмоктувальному трубопроводі перевищує 0,025 МПа. Розрідження контролюється вакуумметром, встановленим на корпусі фільтра.

Радіатор забезпечує охолодження оливи, що надходить із корпусів насоса і гідромотора після спрацювання запобіжних і переливного клапанів. Він має вигляд теплообмінних трубок, по яких проходить олива. Трубки охолоджуються повітряним потоком від вентилятора. Цей самий потік спрямовується і на насос. Вентилятор встановлено на проміжному валу приводу насоса.

Радіатор розміщений автономно на задній площадці обслуговування поряд з баками гідроприводів.

### 4.4. Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич»

Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» виконаний за такою схемою, як у комбайна РСМ-10. Технічні дані дещо інші.

ГВК складається з аксіально-плунжерного насоса *НА* (рис. 1.10) НП-112-1-00.00Л, вал якого одним кінцем з'єднаний через карданний вал з колінчастим валом дизеля, а другий – з валом підживлювального шестеренного насоса, встановленого на фланці насоса *НА*; аксіально-плунжерного реверсивного нерегульованого гідромотора *М* МП-112-1-00.000, який передає крутний момент на ведучі колеса через з'єднувальну муфту, коробку діапазонів і циліндричну зубчасту передачу диференціала ведучого моста і розміщений на коробці діапазонів; клапанної коробки *КК*1 НП-90-02-000, встановленої на гідромоторі *М*. Вона має два запобіжних клапани великого тиску непрямої лінії дії *ЗКВ*1 і *ЗКВ*2, гідрозподільник *Г*З з переливним клапаном *ПК;* зовнішньої пів муфти *ПМ*7 Н.036.67.100 для заправки гідроприводу; фільтра *ФЗ* ФВ10-00.000 з вакуумметром; теплообмінного апарата *АТ*. ГВК використовує загальний бак *БЗ* усього гідроприводу комбайна.

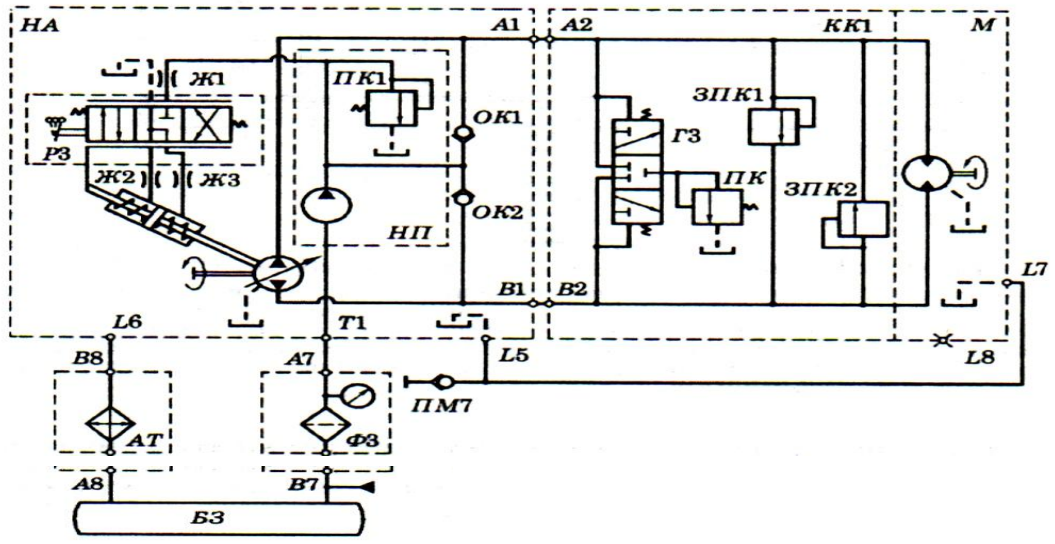
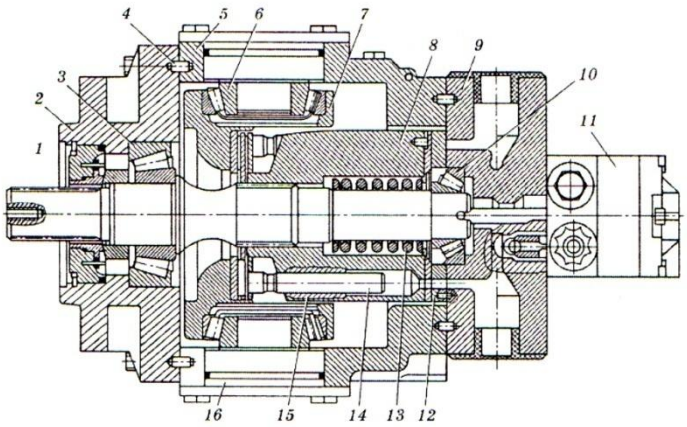



Рисунок 1.9 - Принципова схема гідроприводу ведучих коліс зернозбирального комбайна КЗС-9-1 "Славутич"




1 - вал; 2, 9 - фланці; 3, 6, 10 - конічні роликопідшипники; 4 - штифт; 5 - корпус; 7 - люлька; 8 - блок циліндрів; 11- підживлювальний насос; 12 - торцевий розподільник; 13 - пружина; 14 - плунжер; 15 - гільза; 16 - піввісь

Насос НП-112 і гідромотор МП-112 мають аналогічну конструкцію. У насоса люлька (похилий диск) рухома і може нахилятись для зміни робочого об'єму і напрямку потоку рідини, а у гідромотора люлька нерухома, встановлена на постійне значення робочого об'єму 110 – 112 см$^3$.

Насос НП-112 складається з корпусу 5 (1.11). закритого з обох боків фланцями 2 і 9. Центрування фланців забезпечується штифтами 4. У розточках фланців на конічних роликових підшипниках встановлено вал 1, який приводить в обертальний рух через

шліцьове з'єднання блок циліндрів 8 і підживлювальний насос 11. В отворах блока циліндрів у гільзах 15 розміщені плунжери 14, з'єднані шаровими опорами з башмаками, що ковзають по плоскій робочій поверхні люльки 7. Остання змонтована на підшипниках 6, встановлених на півосях 16, розміщених у корпусі 5 насоса.

Принцип дії ГВК комбайна КЗС-9-1 аналогічний принципу дії ГВК комбайна КСК-100А (див. рис.1.9,1.11).

### 4.5. Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна КЗС-1580 «Лан»

Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна КЗС-1580 «Лан» має аксіально-плунжерний регульований насос НП-112 та нерегульований гідромотор МП-112, як і в комбайні КЗС-9-1.

Для гідроприводу комбайна КЗС-1580 характерним є те, що він складається з таких незалежних гідроприводів: головного з двома шестеренними насосами (робочий об'єм 20 та 12 см$^3$); рульового керування з одним шестерним насосом (6см$^3$)

і гідроприводу ведучих коліс (при комплектації «Гідросила» - АТ – «Левада»). Три секції шестеренних насосів розміщені співвісно з аксіально-плунжерним насосом і жорстко закріплені на корпусі останнього так, що частота обертання валів усіх чотирьох насосів однакова, а працюють вони синхронно з колінчастим валом дизеля.

Гідробак має два ізольованих відсіки: один – об'ємом 20 л –для системи шестеренних насосів; другий - об'ємом 60 л – для ГВК. Проте робочі рідини в них однакові: олива марки А або МГЄ-46В.

Номінальна тонкість фільтрації оливи у ГВК не більше як 10 мкм, у системи шестеренних насосів – не більше як 25 мкм.

### 4.6. Гідроприводи ведучих коліс коренезбиральної машини КС-6Б, картоплезбирального комбайна КСК-4, кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6, косарки-плющилки КПС-5Г

Гідроприводи ведучих коліс коренезбиральної машини КС-6Б, картоплезбирального комбайна КСК-4, кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6, косарки-плющилки КПС-5Г оснащені насосами НП-90 і гідромотором МП-90 (ГСТ-90), як і комбайни КСК-100 та РСМ-10.

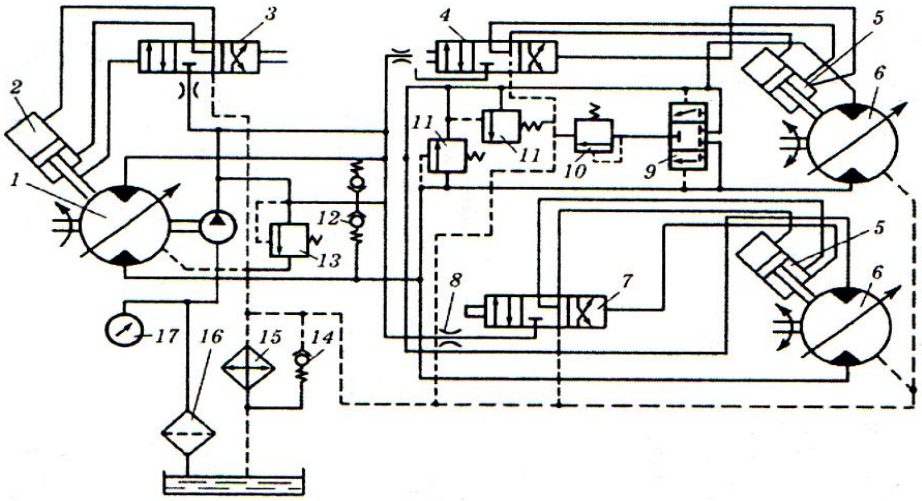
Привід насоса у КПС-5Г здійснюється від дизеля через головну коробку, на якій він змонтований. Керування насоса – рукояткою.

Привід насоса у машини КС-6Б, КСК-4, КСКУ-6 від колінчастого вала дизеля через карданну передачу, керування насосом – педалями.

Розглянуті вище ГВК двома шинні, з регульованим насосом і нерегульованим гідромотором, з коробкою діапазонів і диференціалом.

Гідропривід ведучих коліс зернозбирального комбайна Е-516 (Німеччина) три машинний. В такому ГВК немає механічних агрегатів, маса яких приблизно втричі за масу деталей, встановлених у ГВК двома шинному. Крім цього, завдяки зниженню швидкісного режиму гідромоторів і зменшенню кількості механічних передач дещо підвищується ККД.

Принципову схему ГВК Е-516 наведено на рис. 1.12.




1 - регульований насос; 2, 5 - гідро циліндри; 3 - розподільники керування гідромоторами; 6 - регульовані реверсивні гідромотори; 8—дросель; 10, 11, 13 - запобіжні клапани;12 - блок зворотних клапанів;14 - зворотний клапан; 15 - охолоджувач; 16 - фільтр; 17 - вакуумметр; 18 - підживлювальний насос.

Рисунок 1.10 - Принципова схема тримашинного гідроприводу ведучих коліс зернозбирального комбайна Е-516

Аксіально-плунжерний насос 1 регульований реверсивний приводиться в рух від колінчастого вала дизеля. Від вала цього насоса приводиться підживлювальний насос 18, який спрямовує рідину через блок зворотних клапанів 12 в лінію низького тиску Насос 1 нагнітає рідину до регульованих гідромоторів 6, встановлених безпосередньо у ведучих колесах. Швидкість гідромоторів регулюють зміною робочих об’ємів гідромашин 1 і 6 гідроциліндрами 2, 5 та розподільниками 3, 4, 7.

Застосування три машинної схеми дає можливість вилучити із ГВК коробку діапазонів, заданий міст та диференціал, що підвищує надійність ходової частини комбайна.

**Контрольні запитання.**

1. Для чого призначений гідропривід ведучих коліс комбайна?
2. Чому фільтр у ГСТ-90 установлений на усмоктування?
3. Призначення і пристрій системи підживлення ГСТ-90
4. Призначення і пристрій системи керування ГСТ-90.
5. Для чого призначена дренажна система ГСТ-90
6. Як і для чого забезпечується гідростатичне розвантаження пар тертя “п'ята плунжера – коса шайба” і “дно – розподільник”?
7. Як забезпечити нульову продуктивність трансмісії?
8. Призначення і будова основної системи ГСТ.
9. Як регулюється швидкість руху комбайна і чим вона обмежена?
10. Чому не можна без зупинки змінити напрямок руху комбайна?
11. Як встановлюється похила шайба насоса при відсутності зусилля на важелі керування?
12. Чому не можна ДВЗ комбайна, на якому встановлена ГСТ-90, запустити з буксира?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

## ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ГІДРООБ’ЄМНОГО РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ

**Мета роботи**: Вивчити призначення, будову і принцип дії гідрооб'ємного рульового керування сільськогосподарської техніки.

## 1. ВКАЗІВКИ ПО ПІДГОТОВЦІ ДО РОБОТИ.

### 1.1.Завдання для самостійної підготовки.

Вивчити: призначення, пристрій гідроприводу об'ємного рульового керування.

1.2.**Питання для самоперевірки**:

— призначення гідрооб’ємного рульового керування (ГОРК);

— з яких елементів складається гідропривід ГОРК;

**Рекомендована література**


1. Кальбус Г.Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов в вопросах и ответах. – 3-е изд. перер. и доп. – К.: Урожай, 1990, – 216 с., ил.
2. Песков Ю.А. и др. Зерноуборочные комбайны “Дон”.М.: Агропромиздат, 1986, – 221 с.
3. Конспект лекцій.


## 2. ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ РОБОТИ.

### 2.1. Програма роботи.

2.1.1. Вивчити принцип дії гідрооб'ємного привода рульового керування на прикладі ГОРК трактора МТЗ-100 та комбайнів Дон-1500 і СК-5 “Нива”.

2.1.2. Вивчити призначення окремих елементів гідроприводу, що входять до ГОРК.

## 3. ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ.

3.1. Зміст звіту:

3.1.1. Накреслити принципову схему гідрооб'ємного рульового керування трактора МТЗ-100.

3.1.2. Накреслити принципову схему гідрооб'ємного рульового керування комбайнів Дон-1500 і СК-5 “Нива”.

## 4 Гідропривід рульових керувань

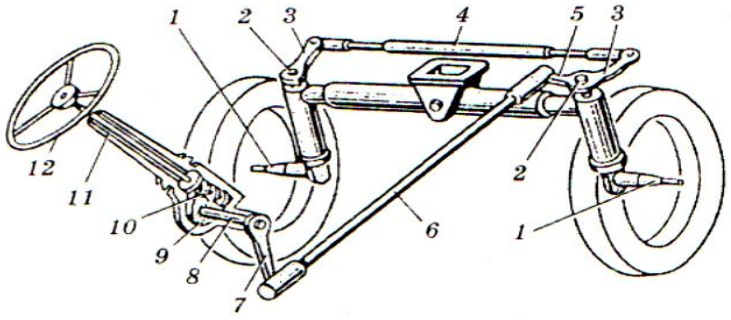
### 4.1 Загальні відомості г ідроприводу рульового керування

Рульове керування призначене для зміни і підтримування постійного напрямку руху колісних машин.

Поворот колісних машин здійснюється або зміною напрямку руху напрямних коліс (передніх чи задніх), або зміною положення однієї частини рами (напіврами) відносно іншої.

Рульове значення, як правило складається з рульового приводу і рульового механізму.

Рульовий привід має рульове колесо 12 (рис. 2.1) з валом, рульову сошку 7, поздовжню тягу 6, поворотний важіль 5 та рульову трапецію (поперечна тяга 4 й рульові важелі 3). Важелі 3 жорстко з'єднані зі шворнями 2, а останні – з цапфами 1 коліс.




1 - цапфа; 2 - шворні; 3 - рульові важелі; 4 - поперечна тяга; 5 - поворотний важіль; 6 - поздовжня тяга; 7 - сошка; 8 - вал сошки; 9 - сектор (ролик); 10 - черв'як (гвинт); 11 - рульовий вал; 12 - рульове колесо.

Рисунок 4.1 - Рульове керування колісних машин з механічним приводом

Рульовий механізм складається із черв'яка 10, котрий знаходиться в зачепленні із сектором 9 (роликом тощо) і вала 8 рульової сошки.

Під час обертання рульового колеса черв'як, обертаючись, провертає сектор, а одночасно і вал сошки. Остання, провертаючись, переміщує поздовжню тягу 6, та через трапецію повертає напрямні колеса. Такі рульові приводи називають механічними.

Для полегшення повороту машин і поліпшення їх маневреності використовують гідроприводи рульових керувань: гідромеханічні та гідрооб`ємні.

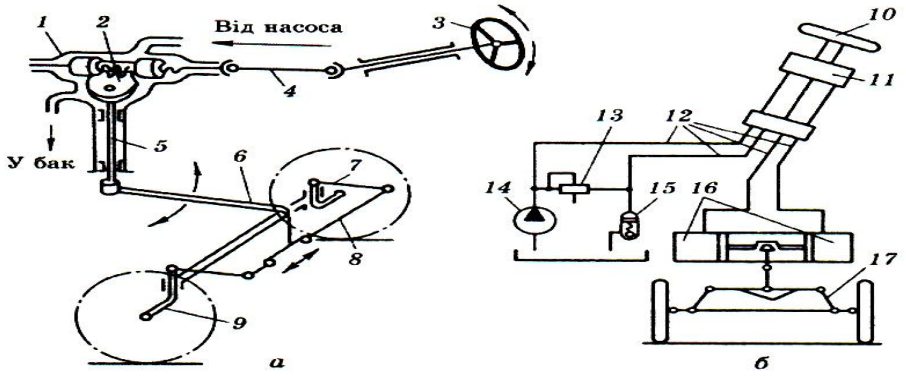
В гідромеханічних рульових керуваннях зусилля на сошці 6 (рис. 2.2,а) здійснюється не за рахунок мускульної сили оператора, а за рахунок тиску рідини, що створює насос, тобто, завдяки гідропідсилювачу 1.

За використанням насоса гідропідсилювачі бувають автономної дії, коли насос живить тільки гідропривід рульового керування, та сумісної дії, коли живляться й інші споживачі.

За використанням механічного приводу, як дублюючого, розрізняють схеми, які дають змогу використовувати механічний привід при непрацюючому дизелі (або при відмові гідро підсилювача), та ті, що виключають таку можливість. До перших належать машини з передніми або задніми напрямними колесами, до других – із шарнірно з'єднаною рамою, наприклад, трактори типу К-701 тощо).

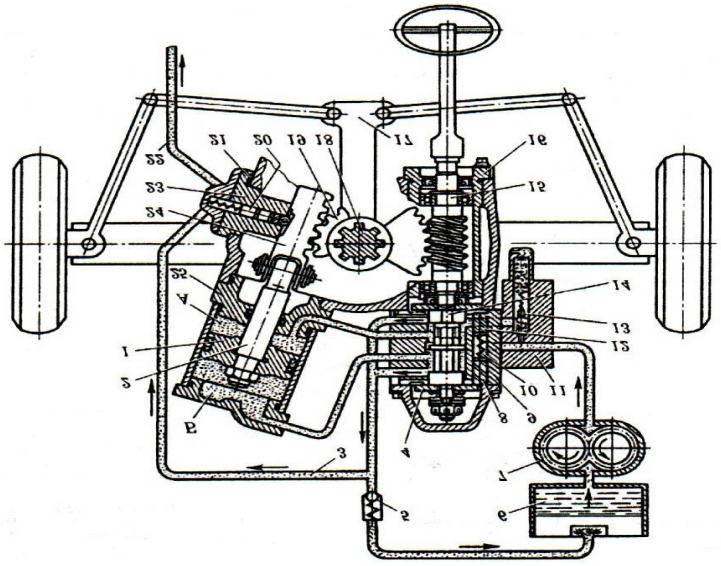
Гідромеханічні рульові керування або, як їх називають ще, рульові керування з гідро підсилювачами переважно застосовують на тракторах і автомобілях. Застосували такі керування і на зернозбиральних комбайнах СК-3, СК-4.

Гідромеханічні рульові керування забезпечують поворот колісних машин зміною напрямку руху напрямних коліс, наприклад, трактори МТЗ-80 s МТЗ-82, та зміною положення однієї частини рами (напіврами) трактора відносно іншої, наприклад трактори типу К-701 тощо, тобто в яких використані колеса великих розмірів.




а - з гідропідсилювачем; б - гідрооб`ємне (ГОРК); 1 - гідропідсилювач; 2 - рульовий механізм; 3, 10 - рульове колесо; 4 - карданна передача; 5 - поворотний вал; 6 - сошка; 7 - рульові важелі; 8 - поперечна тяга трапеції; 9 - цапфа колеса; 11 - насос-дозатор; 12 - гідроприводи; 13 - запобіжний клапан; 14 - насос; 15 - гідроакумулятор; 16 - гідроцилінди; 17 - рульова трапеція.

Рисунок 4.2 - Типи рульових керувань з гідроприводом



1 - поршень; 2 - шток; 3,22 - гідроприводи; 4 - опорна шайба; 5 - клапан; 6 - гідробак; 7 - насос; 8 і 12 - повзуни; 9 - гідророзподільник; 10 - пружина; 11 - кришка клапана; 13 - запобіжний клапан; 14 - золотник; 15 - черв'як; 16 - регульована втулка; 17 - сошка; 18 - поворотний вал; 19 - сектор; 20 - золотник датчики блокування; 21 - регульовані прокладки; 26 - упор рейки; 24 - рейка; 25 - гідроциліндр; А і Б - порожнини гідроциліндра.

Рисунок 4.3 - Схема гідромеханічного керування тракторів МТЗ-80 і МТЗ-82

У гідрооб`ємному рульовому керуванні (ГОРК) відсутній механічний зв'язок: рульове колесо 10 – трапеція 17 напрямних коліс (див. рис. 2.2, б).

### 4.2. Гідрооб`ємні рульові керування (ГОРК)

Гідрооб`ємні рульові керування (ГОРК) широко застосовують у самохідних сільськогосподарських машинах, а останнім часом і в тракторах.

*Принцип дії.* При працюючому дизелі (шестеренний насос 14 працює, див. рис. 2.2, б) рульове колесо 10 оператор не обертає, золотник розподільника знаходиться в нейтральному положенні, олива від шестеренного насоса надходить до

насоса-дозатора 11, а від нього до гідроакумулятора 15 (якщо такий є) і далі у гідробак. Порожнини гідроциліндрів 16 заперті поясками розподільника.

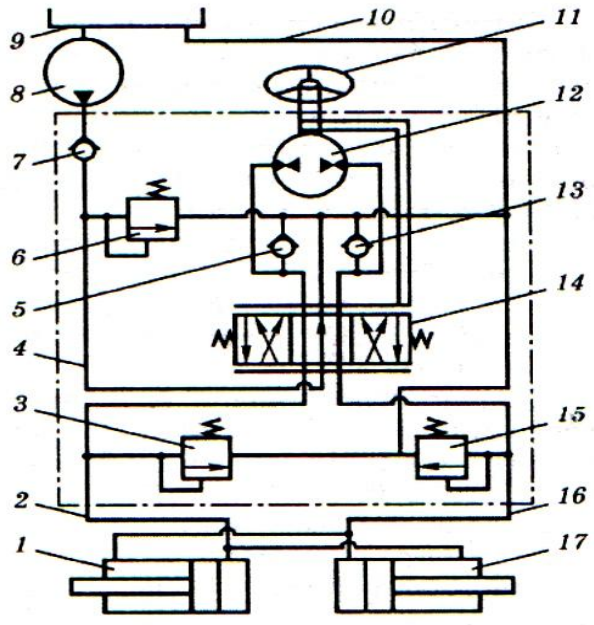
При обертанні рульового колеса золотник розподільника насоса-дозатора зміщується, забезпечуючи подачу оливи під тиском від шестеренного насоса у відповідну порожнину гідро циліндра, пропорційно куту повороту рульового колеса. Шток поршня, котрий механічно шарнірно з'єднаний з рульовою трапецією 17 напрямних коліс, рухаючись незначне.

Коли дизель не працює, а оператор обертає рульове колесо, насос-дозатор працює в режимі насоса, перекачуючи оливу у відповідну порожнину гідроциліндра, напрямні колеса повертаються. Зусилля на рульовому колесі значне.

Докладніше будову і принцип дії ГОРК окремих самохідних сільськогосподарських машин і тракторів наведено нижче.

### 4.3. Гідропривід рульового керування кормозбирального комбайна КСК-100А

Гідропривід рульового керування кормозбирального комбайна КСК-100А складається із бака (права секція), шестеренного насоса НШ-10Е-Л, планетарного насоса-дозатора типу ХУ-85 (виробництва Болгарії) з дроселювальним розподільником, запобіжними і зворотними клапанами, що розміщені в єдиному блоці, дв




та комплекту трубопроводів.
1 і 17 - гідроциліндри:; 2 і 16 - гідролінії гідроциліндрів; 3 і 15 - запобіжні клапани прямої дії гідроциліндрів; 4 - нагнітальна лінія шестеренного насоса 4, 5, 7 і 13 - зворотні клапани; 6 - запобіжний клапан непрямої дії гідроприводу; 8 - насос НШ-10Е-Л; 9 - бак; 10 - зливна лінія; 11 - рульове колесо; 12 - насос-дозатор ХУ-85 14 - дроселювальний розподільник.

Рисунок 4.4 - Принципова схема гідроприводу рульового керування комбайна КСК-100А

Прямолінійному переміщенню машини відповідає рух оливи по такій лінії: бак *9* (рис. 2.8) — шестеренний насос *8* — зворотний клапан 7 — нагнітальна лінія *4* — дроселювальний розподільник *14*— зливна лінія *10* — бак. При цьому лінії *2 і 16* порожнин гідроциліндрів *1 і 17* роз'єднані із зливною лінією завдяки зворотним клапанам 5 та *13* і олива утримує задане положення поршнів, а через них — керовані колеса комбайна.

При працюючому шестеренному насосі і обертанні рульового колеса 11 за стрілкою годинника (чи проти) приблизно на кут 6° золотник дроселювального розподільника *14* зміститься, наприклад, вправо. При цьому олива від шестеренного насоса надходить справа до насоса-дозатора і його сателіт починає обертатися в режимі гідромотора. Із насоса-дозатора олива під тиском надходить у поршневу порожнину гідроциліндра I, а з штокової порожнини цього циліндра у поршневу гідро¬циліндра 17. Із штокової порожнини цього гідроциліндра олива витісняється по лінії 2 через золотник, лінію 10 і в бак. При надходженні в гідроциліндри дозованої кількості оливи, що дорівнює добутку робочого об'єму насоса-дозатора на кут повороту рульового колеса, поршні гідроциліндрів перемішуються на певну величину, повертаючи керовані колеса. Якщо припинити обертати рульове колесо, золотник дроселювального розподільника повернеться у нейтральне положення.

При повторному повороті рульового колеса описаний процес повториться. Золотник, обертаючись, безперервно «стежить» за обертанням вхідного вала насоса дозатора.

Якщо обертати рульове колесо при положенні керованих коліс в упорі, то олива перепускатиметься запобіжним клапаном 6 (тиск спрацювання 10 МПа). При зустрічі керованих коліс з перешкодами дороги сила опору збільшиться, в порожнинах гідроциліндрів створюється підвищений тиск, який обмежується запобіжними клапанами прямої дії 3 і 15, відрегульованими на тиск 10 МПа.

У разі аварійної відмови дизеля чи насоса НШ-10Е-Л рульове керування автоматично переключається на ручний режим роботи, тобто під дією зусилля оператора насос-дозатор нагнітає оливу в гідроциліндри. Олива надходить в насос-

дозатор із зливної лінії 10 через зворотні клапани 5 або 13, а також з певних порожнин гідроциліндрів. Зворотний клапан 7 при цьому запирається і перекриває надходження оливи до насоса НШ-10Е-Л.

### 4.4. Гідропривід рульового керування зернозбирального комбайна «Дон-1500»

Гідропривід рульового керування зернозбирального комбайна «Дон-1500» складається з бака, шестеренного насоса, запобіжного клапана, підсилювача потоку, насоса-дозатора, двох гідроциліндрів і системи трубопроводів.

Бак такий самий, що і в основному гідроприводі. Запобіжний клапан за будовою та принципом дії такий, як і основного гідроприводу. Відмінність полягає в тому, що канал керування заглушений. Тому він працює лише в режимі запобіжного клапана непрямої дії. Тиск регулювання клапана становить 12,5 МПа.

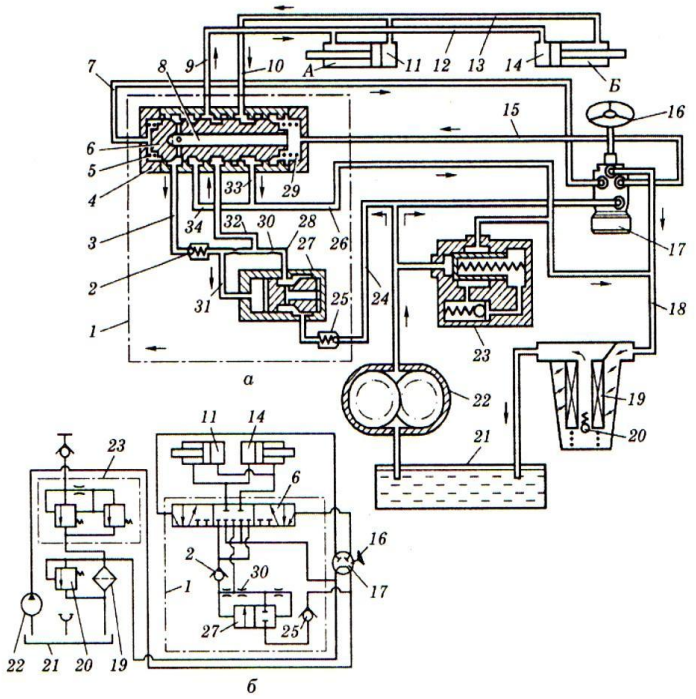
Шестеренний насос НШ-10-Е-З має робочий об'єм 10 $см^3$, об'ємну подачу 21 л/хв, тиск 16 МПа. Привід насоса здійснюється через шестерню, яка входить в зачеплення з розподільною шестернею дизеля.

Підсилювач потоку УП-120 пропорційно збільшує потік оливи від насоса-дозатора до гідроциліндрів керування напрямними колесами з метою зменшення зусилля на рульовому колесі і посилення дії всієї системи. Він складається із розподільника з циліндричним золотником, двох зворотних клапанів і запірного клапана.

За допомогою золотника здійснюється запирання порожнин гідроциліндрів, спрямування потоку оливи в певні порожнини від шестеренного насоса або сполучення порожнин гідроциліндрів із зливною лінією. Змішується золотник вправо чи вліво завдяки тиску потоку оливи від насоса-дозатора.

Насос-дозатор НД-80 з робочим об'ємом 80 $см^3$ поршневого (кулькового) типу забезпечує керування гідроциліндрами коліс (поворот комбайна) за непрацюючого дизеля. Коли ж дизель працює (шестеренний насос нагнітає оливу в

гідропривід), завдяки тиску потоку оливи від насоса-дозатора зміщується золотник розподільника і запірний клапан підсилювача потоку. Внаслідок цього напірна лінія шестеренного насоса сполучається з порожнинами гідроциліндра, а інші порожнини — із зливною лінією. Поршневі гідроциліндри гідроприводу — двобічної дії, звичайної конструкції, як і в основному гідроприводі.




а - конструктивна схема; б – принципова схема; 1 - підсилювач потоку; 2 і 25 - зворотні клапани; 3, 26, 28, 31, 32, 33 і 34 - канали; 4 - корпус розподільника; 5 і 29 - пружини; 6 - золотник; 7, 9, 10, 12, 13, 15, 18 і 24 - трубопроводи; 8 - осьовий канал золотника; 11, 14, А, Б - порожнини гідро циліндра; 16 - рульове колесо; 17 - насос-дозатор; 19 - фільтр; 20 - запобіжний клапан фільтра; 21 - бак; 22 - шестеренний насос; 23 - запобіжний клапан гідроприводу; 27 - запірний клапан; 30 - дросель.

Рисунок 4.5 - Схема дії гідроприводу рульвого керування комбайна “Дон-1500”

*Принцип дії.* При обертанні рульового колеса *16* (рис. 2.11) вправо олива під тиском подається насосом-дозатором 17 по трубопроводу *15* у корпус *4* розподільника і зміщує його золотник *6* вліво. При цьому осьовий канал золотника *8* через радіальні отвори сполучається із каналом *3.* Олива під тиском потоку від насоса-дозатора відтискує кульку зворотного клапана *2* і по каналу *31* надходить до запірного клапана *27* та зміщує його золотник вправо. Канал *28* і трубопровід *24* сполучаються. Олива, що нагнітається шестеренним насосом

*22,* надходить до зворотного клапана *25* і відтискує його кульку. Далі спрямовується по каналах *28, 32* і трубопроводах *9 і 12* в порожнини *А і 14* гідроциліндрів.

За допомогою штоків поршнів гідроциліндрів напрямні колеса встановлюються в положення, що відповідає правому повороту комбайна. Олива з протилежних порожнин *11* і *Б* гідроциліндрів по трубопроводах *13, 10* через кільцеву виточку розподільника, по каналу *33* і трубопроводу *18* зливається в бак *21,* проходячи крізь фільтр *19.*

Якщо рульове колесо *16* обертають вліво, олива насосом-дозатором I 7 подається по трубопроводу 7 у корпус *4* розподільника. Золотник ***6*** змішується вправо і олива під тиском потоку від насоса-дозатора спрямовується по каналу *3,* через зворотний клапан *2* і канал *31* до запірного клапана *27.* Його золотник змішується вправо і канал *28* та трубопровід *24* сполучаються. Олива від шестеренного насоса нагнітається по трубопроводу *24,* каналах *28, 32,* трубопроводу *10* в порожнини *11* і *Б* гідроциліндрів, а зливається із порожнин *А* і *14* по трубопроводу *9,* каналу *34* і трубопроводу *18.*

Як тільки припиниться дія на рульове колесо, золотник *6* завдяки пружинам *5* і *29* займе нейтральне положення. Буртики золотника перекривають канали, сполучені з трубопроводами *9* і *10,* і порожнини гідроциліндрів запираються (див. рис. 9.31, б). Також перекривається і канал *3.*

Кулька зворотного клапана *2* роз'єднує канали *3* і *31,* а золотник запірного клапана *27* — канал *28* та трубопровід *24.* Олива, що нагнітається шестеренним насосом, через зливний канал насоса-дозатора надходить по трубопроводу *18* у бак *21.*

Якщо дизель не працює (шестеренний насос не нагнітає оливи), насос-дозатор діє як ручний насос, тобто він засмоктує оливу із одних порожнин гідроциліндрів і нагнітає в інші, завдяки чому здійснюється поворот комбайна, але при цьому зусилля на рульовому колесі значне.

Так, якщо рульове колесо *16* (див. рис. 2.11, а) обертати вправо, олива під тиском подається по трубопроводу *15* у корпус *4* розподільника і змішує його зо-

лотник *6* вліво. Осьовий канал *8* золотника сполучає трубопровід *15* і канал *3*. Тоді олива по каналах *3* і *32* через кільцеву виточку золотника *6* надходить у трубопровід *9* і порожнини *А та 14* гідроциліндрів. З порожнин *11 і Б* олива засмоктується насосом-дозатором по трубопроводах *13, 10* у канал *33* і трубопровід *18.*

### 4.5. Гідропривід рульового керування зернозбирального комбайна КЗС-1580 «Лан»

Гідропривід рульового керування зернозбирального комбайна КЗС-1580 «Лан» може бути виконаний в комплектації «Гідросила» — АО «Левада» або «Маннесман».

Складові частини такого гідроприводу аналогічні гідроприводу рульового керування кормозбирального комбайна КСК-100А.

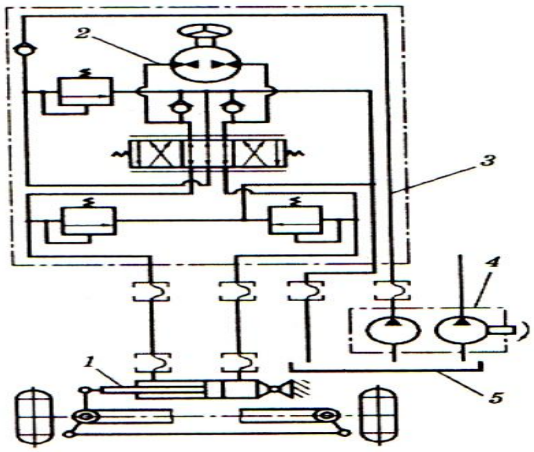
Особливістю гідроприводу комбайна КЗС-1580 є наявність манометра, охолоджувача робочої рідини та секції трисекційного шестеренного насоса з робочим об'ємом 4 або 5 $см^3$. Трисекційний насос приводиться в дію від вала аксіально-плунжерного насоса гідроприводу ведучих коліс.

В гідроприводі комплектації «Маннесман» використано два поршневі гідроциліндри ГЦ-262-63х25-250.00.000 (діаметр циліндра —63 мм, діаметр штока — 25 мм, хід поршня — 250 мм); в гідроприводі «Левада» — Щ-262-63х25-167.00.000.

Тиск спрацювання запобіжного клапан — 14 МПа, робочий об'єм насоса-дозатора (планетарного) — 160 $см^3$.

### 4.6. Гідропривід рульового керування самохідного шасі Т-16МГ

Гідропривід рульового керування самохідного шасі Т-16МГ (рис. 2.13) за принципом дії подібний гідроприводу рульового керування комбайна КСК-100.




1 - гідроциліндр Ц40х250-12; 2 - насос-дозатор ХУ-85-0/1; 3 - напірний гідропровід основного гідроприводу шасі; 4 - спарений шестеренний насос А25х3/А25х3; 5 - гідробак.

Рисунок 4.6 - Принципова схема гідроприводу рульового керування самохідного шасі Т-16МГ

Спарений шестеренний насос А25х3/А25х3 з частотою обертання 26,7 об/хв лівого обертання (виробництва Болгарії) забезпечує роботу двох незалежних гідроприводів: гідроприводу рульового керування та основного гідроприводу шасі (два гідроциліндри та гідророзподільник Р80-2/1-22).

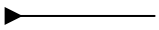
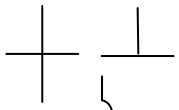
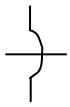
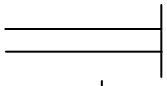
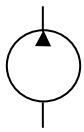
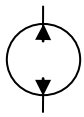
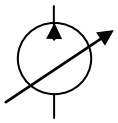
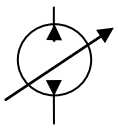
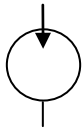
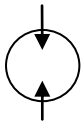
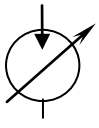
Насос-дозатор ХУ-85-0/1 (виробництва Болгарії) планетарного типу виконаний в одному блоці з розподільником і клапанами.

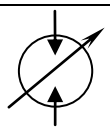
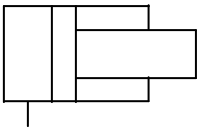
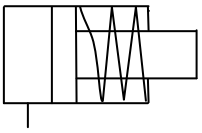
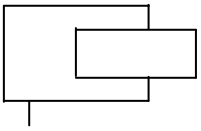
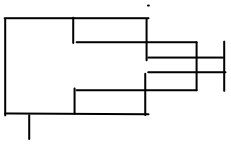
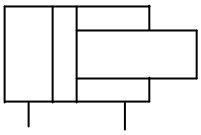
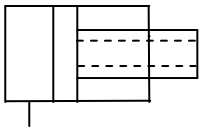
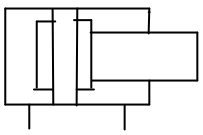
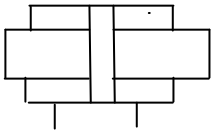
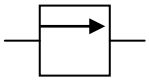
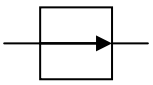
**Контрольні запитання**

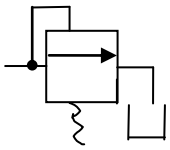
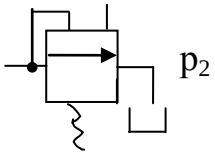
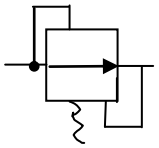
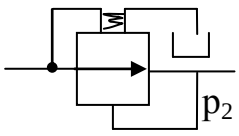
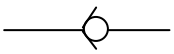
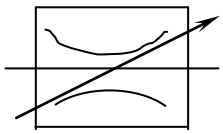
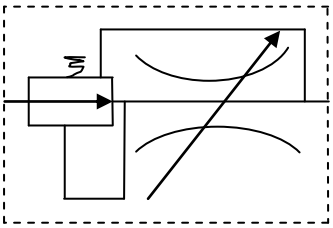
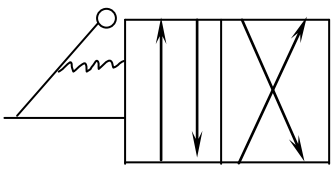
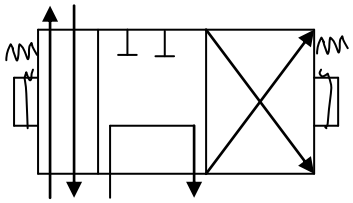
1. Призначення гідрооб'ємного рульового керування.
2. Порядок функціонування елементів ГОРК трактора МТЗ - 100.
3. Порядок функціонування елементів ГОРК комбайна ДОН - 1500.
4. Порядок функціонування елементів ГОРК комбайна СК-5 “Нива”.
5. Призначення і принцип дії насоса і дозатора
6. Призначення і принцип дії гідроакумулятора.
7. Призначення і принцип дії золотникового розподільника.
8. Призначення і принцип дії клапана підсилювача.

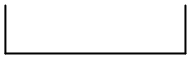
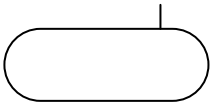
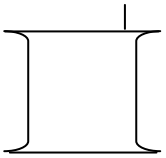
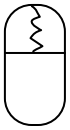
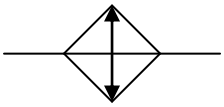
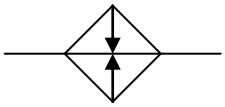
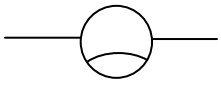
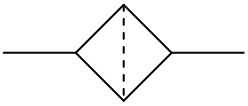
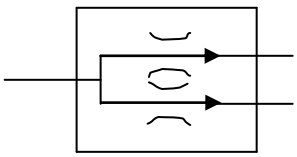
**Додаток А (дорадчий)**

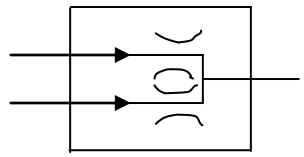
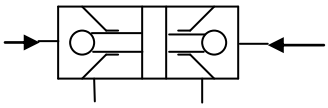
**Умовні позначення гідравлічних систем**

| Позначення | Назва |
|---|---|
| 1 | 2 |
| | **Принципіальні схеми**<br>**Лінії зв'язку ДСТ2.303-78(СТ СЭВ 1.78-78)** |
|  | Усмоктування, напір, злива |
|  | Керування |
|  | дренажні (відвід витоків) |
|  | підведення рідини під тиском |
|  | злив рідини із системи |
|  | з'єднання ліній зв'язку |
|  | перехрещування ліній зв'язку |
| | ліній зв'язку з указівкою місяця випуска повітря |
|  | кінець трубопровода з заглушкою |
| | **Насоси ДСТ 2.782-68** |
|  | нерегульований з одним напрямком потоку |
|  | нерегульований з двома напрямками потоку |
|  | регульований з одним напрямком потоку |
|  | регульований з двома напрямками потоку |
| | **Гідромотори ДСТ 2.782-68** |
|  | нерегульований з одним напрямком потоку |
|  | нерегульований з двома напрямками потоку |
|  | регульований з одним напрямком потоку |

| 1 | 2 |
|---|---|
|  | регульований з двома напрямками потоку |
| | поворотний гідродвигун |
| | **Силові циліндри ДСТ 2.782-68** |
|  | поршневий односторонньої дії |
|  | поршневий односторонньої дії з поверненням штока пружиною |
|  | плунжерний односторонньої дії |
|  | телескопічний односторонньої дії |
|  | поршневий двохсторонньої дії |
|  | поршневий двохсторонньої дії з підведенням рідини через шток |
|  | поршневий двохсторонньої дії з двохстороннім гальмуванням поршня в кінці ходу |
|  | поршневий двохсторонньої дії з двохстороннім штоком |
| | **Клапани регулювання тиску** |
|  | нормально закритий |
|  | нормально відкритий |

| 1 | 2 |
|---|---|
| | **Запобіжні клапани ДСТ 2.781-68** |
| $p_1$  | з власним керуванням |
| $p_1$  $p_2$ | з додатковим підведенням тиску від магістралі |
| $p_1$  $p_2$ | напірний підтримуючий перепад тисків $p_1 - p_2$ |
| $p_1$  $p_2$ | редукційний |
|  | зворотній без керування |
| | **Апарати регулювання потоку ДСТ 2.780-68** |
|  | дросель |
|  | дросель з регулятором тиску |
|  | розподільник двохпозиційний з фіксатором та ручним керуванням |
|  | розподільник трьохпозиційний з електромагнітним керуванням |

| 1 | 2 |
|---|---|
| | розподільник з електрогідравлічним керуванням |
| | **Кондиціонери робочої рідини і допоміжне гідрообладнання ДСТ 2.793-79** |
|  | бак відкритий під атмосферним тиском |
|  | бак закритий, з тиском вище атмосферного |
|  | бак закритий, з тиском нижче атмосферного |
|  | гідроакумулятор гідравлічний пружинний |
|  | охолоджувач |
|  | нагрівач |
| | запірний вентиль, кран |
| | манометр |
| | термометр |
|  | витратомір |
|  | фільтр |
|  | дільник потоку ДСТ 2.781-68 |

| 1 | 2 |
|---|---|
|  | суматор потоку |
| | гідрозамок односторонній |
|  | гідрозамок двосторонній |

## Література


1. Дидур В.А. и др. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов – М.: Агропромиздат, 1990. – 400 с.
2. Дидур В.А., Малый Ю.С. Эксплуатация гидроприводов сельскохозяйственных машин. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 127 с.
3. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. – М.: Машиносроение, 1982. – 423 с.
4. Никитин О.Ф., Холин К.М. Объёмные гидравлические и пневматические приводы. – М.: Машиносроение, 1981. – 269 с.
5. Осипов П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 424 с.
6. Ловкис З.В. Гидроприводы сельскохозяйственной техники: конструкция и расчёт. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
7. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. – М.: Машиносроение, 1979. – 232 с.
8. Кальбус Г.Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов в вопросах и ответах. К.: Урожай, 1990. – 216 с.
9. Коваленко В.П. Загрязнение и очистка нефтяных масел. – М.: Химия, 1978. – 304 с.