

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10**

**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

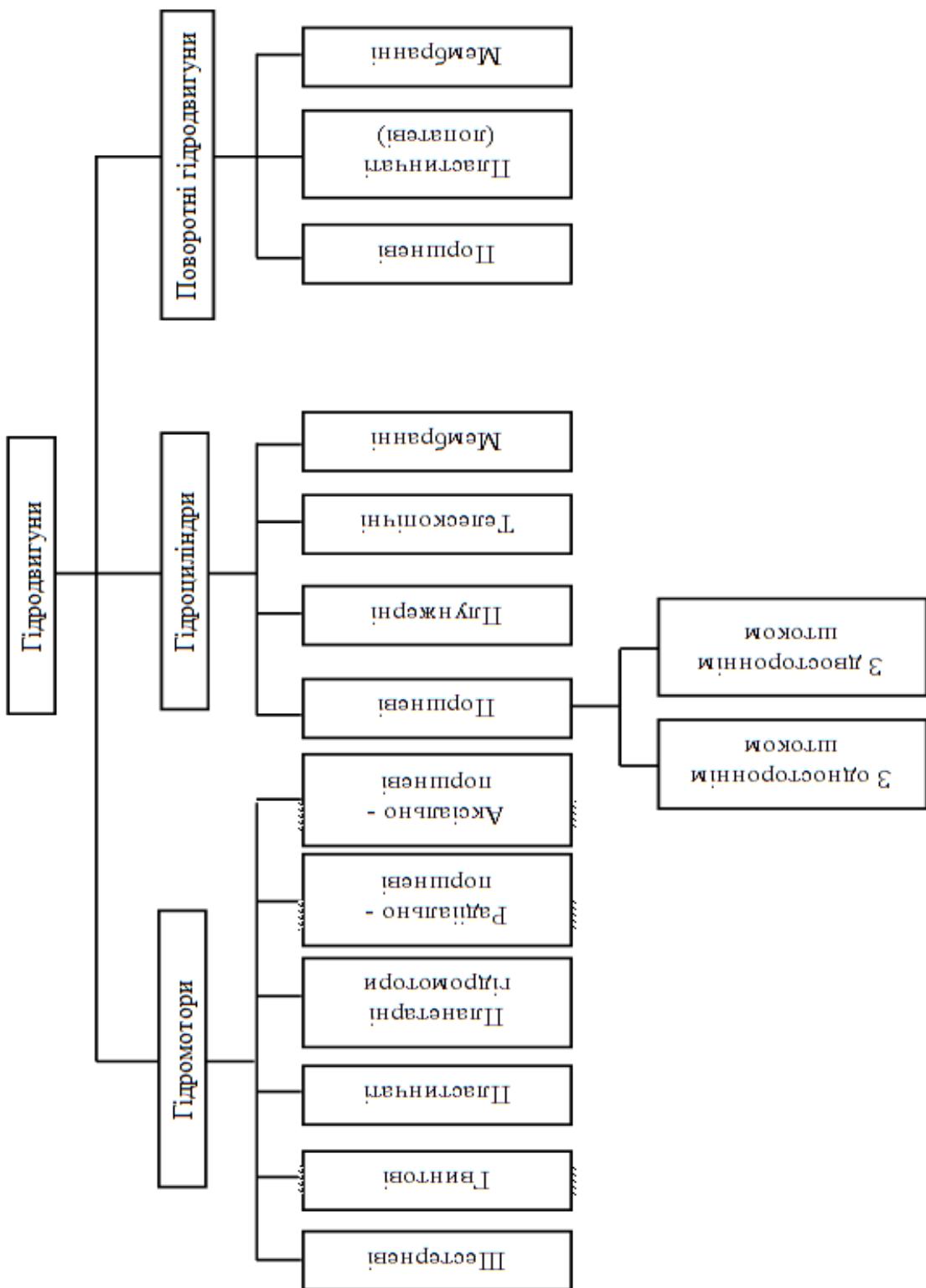
*Гідродвигуни* — це гідравлічні об'ємні машини, призначені для перетворення енергії потоку робочої рідини в механічну енергію.

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 з постійним і з реверсивним напрямком потоку рідини. Крім цього гідромотори можуть

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



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 робочій камері здійснюється два і більш робочих циклів за один оберт вихідної ланки.

#### **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.

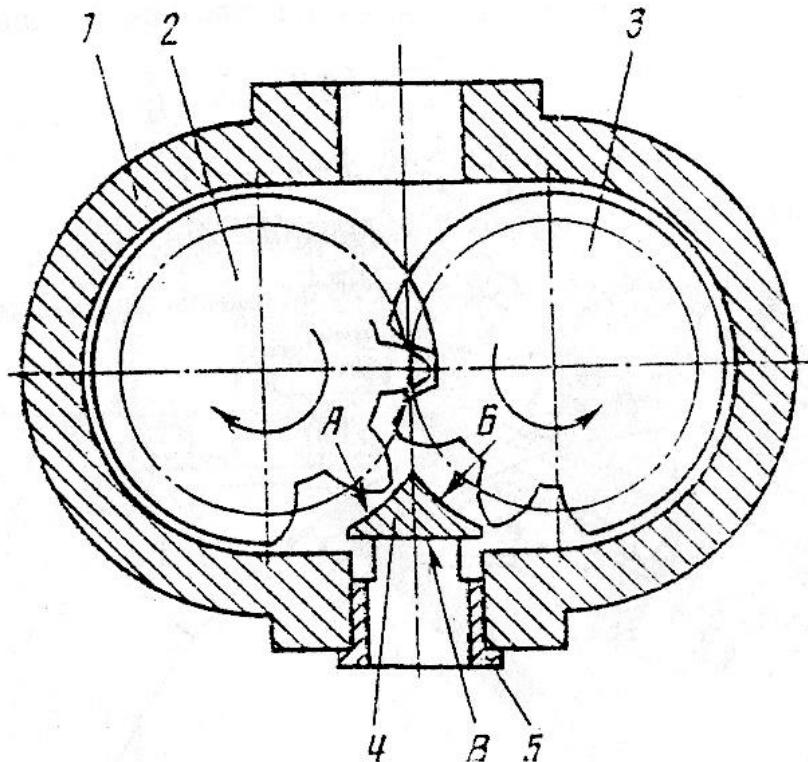
**Шестерневі гідромотори.** В якості шестерневих гідромоторів в об'ємних гідроприводах застосовуються шестерневі насоси. З метою можливого реверсування гідромотори мають симетричні вход і вихід. Так як шестерневі гідромашини характеризуються великою нерівномірністю подачі, то шестерневі гідромотори застосовуються 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 шестернений; 46 — робочий об'єм, см<sup>3</sup>); ГМШ 32, ГМШ 50, ГМШ 100 (гідромотор шестернений; 32, 50, 100 — робочий об'єм, см<sup>3</sup>). 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 улаштовується 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 моменту 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.

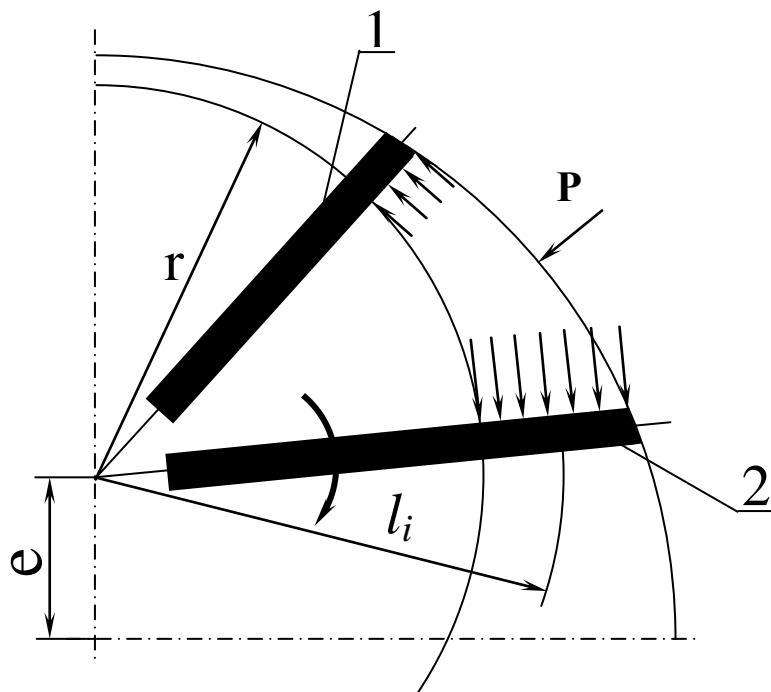
**Пластинчаті гідродвигуни.** За улаштуванням вони нагадують пластинчаті насоси. Крутячий момент на валу гідромотора в них виникає в наслідок різниці сил тиску (сумарного тиску) на дві суміжні пластини, рисунок 4.3, що можна описати залежністю

$$M = \sum p \cdot S_2 l_2 - S_1 l_1, \quad (1)$$

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.

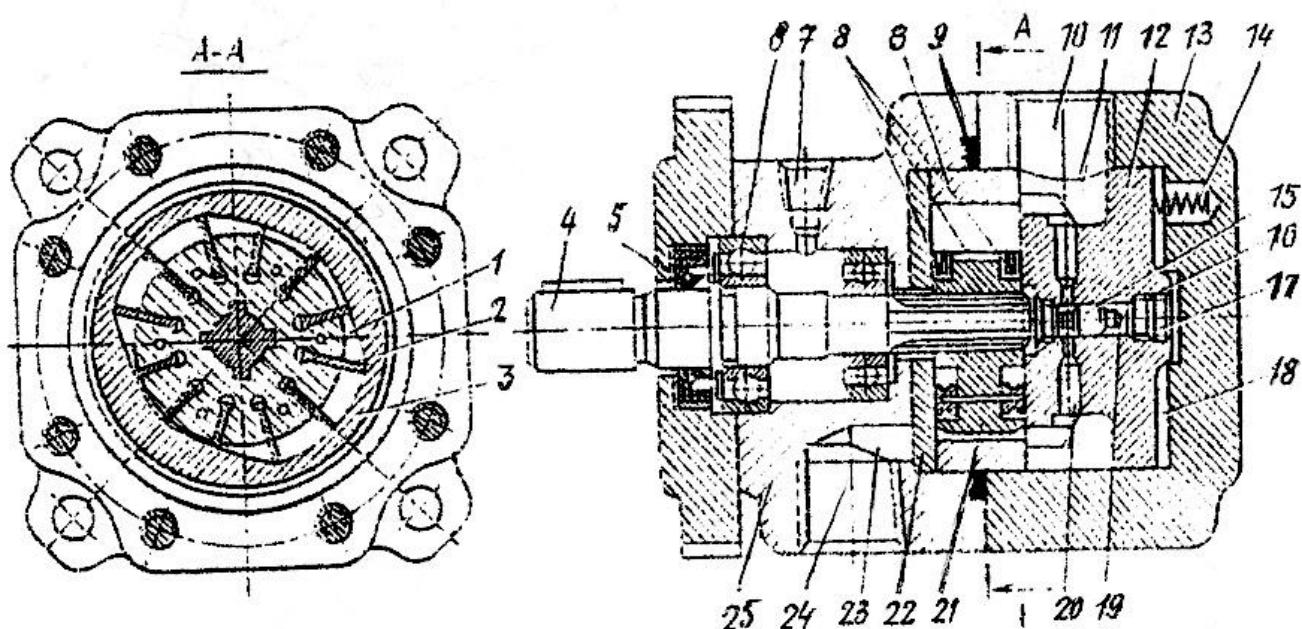


1, 2 - суміжні пластини;  $e$  - ексцентризитет посадки ротора відносно стопора;  $r$  - радіус ротора;  $l_i$  - плече дії рівнодіючої сили тиску,  $p$  –

надходження рідини під тиском.

Рисунок 4.3. Схема до обґрунтування роботи пластинчатого гідромотора.

На рисунку 4.4. зображений пластинчаний 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.



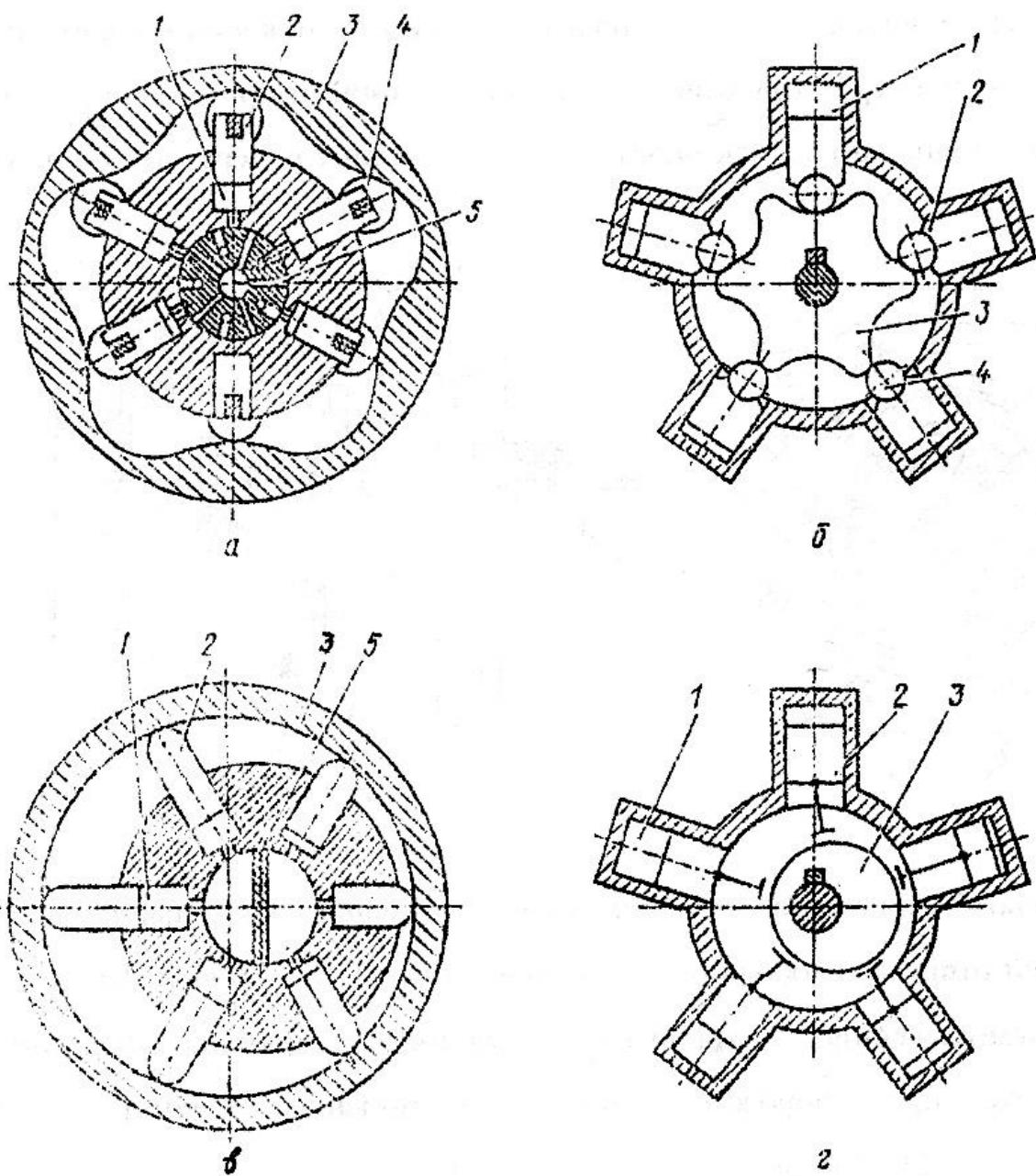
1 - вікно; 2 - пластина; 3 - статор; 4 - вал; 5 - манжета; 6 - шарикопідшипник; 7 - дренажний отвір; 8 - порожнини високого тиску; 9, 12 - кільця; 10 - вікно; 11 - порожнина усмоктування; 13 - кришка; 14 - пружина; 15 - золотник; 16 - розподільчий диск; 17 - пробка; 18, 19 - порожнини; 20 - з'єднуючий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

Рисунок 4.4. Пластинчаний 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 замикаються 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.

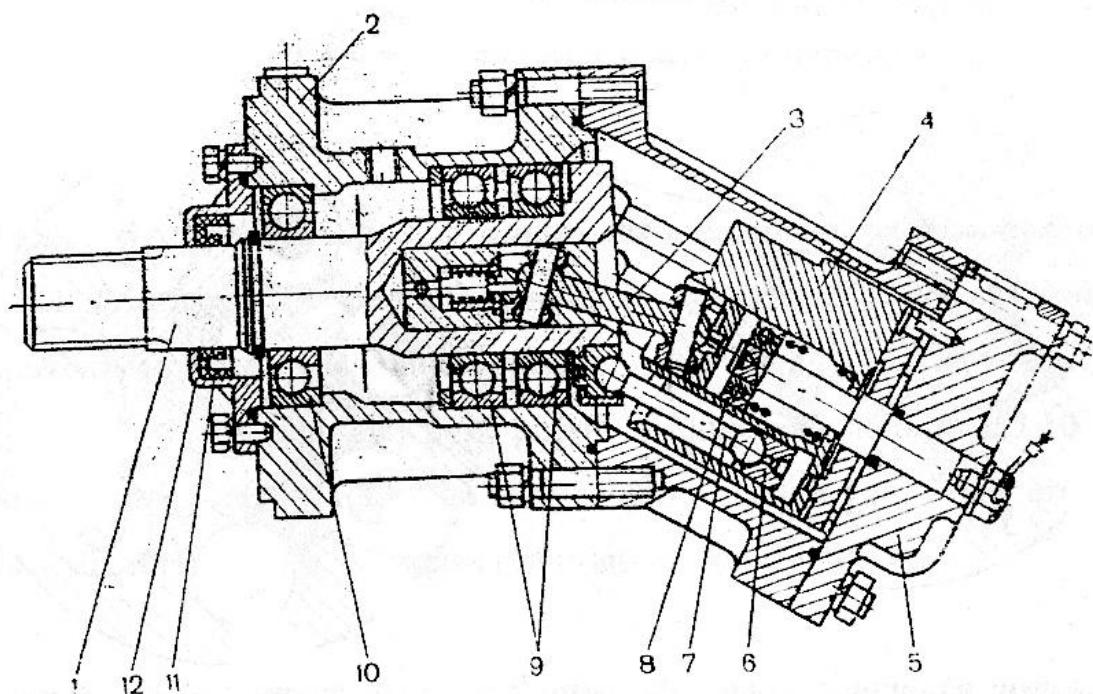
Рисунок 4.5. Схеми радіально-поршневих гідромоторів.

В гідромоторах багатократної дії, зусилля від поршнів на направлячу передається котками 4, а в гідромоторах однократної дії ковзними опорними башмаками, зв'язаними з поршнем шатунами (рис. 4.5, г). Робоча рідина розподіляється цапфенним розподіловачем 5 через систему вісьових і радіальних каналів та усмоктувальну і нагнітальну порожнини. Сила тиску робочої рідини завжди направлена вздовж вісі поршнів. Сила тиску на направлячу, крім “мертвих” точок, з віссю поршня складає кут відмінний від ноля. Внаслідок цього при взаємодії поршня з направляючою виникає тангенційна складова сили, 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 осі 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 відведені 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.

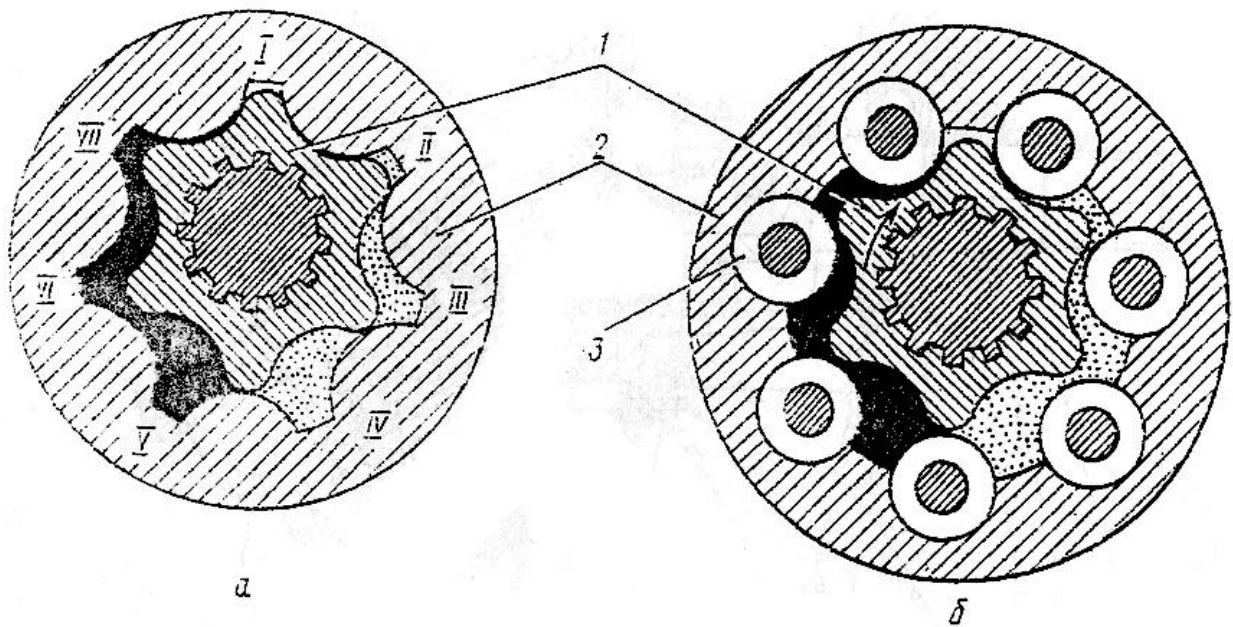
Зуби шестерень в гідромоторі з зубчатим статором знаходиться в постійному контакті і утворюють ряд замкнутих робочих камер. Робоча рідина яка, подається в камери під тиском, змушує ротор здійснювати

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 зворотньо-поступального руху (дії), тобто в них вихідна ланка здійснює прямолінійний зворотньо-поступальний рух. Вони бувають поршневі, плунжерні, телескопічні і мембрани. Всі вони можуть бути односторонньої 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.

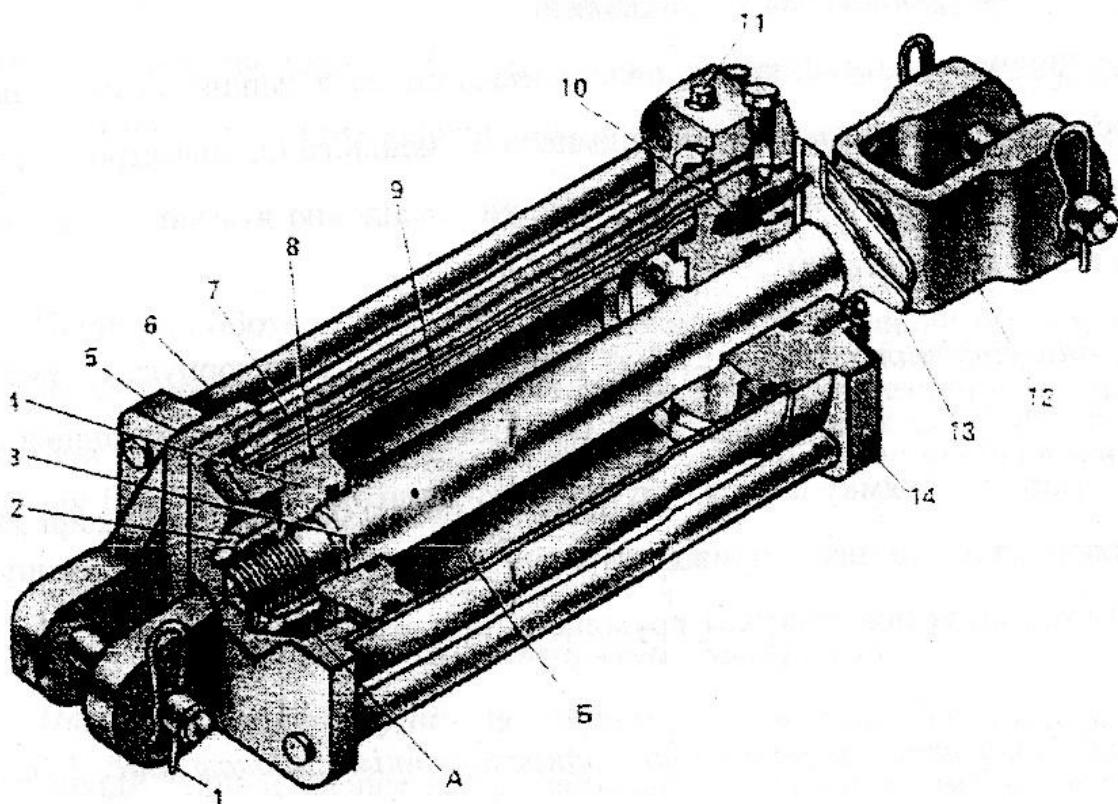
**Поршневі гідроциліндри.** Поршневі гідроциліндри використовуються для підняття і опускання робочих органів машин і механізмів. Поршневі гідроциліндри по числу штоків можуть бути з одностороннім (рис. 4.8, а і

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 зворотньому 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 - сплінт 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.

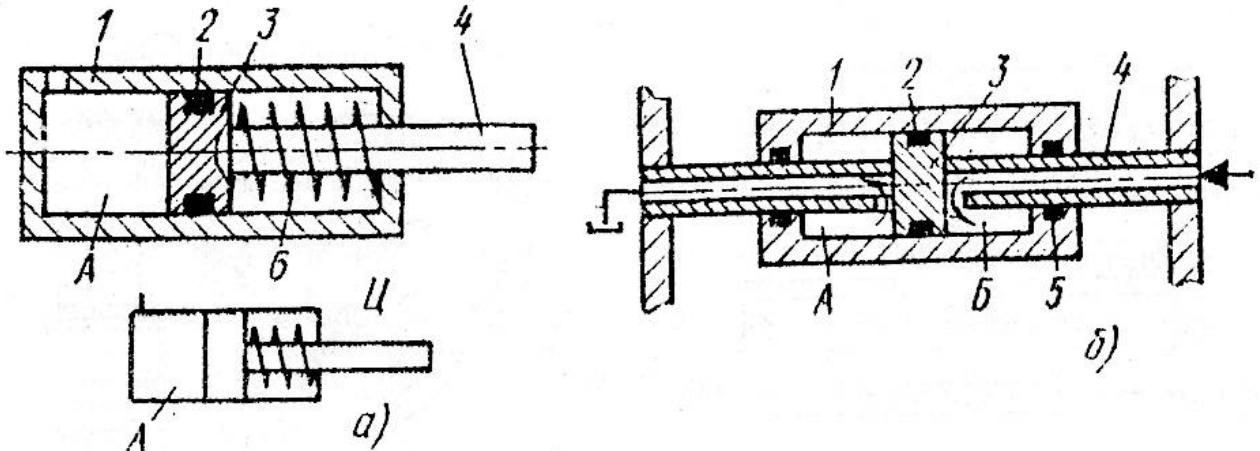
Рисунок 4.9. Силовий гідроциліндр марки Ц.

**Телескопічні гідроцилінди** (рис. 3.8 г, д, е). Це цилінди в яких вихідною ланкою є декілька концентрично розташованих поршнів, або плунжерів, які переміщаються 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 цилінди 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 циліндра послідовно роздвигаються від більшого до меншого (за діаметром), а при підведенні рідини в штокову порожнину циліндири 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).

**Мембрани гідроцилінди** (рис.3.8, е). Вони складаються з корпуса 1, гумової 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 мембрани).

**Гідроцилінди 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.a.

**Гідроциліндири 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.

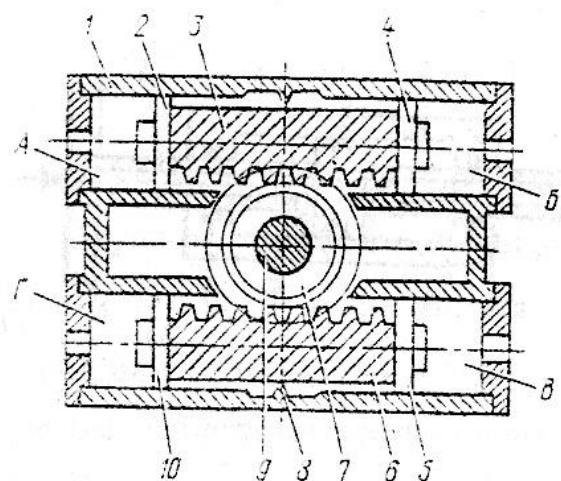
Принцип роботи їх полягає в слідуючому: при з'єднанні порожнини А з напірною лінією корпус 1 рухається вліво, приводячи в дію певний орган машини, а з порожнини Б рідина витісняється в зливну лінію. При подачі рідини в порожнину Б процес проходить зворотньо.

#### 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).

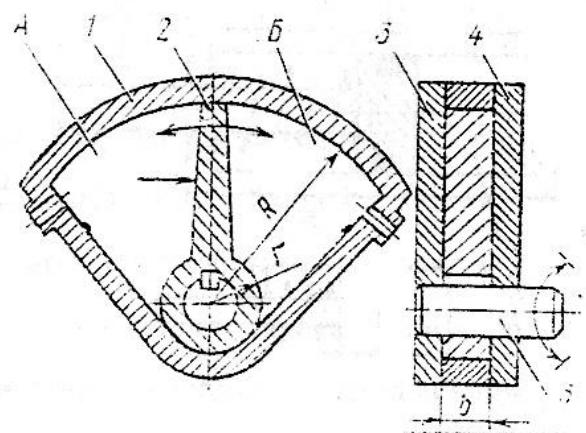
Поршневий поворотний гідродвигун працює таким чином; при подачі рідини в робочі камери А і В поршні 2 і 5. та рейки 3 і 6 переміщуються в протилежні сторони, обертаючи шестерню 7 з валом 9 за годинниковою стрілкою. Рідина і Г поршнями 4 і 10 одночасно витісняється в зливну магістраль. При зміні напрямку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