

Тема: Поршневі та планетарні гідромашини

- Мета заняття: Вивчити класифікацію поршневих гідромашини, будову та роботу аксіально-поршневих та радіально-поршневих гідромашин, планетарних гідромашин та гідроциліндрів.

План заняття:

1. Класифікація поршневих гідромашин.
2. Будова і принцип роботи аксіально-поршневих гідромашин з похилим диском.
3. Будова і принцип роботи аксіально-поршневих гідромашин з похилим блоком.
4. Будова і принцип роботи радіально - поршневих гідромашин.
5. Класифікація планетарних гідромашин.
6. Призначення, будова і робота планетарного насоса ГА-36000А.
7. Особливості конструкції і роботи планетарного насоса-дозатора ХУ-85.
8. Призначення, марки, будова і робота планетарних гідромоторів.
9. Призначення, класифікація, будова і робота гідроциліндрів.

Література:

1. Погорілець О.М., Цяпута В.М. Гідропривід сільськогосподарської техніки, НМЦ, 2003, ст. 25...34
2. Погорілець О.М., Волянський М.С., Войтюк В.Д, Пастушенко С.І. Гідропривід сільськогосподарської техніки, К, Вища школа, 2004,с. 65...104, 111...131.

1. Класифікація поршневих гідромашин.

Поршневі гідромашини поділяють на аксіально-поршневі та радіально-поршневі.

Існують гідромашини, у яких замість поршнів встановлено плунжери або кульки. Нижче в тексті їх названо поршневими.

Аксіально-поршневими називають гідромашини, у яких робочі камери утворені робочими поверхнями циліндрів і поршнів, а осі симетрії поршнів та осі симетрії блока циліндрів паралельні (аксіальні) або кут між ними не більший ніж 45°.

Залежно від розміщення блока відносно приводного валу аксіально-поршневі гідромашини є з похилим диском і з похилим блоком, а також кулькові насоси-дозатори.

Аксіально-поршневі гідромашини з похилим диском є як насоси, так і гідромотори. Вони можуть бути регульовані і нерегульовані, реверсивні і неререверсивні.

2. Будова і принцип роботи аксіально-поршневих гідромашин з похилим диском.

Основні їх конструктивні схеми зображено на рис. 1.

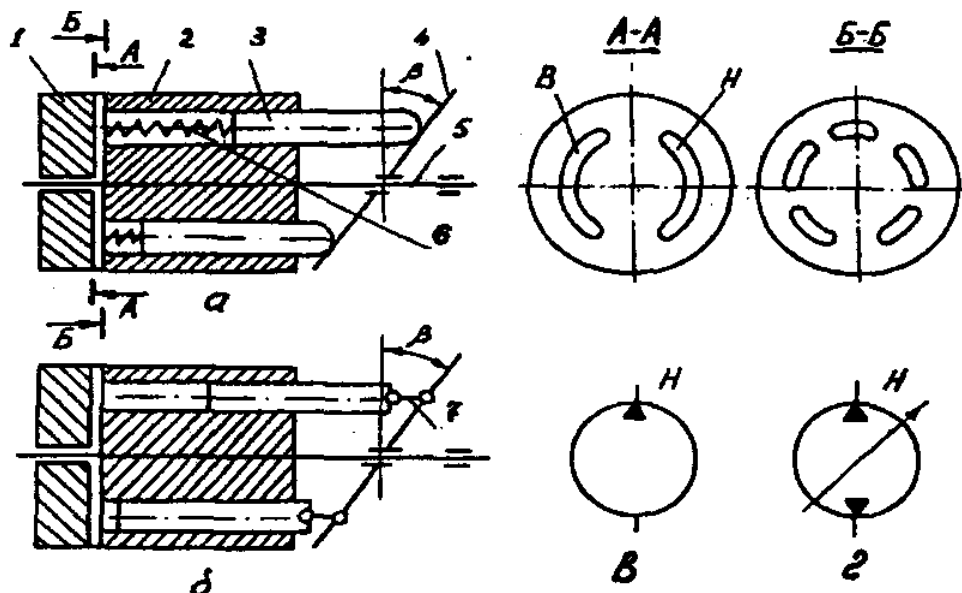


Рис. 1. Основні схеми аксіально-поршневих гідромашин з похилим диском:

а - гідромашина, поршні якої торкаються похилого диска; б - гідромашина з шарнірним з'єднанням поршнів з похилим диском; в - умовне позначення насоса нереверсивного; г - умовне позначення насоса реверсивного регульованого; 1 - розподільний диск; 2 - блок циліндрів; 3 - поршень; 4 - похилий диск; 5 - вал; 6 - пружина; 7 - шарнір; В, Н - всмоктувальне і напірне вікно; β - кут нахилу диска

Поршні 3 (плунжери) можуть торкатися похилого диска 4 (рис. 1 а) або бути зв'язаними з ним шарніром 7 (рис. 1 б). Блок циліндрів з поршнями приводиться в обертальний рух від валу 5. Для підведення і відведення оливи до робочих камер у торцевому розподільному диску 1 зроблено два дугоподібних вікна В і Н. Для забезпечення руху поршнів застосовують їх примусове введення через шатун 7 (рис. 1 б), а для поршнів, що торкаються диска - циліндричні пружини 6 або тиск оливи.

При обертанні валу насоса крутний момент передається блоку циліндрів. Через наявність кута нахилу диска поршні здійснюють зворотно-поступальний рух у циліндрах блока.

При обертанні валу 5, наприклад за стрілкою годинника, робочі камери, що розміщені зліва від вертикальної осі розподільного диска, сполучаються зі всмоктувальним вікном В. Поступальний рух поршнів у цих камерах здійснюється в напрямку від розподільного диска. Поршні переносяться обертанням блока паралельно осі знизу вверх. При цьому об'єм камер збільшується, олива під дією перепаду тиску надходить у робочу камеру. Відбувається процес всмоктування.

Робочі камери, що знаходяться з правого боку від вертикальної осі розподільного диска, сполучаються нагнітальним вікном Н. Поршні переносяться обертанням блока паралельно зверху вниз і рухаються в напрямку до розподільного диска. Олива витісняється з робочих камер через розподільний диск.

У таких гідромашинах зручно регулювати робочий об'єм (змінюючи кут нахилу диска) і реверсувати потік оливи, змінивши нахил диска на протилежний.

Кіровоградський завод гідравлічних силових машин розробляє і виготовляє насоси НП-90 і НП-112, а також гідромотори МП-90 і МП-112, які виконані за

схемою (рис. І а). Такі гідромашини застосовують у гідроприводах ведучих коліс машин ДОН-1500А, КПС-5Г, СКТ-2, КС-6Б, КСК-100 тощо.

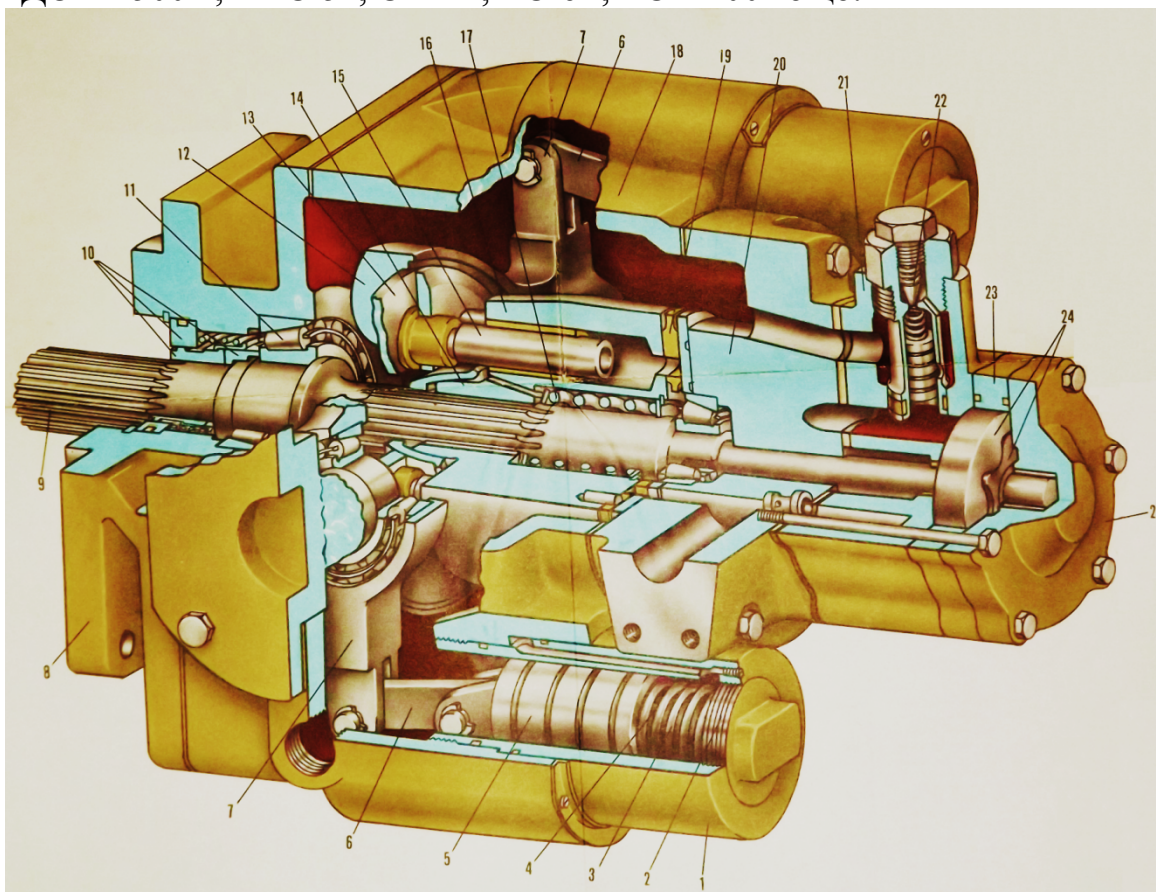


Рис.2. Аксіально-плунжерний насос з похилим диском НП-90 комбайна ДОН-1500А

Аксіально-поршневий насос з похилим диском НП-90 комбайна ДОН-1500А має блок циліндрів 16, в якому знаходяться 9 плунжерів 15, рівномірно розміщених в блоку циліндрів. Похилий диск 12 змінює кут нахилу «плюс-мінус» 18° при допомозі поршнів 5 сервомеханізмів, один з яких розміщений знизу блоку циліндрів, а другий – зверху. Поршні переміщуються від тиску оливи, а пружини 3 повертають похилий диск у вертикальне положення (0°).

Насос регульований і реверсивний. Максимальна продуктивність – $90 \text{ см}^3/\text{об}$.

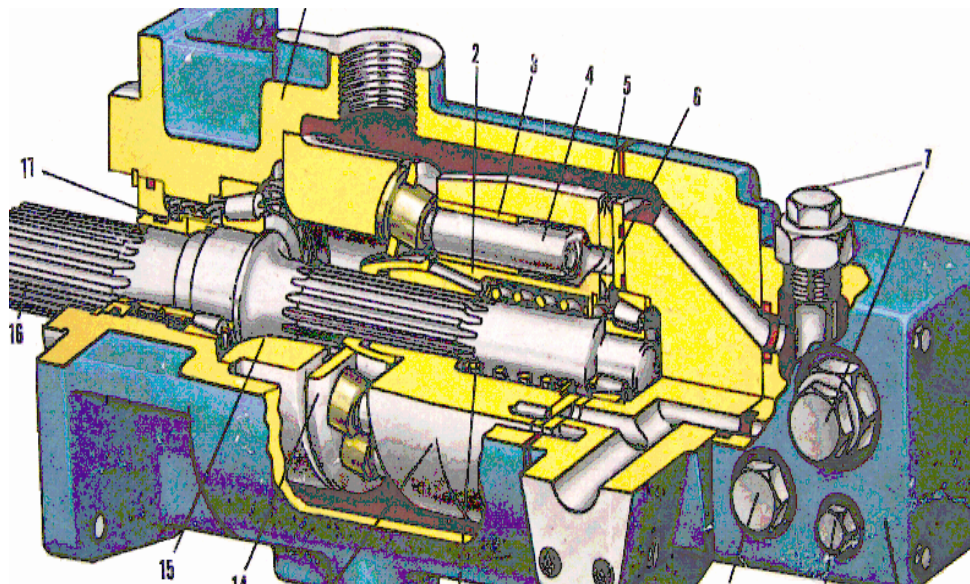


Рис.3. Аксіально-плунжерний гідромотор МП-90:

Аксіально-плунжерний гідромотор МП-90 є реверсивний нерегульований. Блок циліндрів і плунжери аналогічні насосу НП-90. Похилий диск має постійний кут нахилу 18° . Принцип роботи такий: олива по черзі поступає в торці плунжерів під тиском до 35МПа. Плунжери бронзовими втулками ковзають по похилому диску і приводять в обертання блок циліндрів, а через шліци ведений вал ведучих коліс комбайна. Відпрацьована олива поступає на всмоктування в насос НП-90.

3. Будова і принцип роботи аксіально-поршневих гідромашин з похилим блоком.

Гідромашини, у яких вісь приводного валу і вісь обертання блока циліндрів знаходяться під кутом, називають аксіально-поршневими з похилим блоком.

Такі гідромашини оборотні, можуть бути регульовані і нерегульовані, реверсивні і нереверсивні.

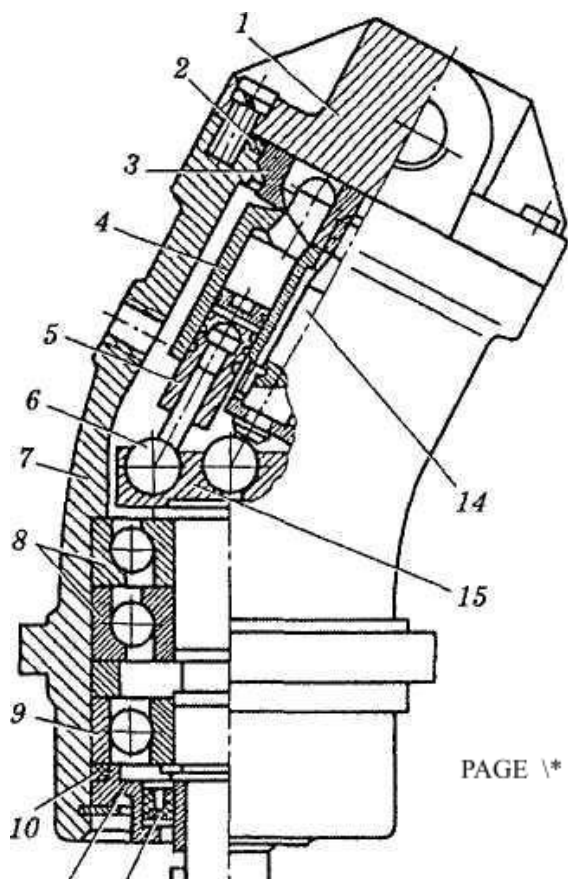


Рис. 4. Аксіально-поршнева гідромашина з похилим блоком

- 1, 11 — кришки;
- 2, 10 — ущільнювальні кільця;
- 3 — розподільний диск;
- 4 — блок циліндрів;
- 5 — поршень;
- 6 — сферична головка шатуна;
- 7 — корпус;
- 8, 9 — підшипники;

- 12 — манжета;
- 13 — вал;
- 14 — центральний шип;
- 15 — привідна шайба

Аксіально-поршнева гідромашина з похилим блоком має таку будову: у корпусі на підшипниках встановлено приводний вал 5 (рис. 4), у торцевій частині якого знаходиться фланець 4 з шарнірним кріпленням центрального валу 6 і головки шатунів 7. Блок циліндрів 2 встановлено під кутом відносно приводного валу. Поршні розміщені в блоці циліндрів 2 і шарнірно з'єднані шатунами з фланцем. Для підведення і відведення рідини до робочих камер служить розподільний диск 1.

При роботі гідромашини в режимі насоса поршні здійснюють складний рух: обертаються разом з блоком циліндрів і рухаються зворотно-поступально в самих циліндрах. При цьому відбуваються цикли всмоктування і нагнітання.

Такі гідромашини набули застосування в гідроприводах екскаваторів, а також як гідромотори в подрібнювачі рулонів ИРТ-165, подрібнювачі-навантажувачі пак ПТН-4.0 тощо.

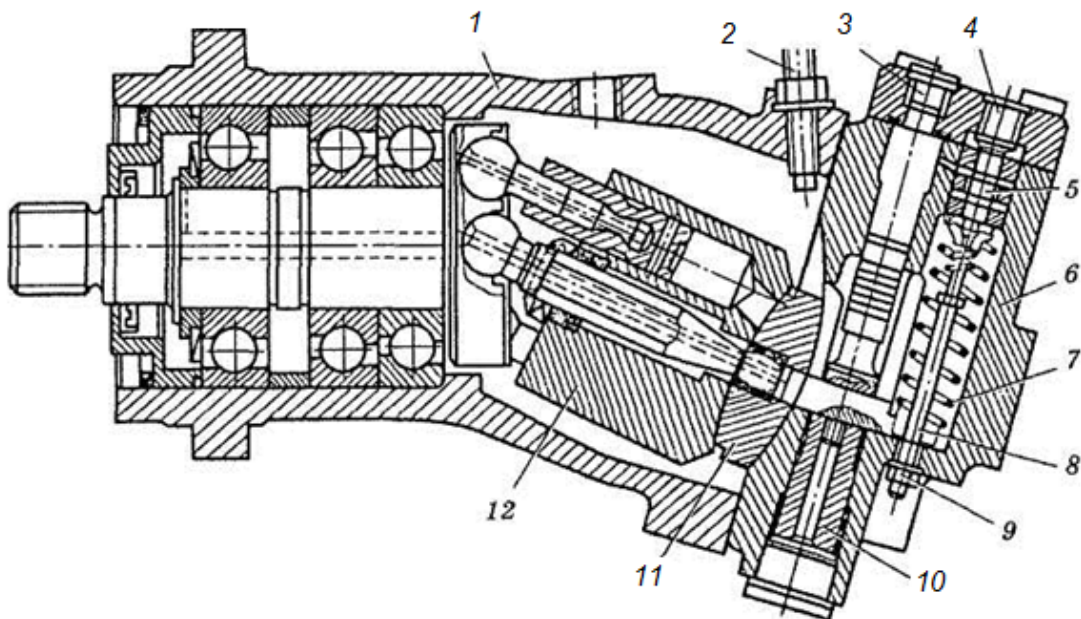


Рис. 5. Регульований аксіально-поршневий гідромотор з похилим блоком:

- 1 — корпус; 2 — регульований упор; 3 — підведення рідини із лінії високого тиску; 4 — підведення рідини із лінії дистанційного керування; 5 — золотник; 6 — задня кришка; 7 — пружина; 8 — палець; 9 — регульовальна гайка; 10 — поршень; 11 — розподільний диск; 12 — блок циліндрів

Аксіально-поршневі (кулькові) насоси-дозатори застосовують у гідроприводах рулевих керувань трактора МТЗ-100/102, комбайна ДОН-1500А.

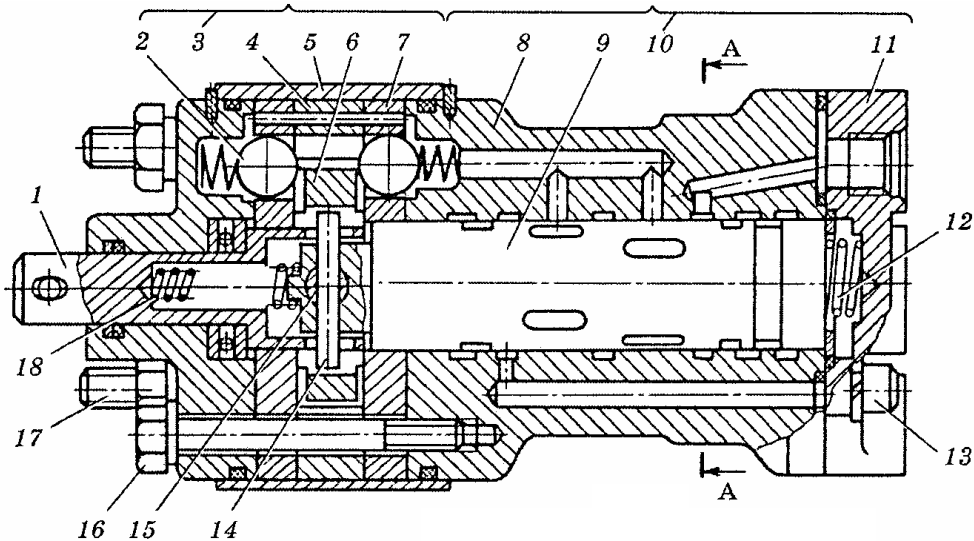


Рис.6. Кульковий насос-дозатор НД-80 зернозбирального комбайна ДОН-1500А.

4. Будова і принцип роботи радіально-поршневих гідромашин.

Радіально-поршневі насоси в гідроприводах сільськогосподарських машин до теперішнього часу не використовуються. Однак є тенденція їх використання в самохідних машинах у режимі гідромотора.

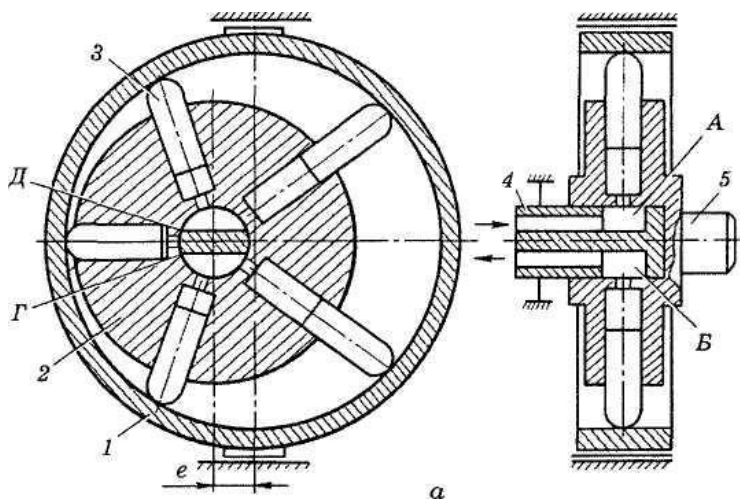


Рис. 6. Радіально-поршневий насос однокривої дії:

1 — статор; 2 — ротор; 3 — поршень; 4 — розподільник; 5 — вал; А і Б — всмоктувальна і напірна порожнини; e — ексцентриситет; Г, Д — перемички; Н — насос; НР — насос радіально-поршневий

Робота насосу відбувається так: при обертанні ротора 2, плунжери 3 рухаються від центра, ковзаючи по внутрішній стороні статора на протязі 180° . При цьому відбувається всмоктування рідини в циліндр. Наступні 180° обертання ротора, плунжери витискають рідину з циліндрів під тиском.

Всмоктування і нагнітання оливи відбувається з центра ротора через порожнини А і Б.

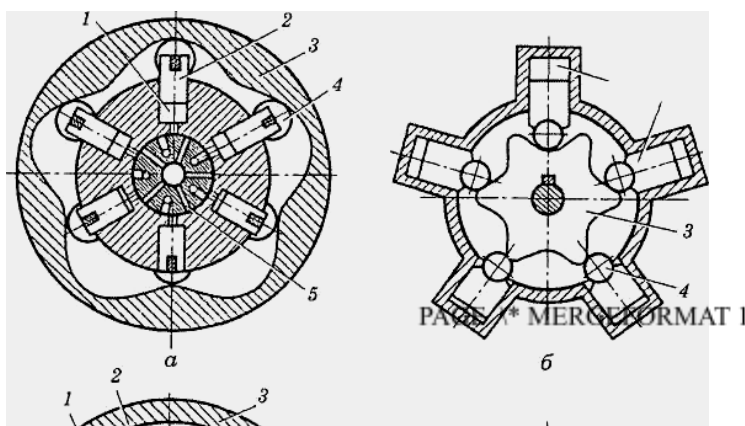
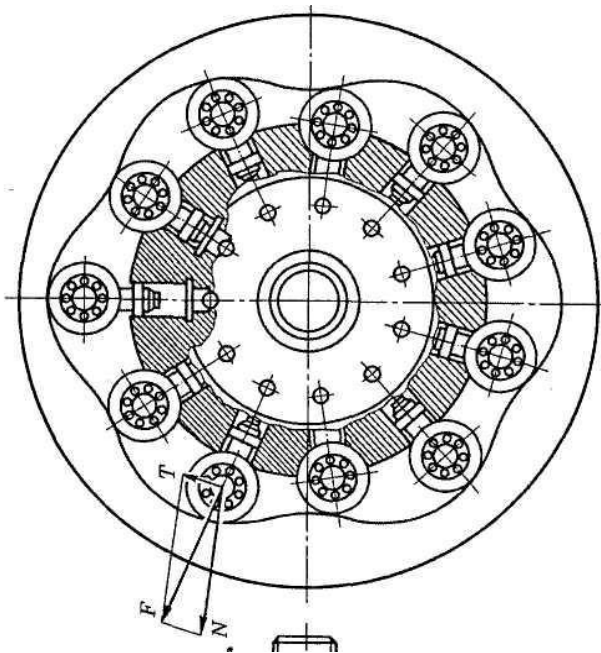


Рис. 7. Схеми радіально-поршневих гідромоторів:

- а і б — багатогодових;
- в і г — однокотдових;
- 1 — блок циліндрів;
- 2 — поршень;
- 3 — напрямна;
- 4 — каток;
- 5 — розподільник

В гідромоторах олива під тиском подається в торці поршнів, які ковзають зовнішніми кінцями по поверхні статорів, поки вони не перемістяться в крайнє положення. Далі олива під невеликим тиском поступає на злив. В залежності від кількості хвиль на поверхні статора (рис.7а) чи ротора (рис. 7б), поршні можуть кілька разів за оберт валу здійснювати рухи відносно циліндра, або один раз (рис. 7, в і г). Чим більше ходів здійснює поршень за один оберт валу, тим більший крутний момент створює такий гідромотор



**Рис.8. Високомоментний
радіально-поршневий гідромотор**

5. Класифікація планетарних гідромашин.

До планетарних гідромашин належать: насоси-дозатори, гідромотори та гідрообертачі. Особливістю планетарних гідромашин є те, що їх основний робочий орган у процесі роботи здійснює складний рух - обертальний (навколо власної осі) та орбітальний (по орбіті). Планетарні гідромашини ще називають орбітальними або героторними.

До планетарних гідромашин належать: насоси-дозатори, гідромотори та гідрообертачі. Особливістю планетарних гідромашин є те, що їх основний

робочий орган у процесі роботи здійснює складний рух - обертальний (навколо власної осі) та орбітальний (по орбіті). Планетарні гідромашини ще називають орбітальними або героторними.

6. Призначення, будова і робота планетарного насоса ГА-36000А.

Насос-дозатор ГА-36000А застосовується в гідроприводах рульового керування самохідних сільськогосподарських машин СК-5М, КПС-5Г, КСК-4, СКТ-2 тощо. Робочі елементи насоса-дозатора - нерухома напрямна 3 (рис. 9) із сімома роликами 2 і сателіт 5 (із шістьма зубцями) утворюють цівкове зачеплення. Вони розміщені між пластиною 18 і кришкою 1, які болтами прикріплені до корпусу 11. Товщина напрямної більша за товщину роликів і сателіта, що дає змогу останнім вільно обертатись. У корпусі 11 встановлено вал 10, хвостовик якого нерухомо з'єднаний з валом рульового колеса. Вал 10 встановлений у радіально-голчастому підшипнику 12 і упорному підшипнику 9, штифтом 15 він з'єднаний із золотником 7.

Плаваючий вал 8 з двома штифтами 15 утворює карданну передачу між валом 10 і сателітом 5.

Золотник 7 має центральний осьовий канал, через який проходить плаваючий вал 8 та шість радіальних отворів. На зовнішній поверхні золотника знаходяться шість пазів.

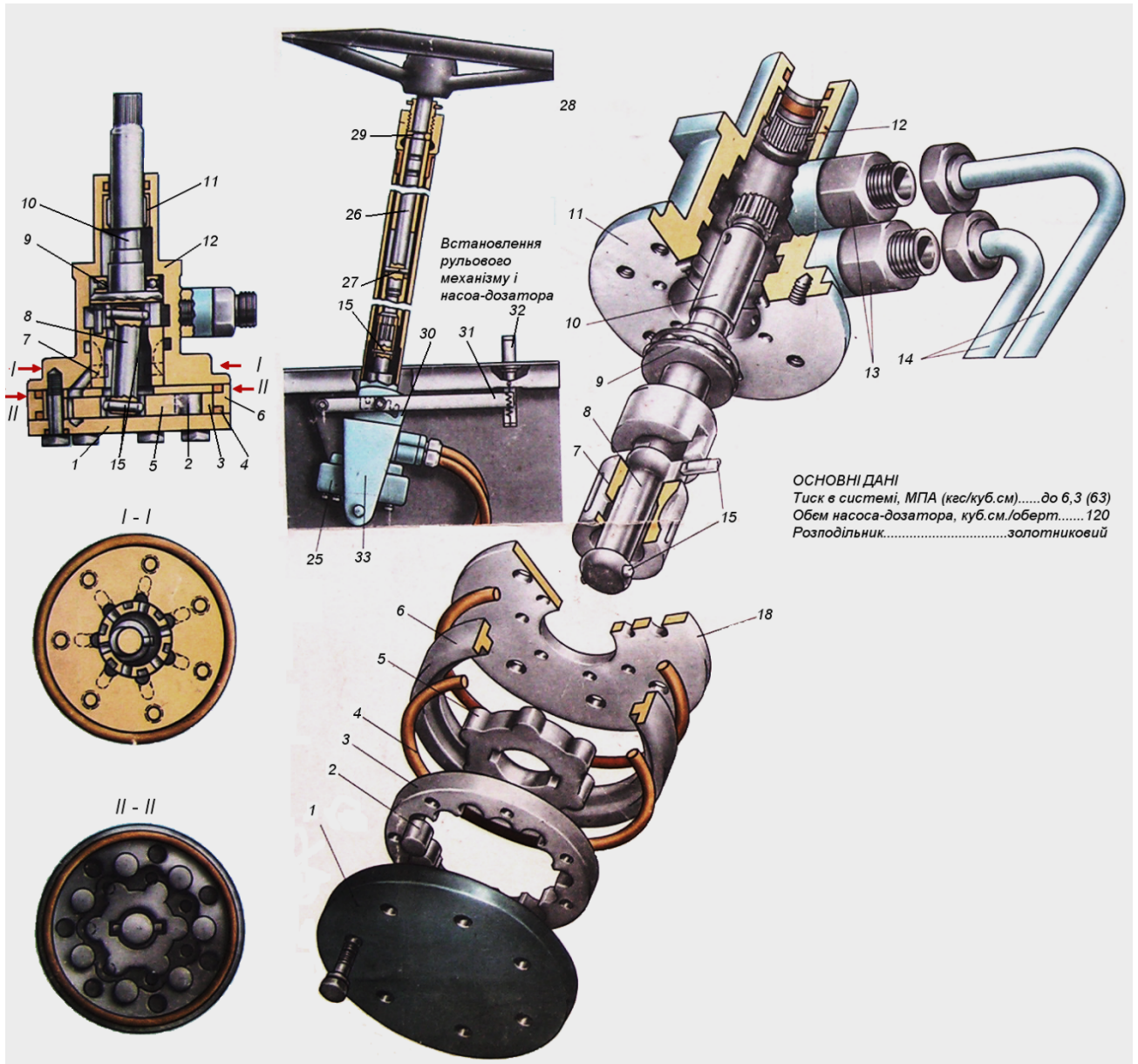


Рис.9. Насос-дозатор ГА-36000А:

1 – кришка; 2 – ролик; 3 – напрямна; 4 – гумове кільце; 5 – сателіт; 6 – металічне кільце; 7 – золотник; 8 – карданний вал; 9 – підшипник; 10 – вал; 11 – корпус; 12 – роликовий підшипник; 13 – штуцери; 14 – трубопроводи; 15 – штифт; 18 – пластина

Корпус 11 всередині має дві кільцеві виточки, кожна з яких з'єднана із штуцером.

У пластині 18 є також шість отворів, які з однієї сторони сполучаються з косими каналами, а з другої - з робочими камерами насоса. Камери утворені двома роликами 2, внутрішньою поверхнею напрямної 3 і бічною поверхнею сателіта 5, що контактує з роликами.

Під час обертання рульового колеса разом з ним обертається золотник 7 (рис. 1) та сателіт. Сателіт, крім обертання навколо власної осі, обертається ще і по орбіті. Зуби сателіта 2 проковзують по роликах і входять або виходять з робочих камер, чим змінюють їх об'єм. Коли зуб знаходиться між роликами напрямної, робочий об'єм камери зменшується до нуля. Під час обертання сателіта, наприклад, проти годинникової стрілки у камері утворюється вакуум і

тоді олива всмоктується із штуцера через кільцеву виточку корпусу, паз золотника 7, косий канал корпусу в камеру. При подальшому обертанні сателіта зуб заходить між роликками і витісняє оливу з камери, яка через косий канал корпусу, радіальний отвір золотника, центральний осьовий канал, кільцеву виточку корпусу нагнітається в другий штуцер. Аналогічно відбувається процес всмоктування і нагнітання в інших камерах.

При зміні напрямку обертання (за стрілкою годинника) напрямок руху оливи змінюється на зворотний.

Таким чином, насос-дозатор у системі рульового керування самохідних машин працює в режимі реверсивного насоса.

7. Особливості конструкції і роботи планетарного насоса-дозатора ХУ-85.

Насоси - дозатори типу ХУ-85 застосовують у гідроприводах рульових керувань кормозбирального комбайна КСК-100 та коренезбиральної машини КС-6Б. Особливістю такого насоса-дозатора порівняно з насосом-дозатором типу ГА-36000А є те, що в його корпус вмонтовано розподільник 6 та систему клапанів керування.

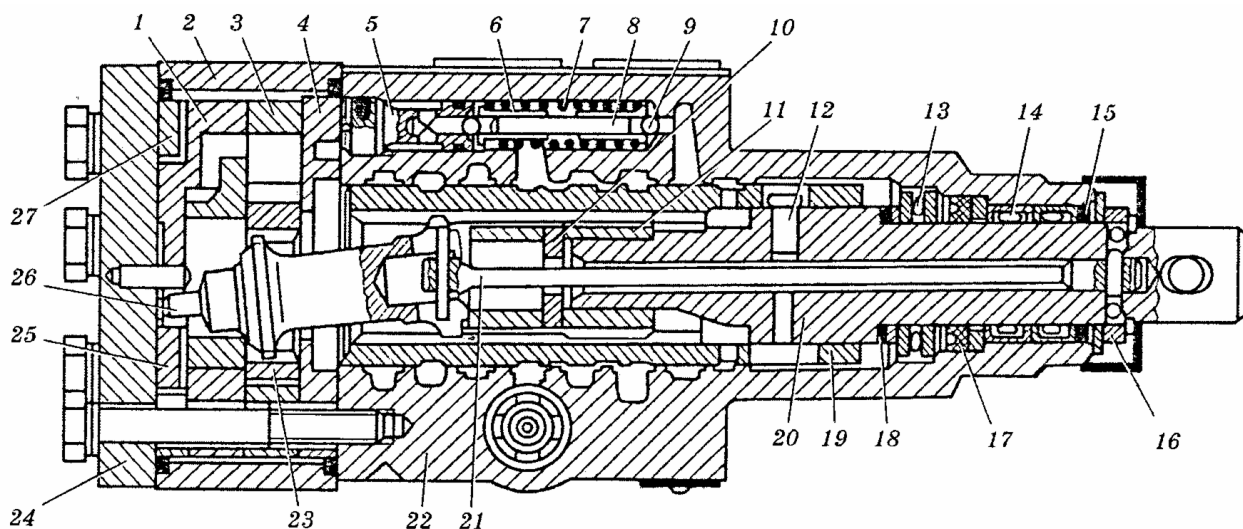


Рис. 10. Планетарний насос-дозатор ХУ-85.

8. Призначення, марки, будова і робота планетарних гідромоторів

Планетарні гідромотори призначені для приводу активних робочих органів, транспортерів, елеваторів тощо, які потребують високого моменту зрушування.

У гідроприводах збиральних машин застосовують планетарні гідромотори типу МГП та планетарно-роторні типу ГПР-Ф.

Планетарні гідромотори типу МГП за будовою і принципом дії подібні до насосів-дозаторів типу ГА-36000А. Відмінність полягає лише в тому, що розподільник у гідромоторі МГП торцевий і є допоміжний карданний вал для його синхронного приводу від ротора.

Марки планетарних гідромоторів МГП: МГП-80, МГП-100, МГП-125, МГП-160, МГП-200, МГП-315

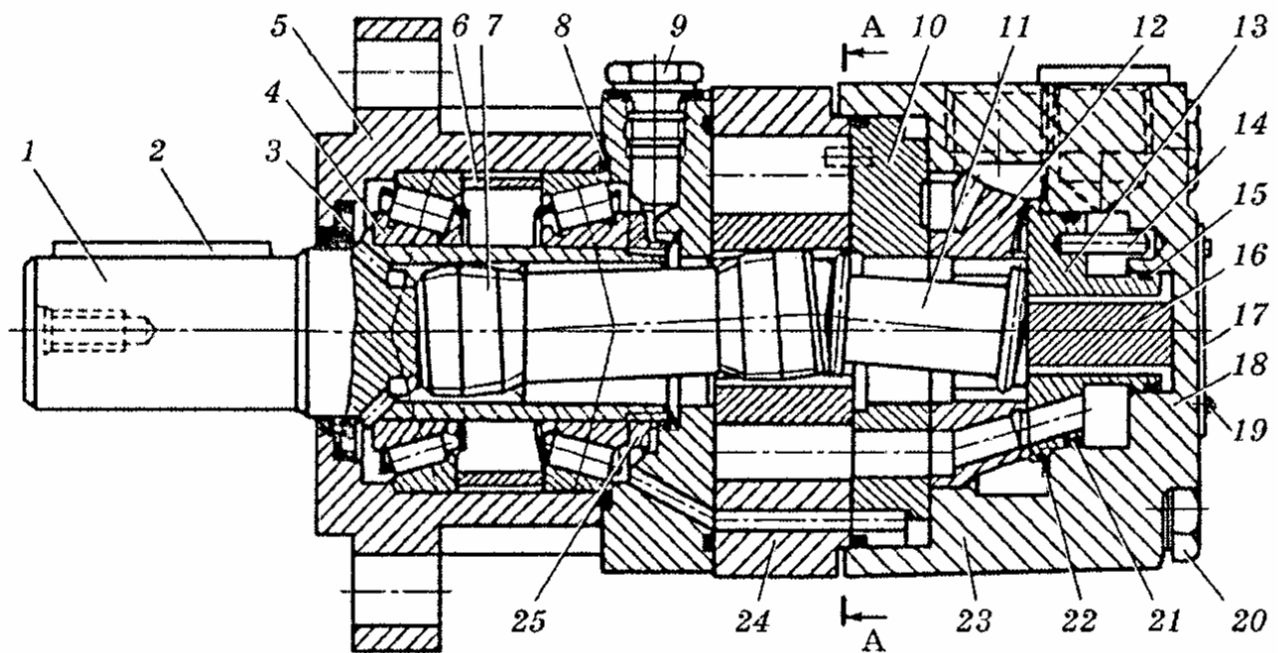


Рис.11. Планетарний гідромотор типу МГП

Планетарно-роторні гідромотори типу ГПР-Ф відрізняються від гідромоторів МГП відсутністю карданної передачі крутного моменту на вихідний вал.

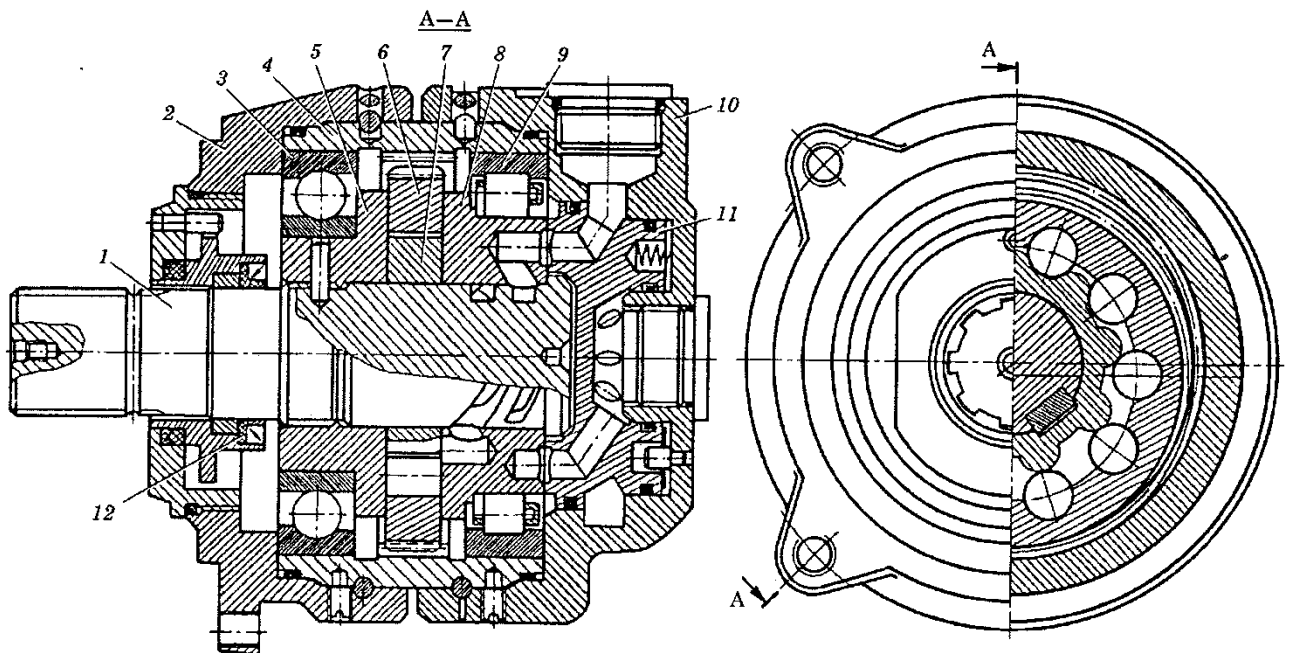


Рис.12. Планетарно-роторний гідромотор типу ГПР-Ф:

Ротор здійснює складний рух - одночасно обкочується по зубовому вінцю шестерні (жорстко закріплена на вихідному валу) і по зубовому вінцю нерухомого корпусу, ексцентрично якому розміщений ротор. Тобто, такий гідромотор об'єднує функції об'ємної гідромашини і редуктора.

Марки планетарних гідромоторів ГПР-Ф:

ГПР-Ф-160, ГПР-Ф-250, ГПР-Ф-320, ГПР-Ф-400, ГПР-Ф-500, ГПР-Ф-630

Планетарні гідрообертачі призначені для приводу тихохідних (2-6 об/хв) високомоментних (400-700 Нм) виконавчих органів, наприклад, транспортерів і ходової частини причепа-стоговоза. Гідрообертачі типу ГВУ-Ф за будовою дещо подібні до гідромоторів ГПР-Ф. Але для того, щоб напрямна передавала реактивний момент і одночасно обкочувалась по шестерні, вона з'єднана з рамою машини шарнірно за допомогою двох важелів. Приводний же вал гідрообертача, який жорстко з'єднаний з шестернею, встановлено в підшипниках, закріплених на рамі машини.

9. Гідроциліндри

Гідроциліндром називають об'ємний гідродвигун з обмеженим зворотно-поступальним рухом вихідної ланки (штока, плунжера тощо).

Залежно від конструкції робочої камери гідроциліндри поділяють на поршневі, плунжерні, телескопічні, тандем-циліндри, мембранні і сільфонні. У гідроприводах сільськогосподарської техніки найбільш широко застосовують поршневі і плунжерні гідроциліндри.

Поршневим гідроциліндром називають циліндр, у якому робочі камери утворені поверхнями корпуса 1 (рис. 13 а) і поршня 3 зі штоком 4. Гідроциліндр має дві порожнини: поршневу А - частина робочої камери, обмеженої поверхнями корпуса і поршня, і штокової Б - частина робочої камери, обмеженої поверхнями корпуса, поршня і штока. Поршневі гідроциліндри поділяють за такими ознаками: за направленням дії потоку робочої рідини - однобічної (рис. 13 б) і двобічної дії (рис. 13 а); за числом штоків - з однобічним (рис. 13 а) і двобічним штоком (рис. 13 в); за видом вихідної ланки - з рухомим штоком (рис. 13 а, б і в) і рухомим корпусом (рис. 13 г). Застосовують і уніфіковані поршневі гідроциліндри типу Ц з гідромеханічним клапаном. Це гідроциліндри марок Ц - 55, Ц - 75, Ц - 80, Ц - 100, Ц - 140. Буква Ц означає циліндр, цифра відповідає внутрішньому діаметру циліндра в міліметрах.

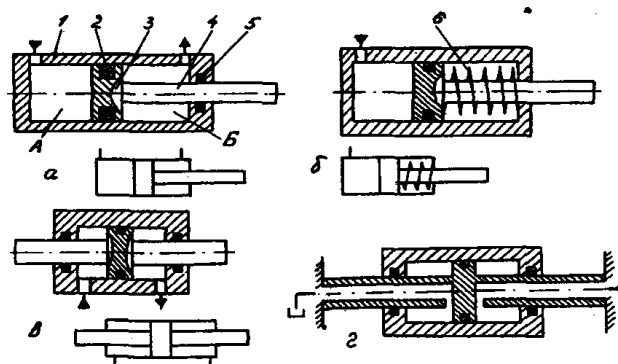


Рис. 13. Конструктивні схеми і умовні позначення поршневих гідроциліндрів:

а - двобічної дії; б - однобічної дії; в - з двобічним штоком; г - з рухомим корпусом; 1 - корпус; 2 і 5 - ущільнення; 3 - поршень; 4 - шток; б - пружина; А і Б - відповідно поршнева і штокова порожнина

Працює клапан так. Під час втягування штока 1 (рис. 14 А) олива з поршневої порожнини циліндра надходить по трубопроводу 8, каналу (а), через отвір сідла б (у вихідному положенні клапан 3 відведений від сідла б) і далі по каналах а і в на злив.

Як тільки перемішувальний упор 2, закріплений на вибраній довжині штока, натисне на стержень клапана, останній перекриє отвір сідла і цим самим перекриє надходження оливи. Внаслідок цього над клапаном тиск оливи різко підвищиться і клапан повністю сідає в сідло. Втягування штока поршня призупиниться. Завдяки додатковій посадці клапана в сідло тиском оливи утворюється зазор 6-12 мм між упором 2 і стержнем клапана 3.

Якщо олива під тиском надходить по каналах в і д (рис. 18 Б), клапан виштовхується з сідла, відкриваючи доступ оливи в поршневу порожнину гідроциліндра. Із штокової порожнини 9 олива по каналу з надходить у зливну лінію і поршень гідроциліндра піднімається вгору.

Гідроциліндри типу Ц можуть працювати як у режимі двобічної, так і одnobічної дії. Їх застосовують у випадку, коли треба обмежити хід штока в одному напрямку.

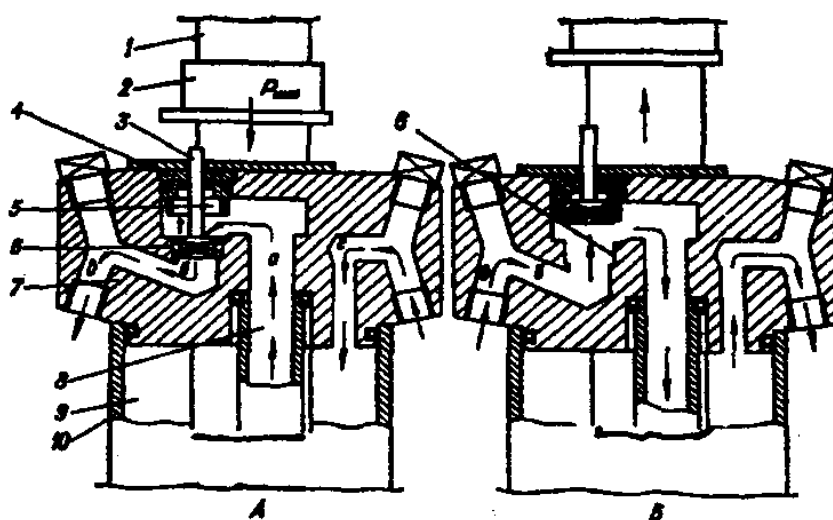


Рис. 14. Схема роботи гідромеханічного клапана для обмеження ходу штока поршня:

А - клапан закритий; Б - клапан відкритий; 1 - шток поршня; 2 - перемішувальний упор; 3 - клапан; 4 - корпус клапана; 5 і б - сідла клапана; 7 - передня кришка; 8 - трубопровід; 9 - безштокова порожнина гідроциліндра; 10 - корпус гідроциліндра; а, б і в - канали лінії штокової порожнини

Гідроциліндри двобічної дії застосовують, коли є потреба, щоб зусилля на штоці було як при виштовхуванні, так і при втягуванні його (наприклад, гідроциліндри напрямних коліс). У гідроциліндрах одnobічної дії зусилля на штоці внаслідок тиску оливи виникає тільки в одному напрямку. У вихідне положення шток повертається завдяки пружині чи масі виконавчого органу.

Плунжерний гідроциліндром називають циліндр з робочою камерою, утвореною поверхнями корпуса 1 (рис. 19) і плунжера 2. Це гідроциліндри одnobічної дії.

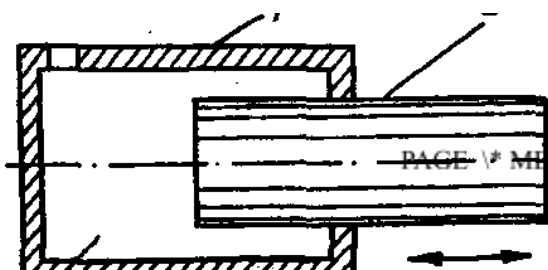


Рис. 15. Плунжерний гідроциліндр:

а - конструктивна схема;
б - умовне позначення;
1 - корпус;
2 - плунжер;
А — порожнина

Телескопічний гідроциліндр - це такий циліндр, у якого робочі камери утворені поверхнями корпуса і декількох концентрично розміщених плунжерів або поршнів, що переміщуються один відносно одного.

Сума ходів плунжерів у таких гідроциліндрах більша за довжину корпуса (застосовують у самоскидах)

Тандем-циліндри застосовують, коли обмежена можливість розміщення циліндрів великих діаметрів і є потреба у великих зусиллях на штоці, але не обмежується довжина циліндрів. Вони представляють собою корпус, розділений перегородками на камери, у яких розміщені поршні, що закріплені на спільному штоці.

Мембранні і сильфонні гідроциліндри застосовують у гідроавтоматиці, де немає потреби у великих переміщеннях. У таких гідроциліндрах штоки закріплені до мембрани або сильфона.

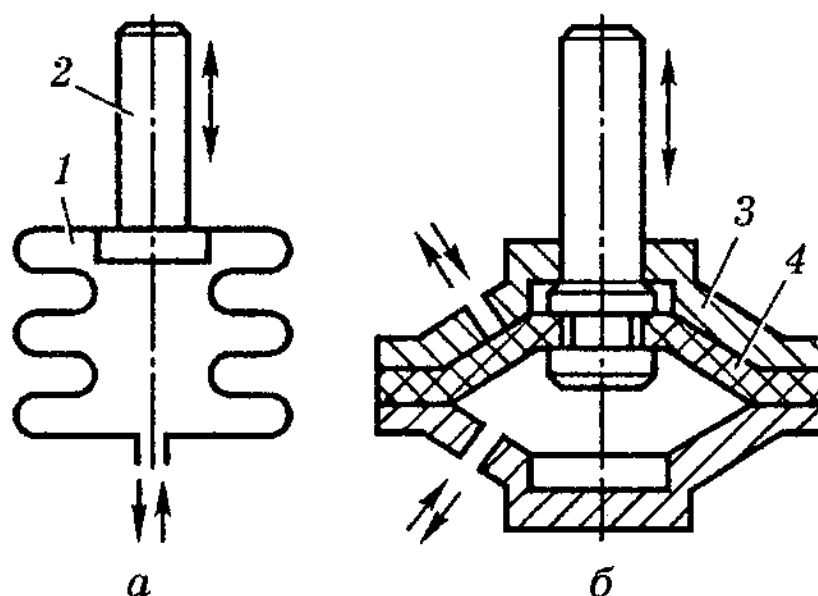


Рис. Сильфонний (зліва) та мембранний (справа) гідроциліндри:
1 - сильфон; 2 - шток; 3 - корпус; 4 - мембрана

Поворотний гідродвигун - це такий гідродвигун, у якого кут повороту вихідної ланки обмежений (не перевищує 360°).

Їх поділяють на поршневі, пластинчасті і мембранні. Поршневий поворотний гідродвигун застосовують, наприклад, для приводу ножів проріджувача цукрових бур'яків типу ПСА-2,7.

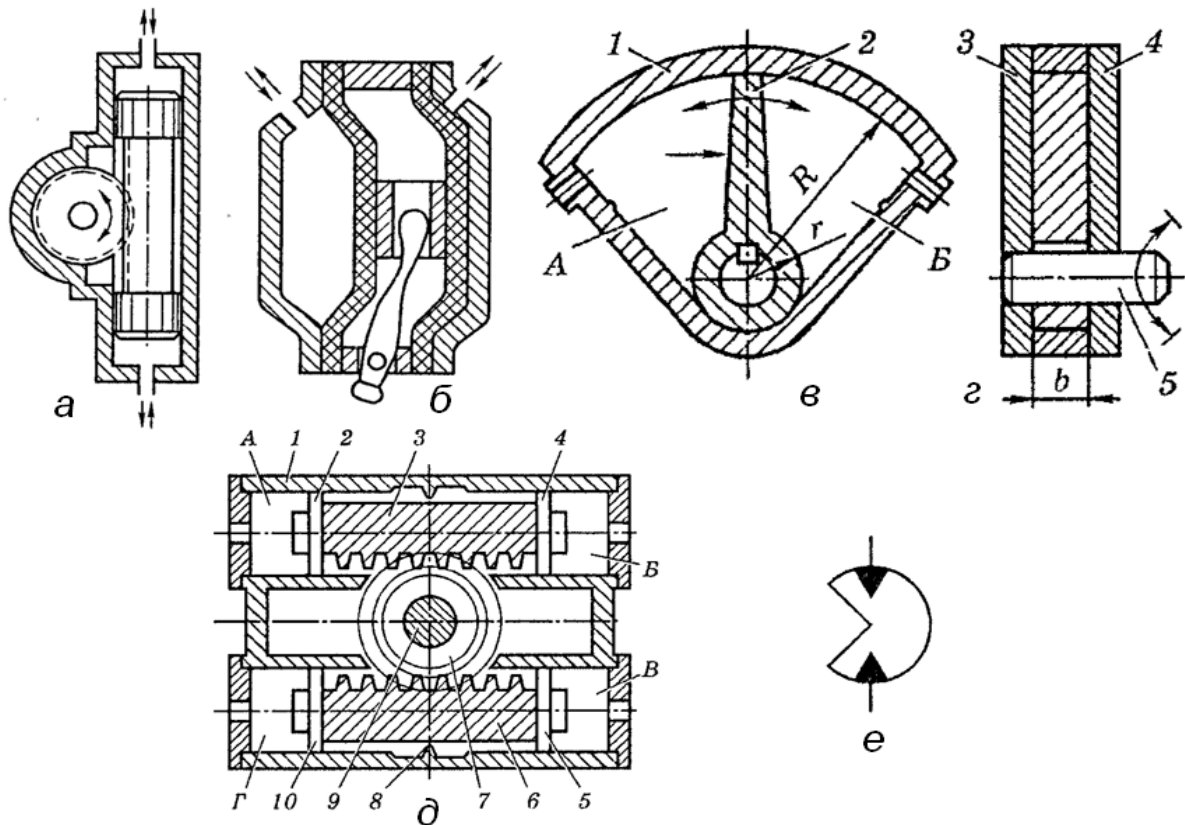


Рис. Поворотні гідродвигуни:

а - двопоршневий однорейковий; б - мембранний; в - однопластинчастий; г - вид збоку; д - чотирипоршневий дворейковий; е - умовне позначення поворотних гідродвигунів на схемах