ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема: Вивчення конструкції та випробовування 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 гідроприводу.

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 залежністю

$$P = P_{вих} - P_{вх}, \tag{2}$$

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, $с^{-1}$ – 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 шестерен вони бувають з зовнішнім і внутрішнім зачепленням, дивитись рисунок 4.1.

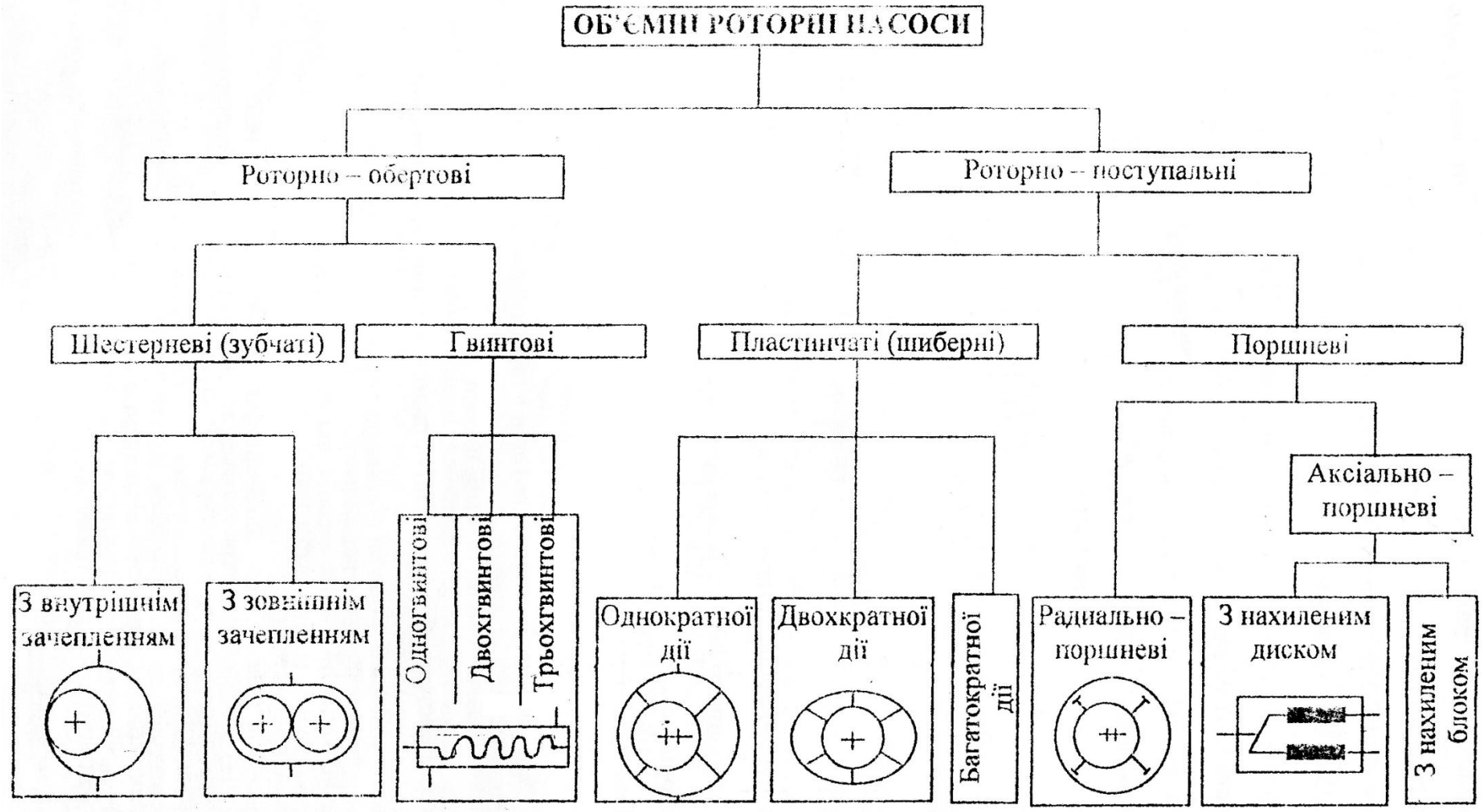
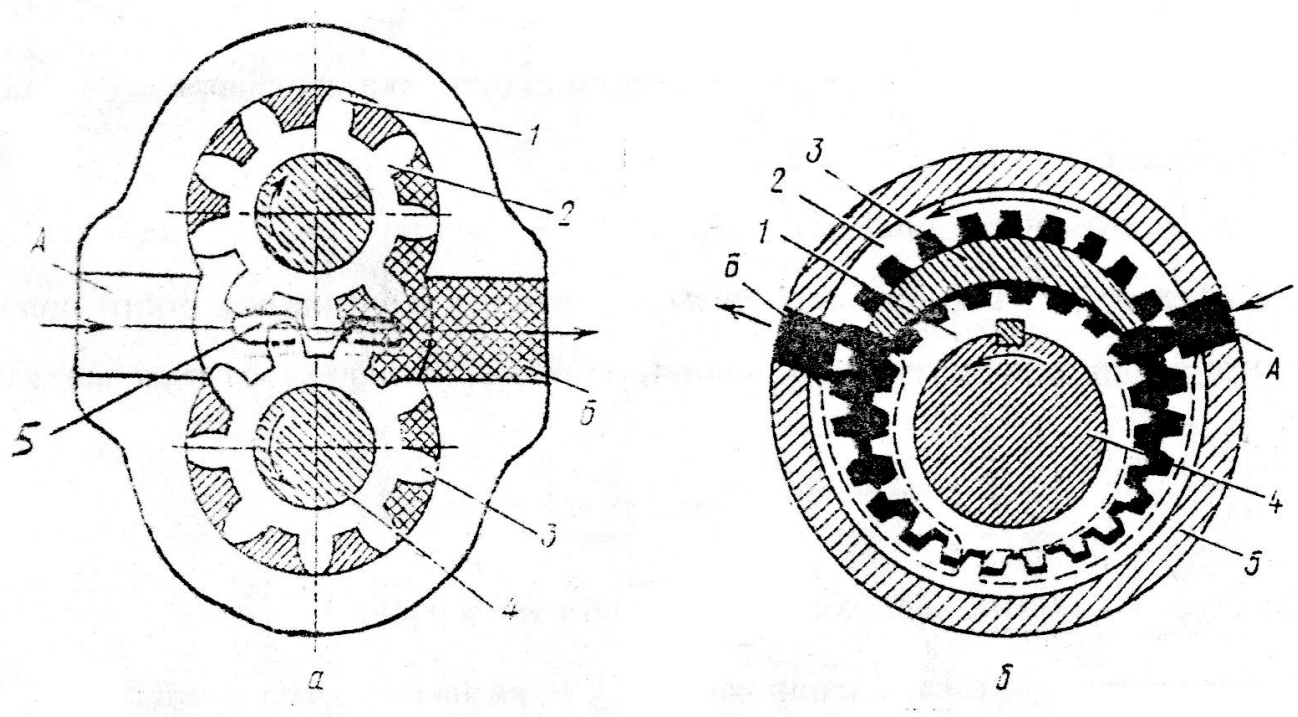


Рисунок 4.1. Класифікація об’ємних роторних насосів, що застосовуються в об’ємних гідроприводах сільськo-господарської техніки

Принцип дії шестерневих насосів з зовнішнім зачепленням полягає в тому, що зуби, при обертанні шестерен, 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.

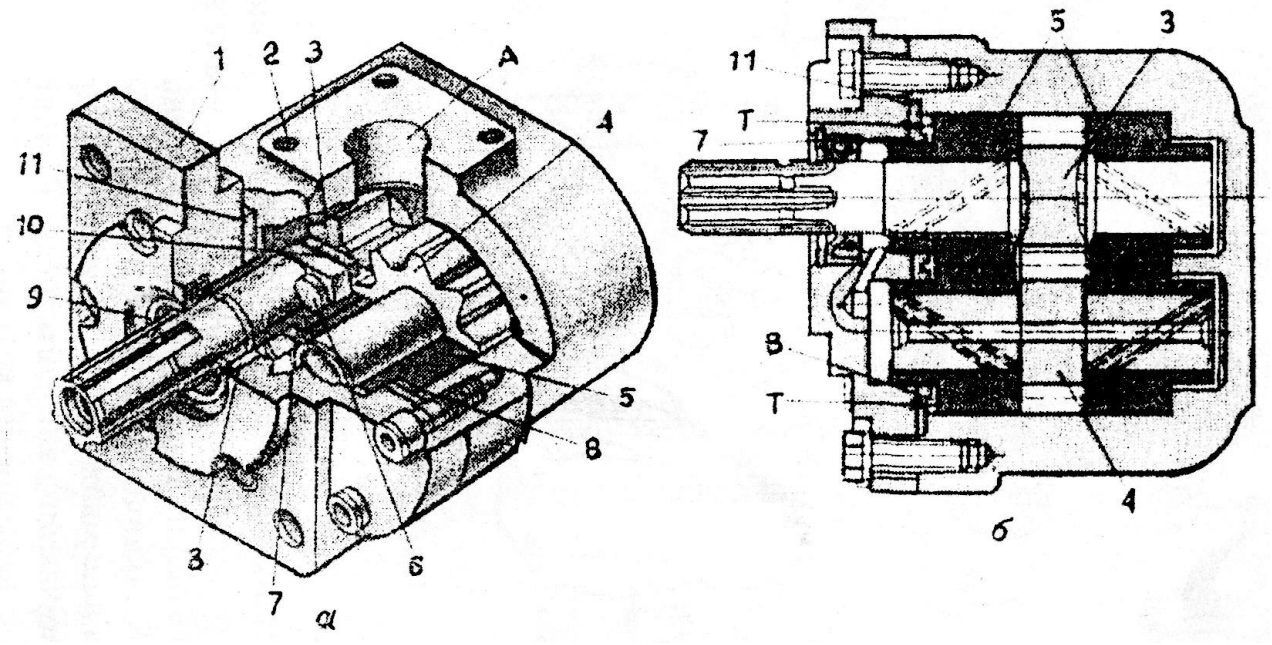
В просторі між виступами зубів зовнішньої і внутрішньої шестерен знаходиться розділювач 3. Робоча камера утворюється простором між зубами зовнішньої і внутрішньої шестерен, розділювачем 3 і боковими кришками.



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.

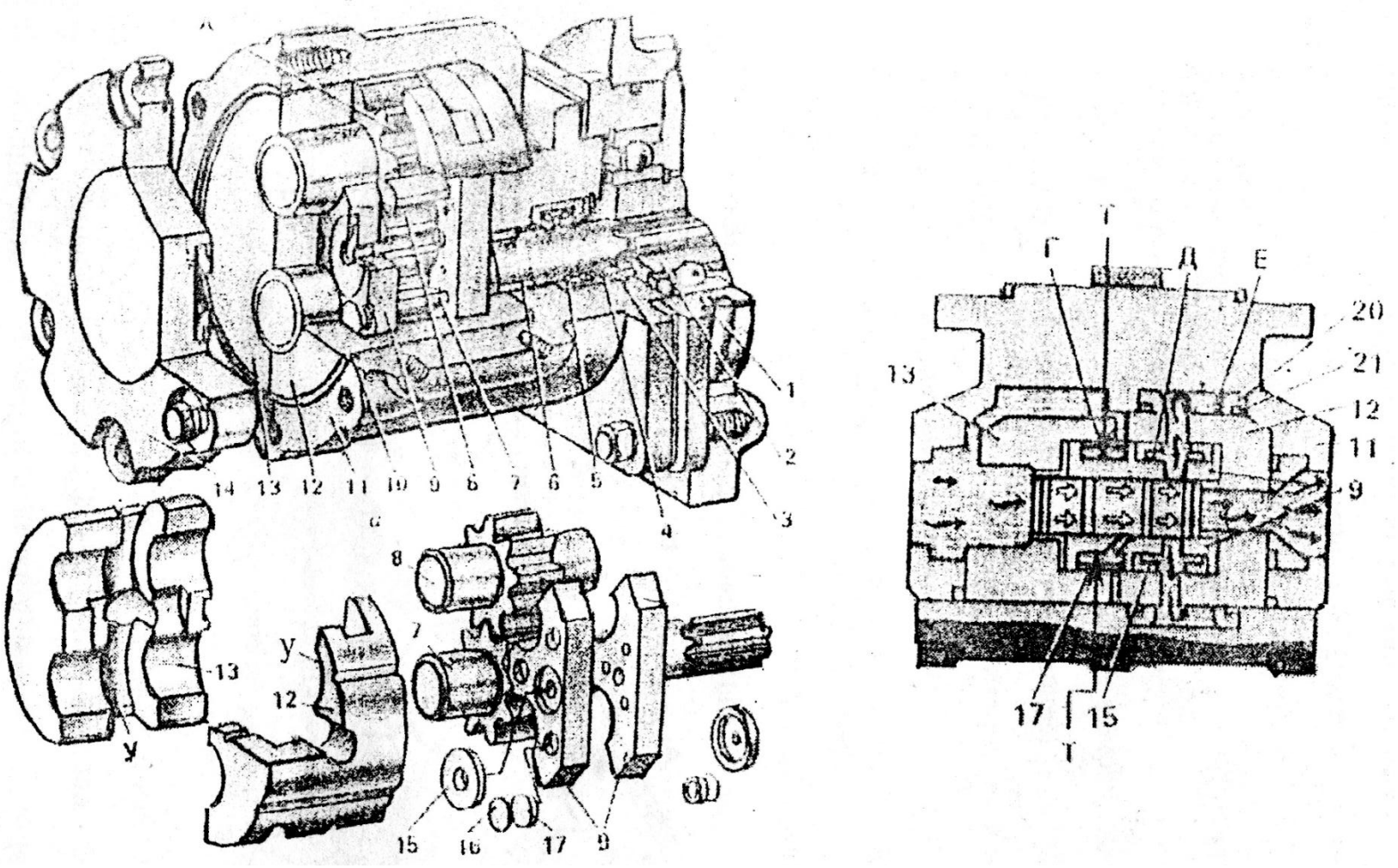
Рисунок 4.2. Схема шестерневих насосів.

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 шестерневого насоса, є величинами постійними, то шестерневі насоси є нерегульованими. Застосовуються вони для живлення гідроприводів невеликої потужності з дросельним 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.

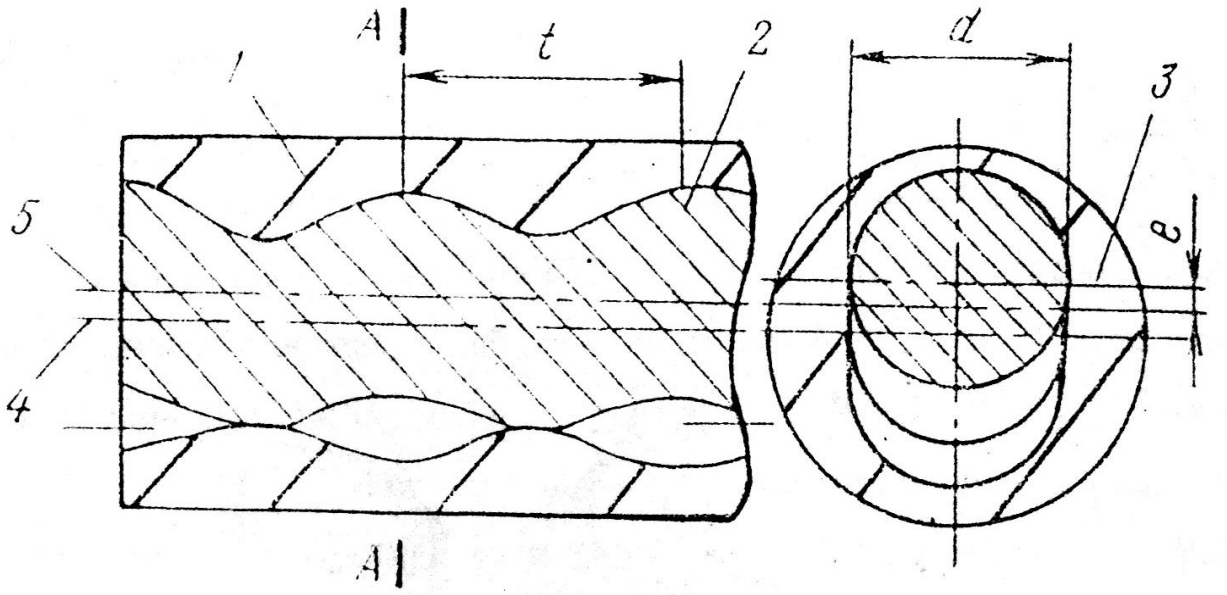
На рисунку 4.6. показаний трьохгвинтовий насос. Центральний (середній) гвинт 4 є ведучим, а два бокові гвинти 3 - веденими. Корпус 1, дві відстані (ступені) бокових гвинтів і одна відстань (ступінь) центрального

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.

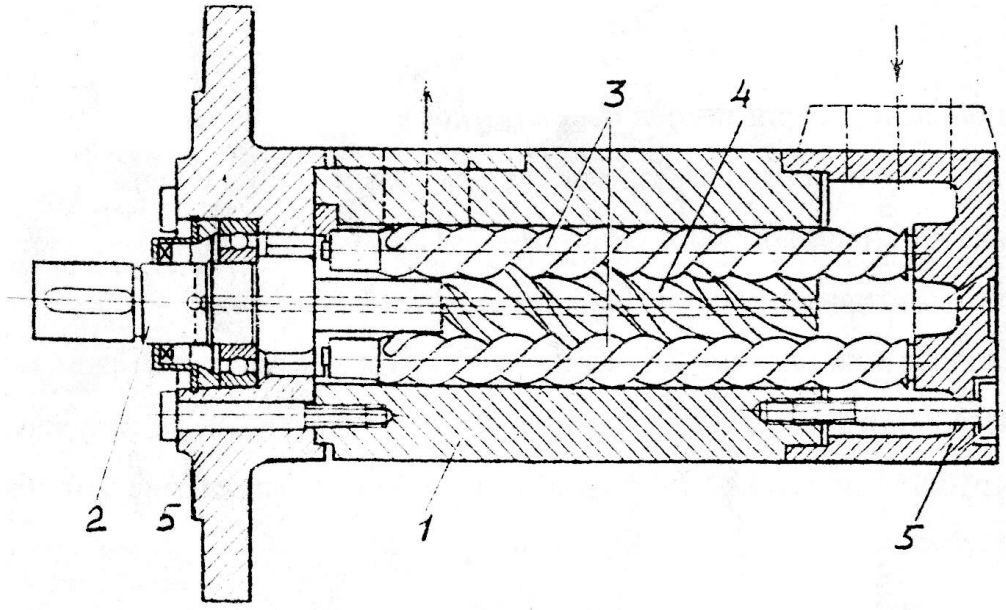
Це об’ємні роторні насоси обертової дії в яких робочі камери утворюються поверхнями ротора, статора, двох суміжних пластин і бокових кришок. Пластинчатий насос складається з вала, статора і ротора, в пазах якого розташовані пластини, рисунок 2.7. Ротор насоса розташований ексцентрично відносно статора.

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.



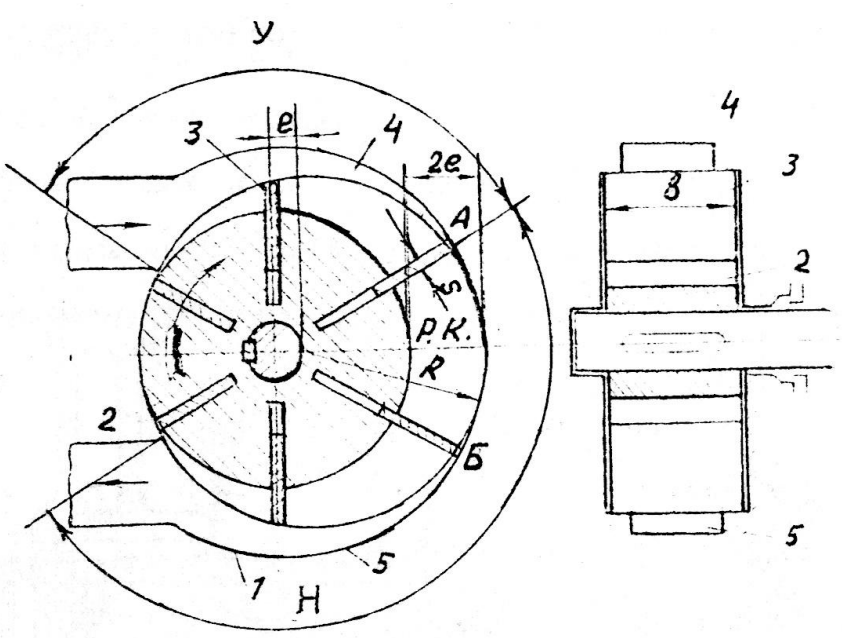
1 — двохзахідна гумова обойма; 2 — однозахідний стальний гвинт; 3 — геометричний центр поперечного перерізу гвинта; 4 — вісь гвинтової поверхні статора; 5 — вісь гвинтової поверхні гвинта (ротора).

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.

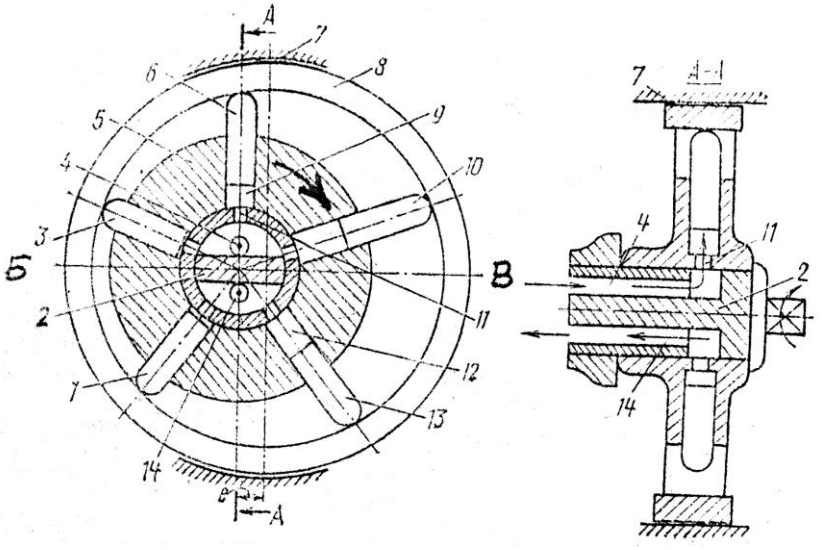
Рисунок 4.7 Схема пластинчатого насоса

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).

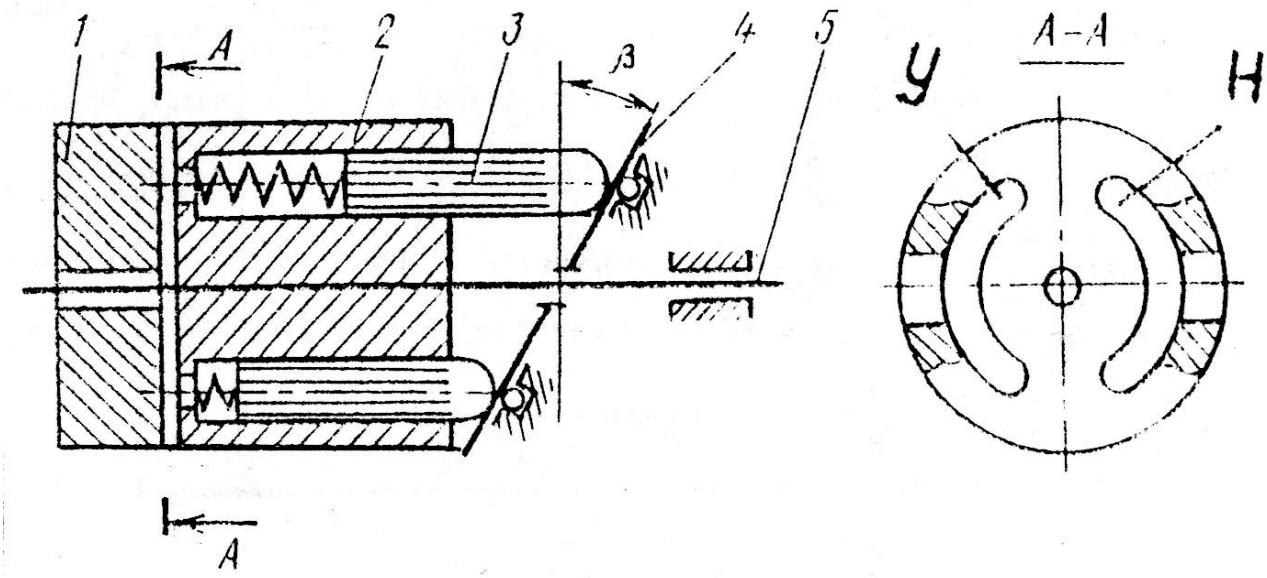
Рисунок 4.8. Схема радіально – поршневого насоса.

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.

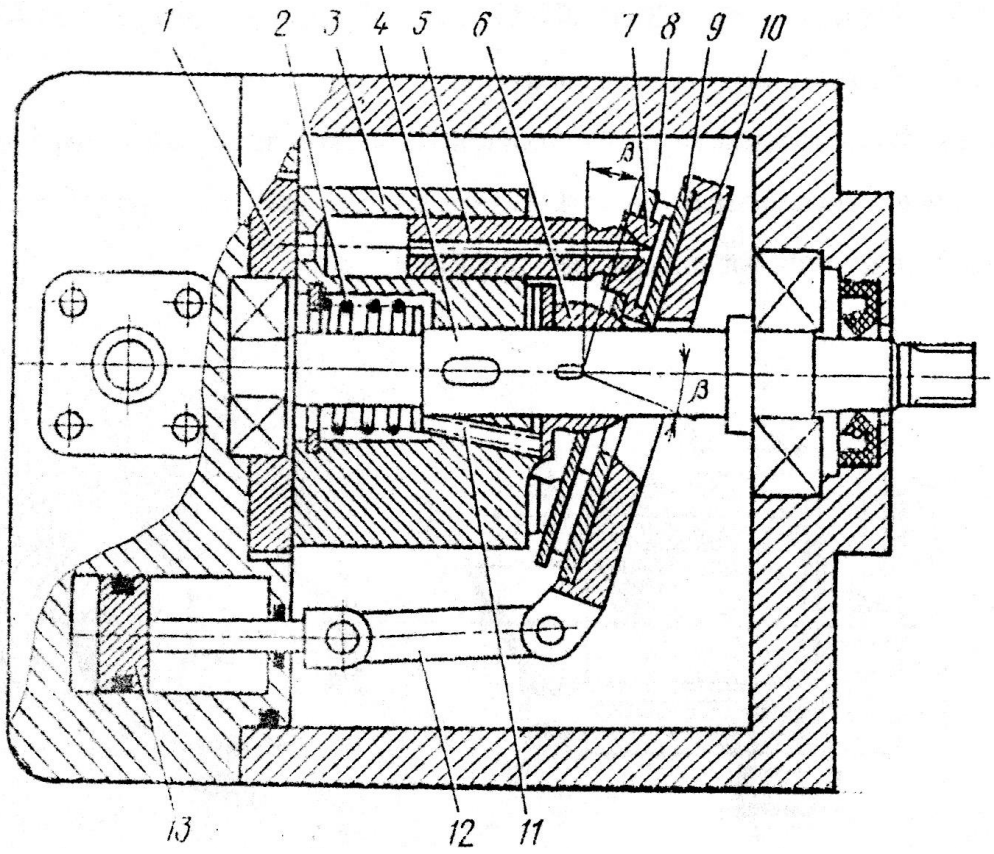


1 – розподільчий диск; 2 – блок циліндрів; 3 – поршень; 4 – нахилений диск; 5 – вал. У, Н – вікна в розподільчому диску, відповідно, усмоктування і нагнітання.

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.

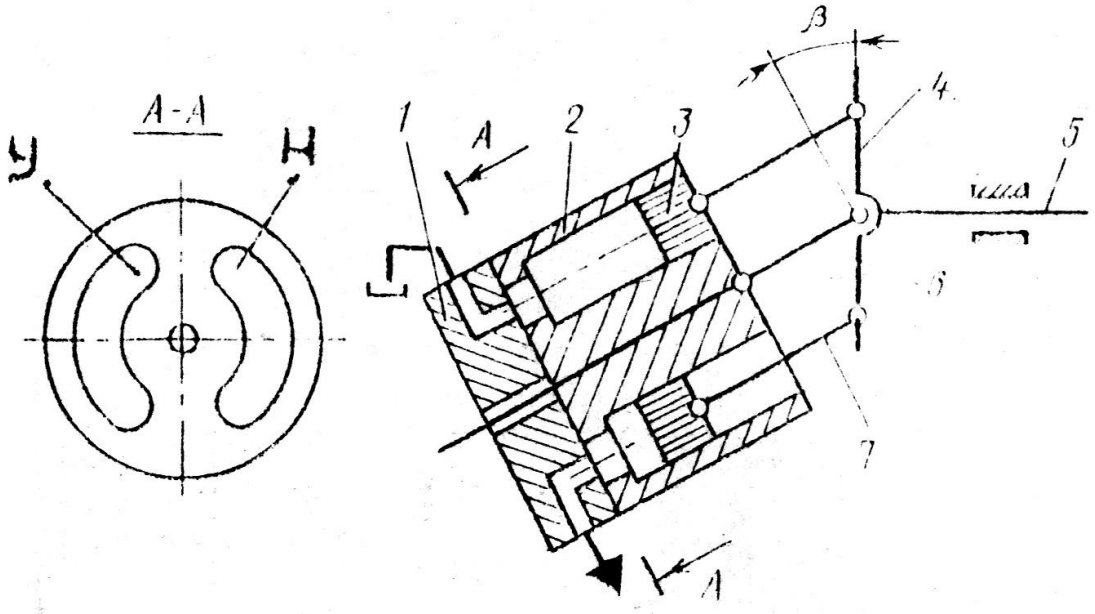
Принцип роботи цих насосів полягає в наступному: при обертанні блока циліндрів поршні, торкаючись нахиленого диска, під дією пружин і завдяки нахилу диску поступово виходять з циліндрів усмоктуючи при цьому рідину, див. рис 2.9 (верхнє положення), а потім, також поступово, втискуються в циліндри, завдяки 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.

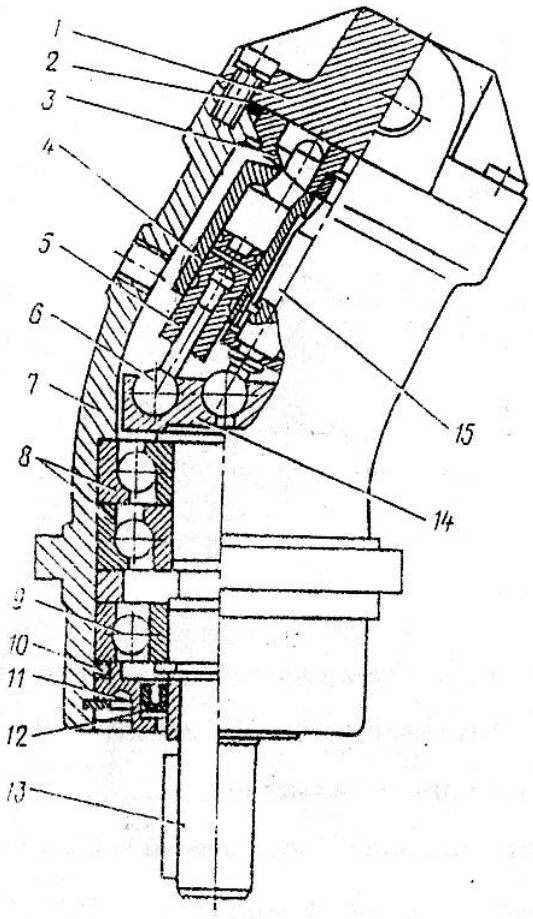
Рисунок 4.10. Аксіально – поршневий насос з нахиленим диском з шарнірним зв’язком поршнів.

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.



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.