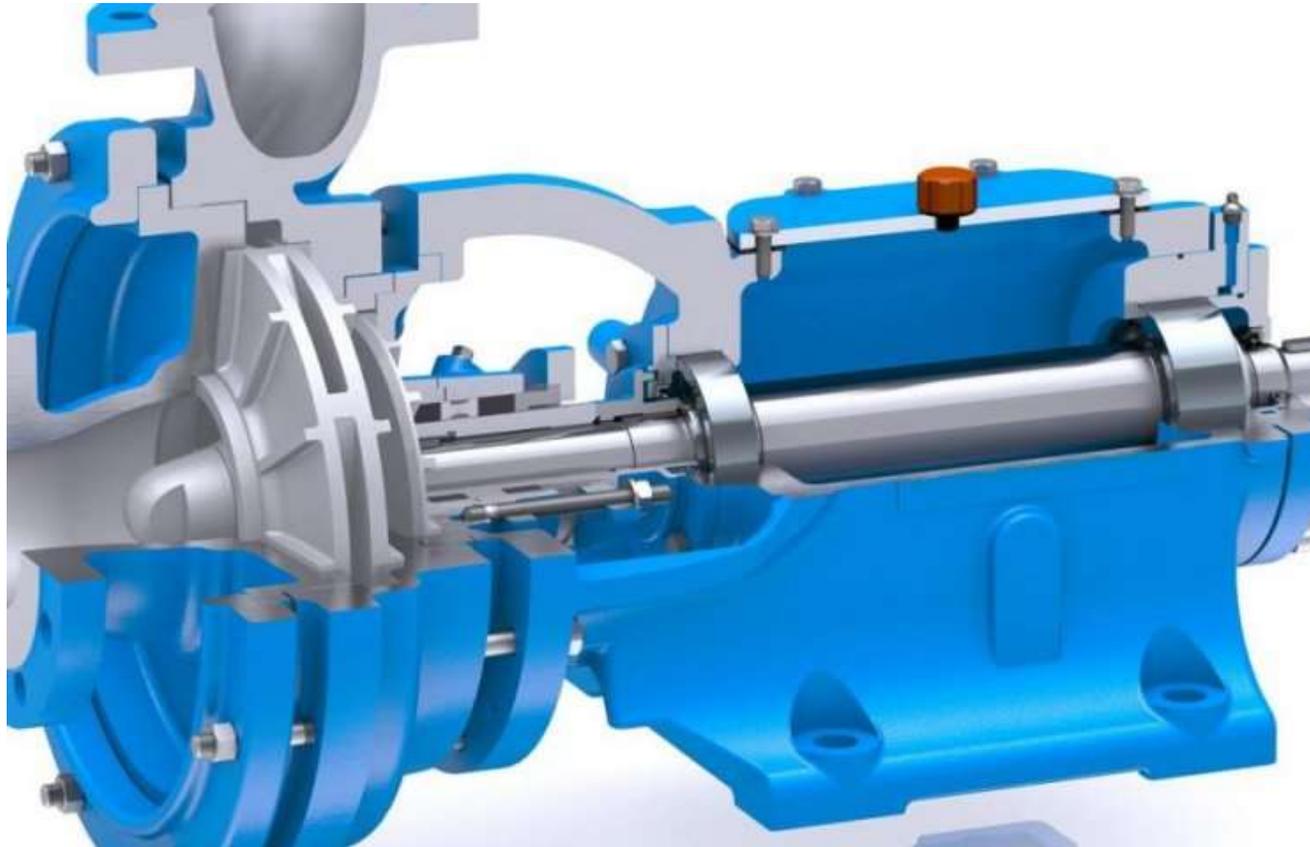


Роторные гидромашины



Доцент ОНД ИШПР
Холодная Галина Евгеньевна

Роторные гидромашины

Роторными насосами называются гидравлические машины, работающие, как и поршневые насосы, по принципу вытеснения жидкости.

Достоинства:

1. Малая удельная масса и объем
2. Возможность регулирования и реверса
3. Высокий КПД
4. Высокая быстроходность
5. Большая надежность
6. Большая равномерность подачи
7. Отсутствие всасывающих и нагнетающих клапанов

Роторные гидромашины

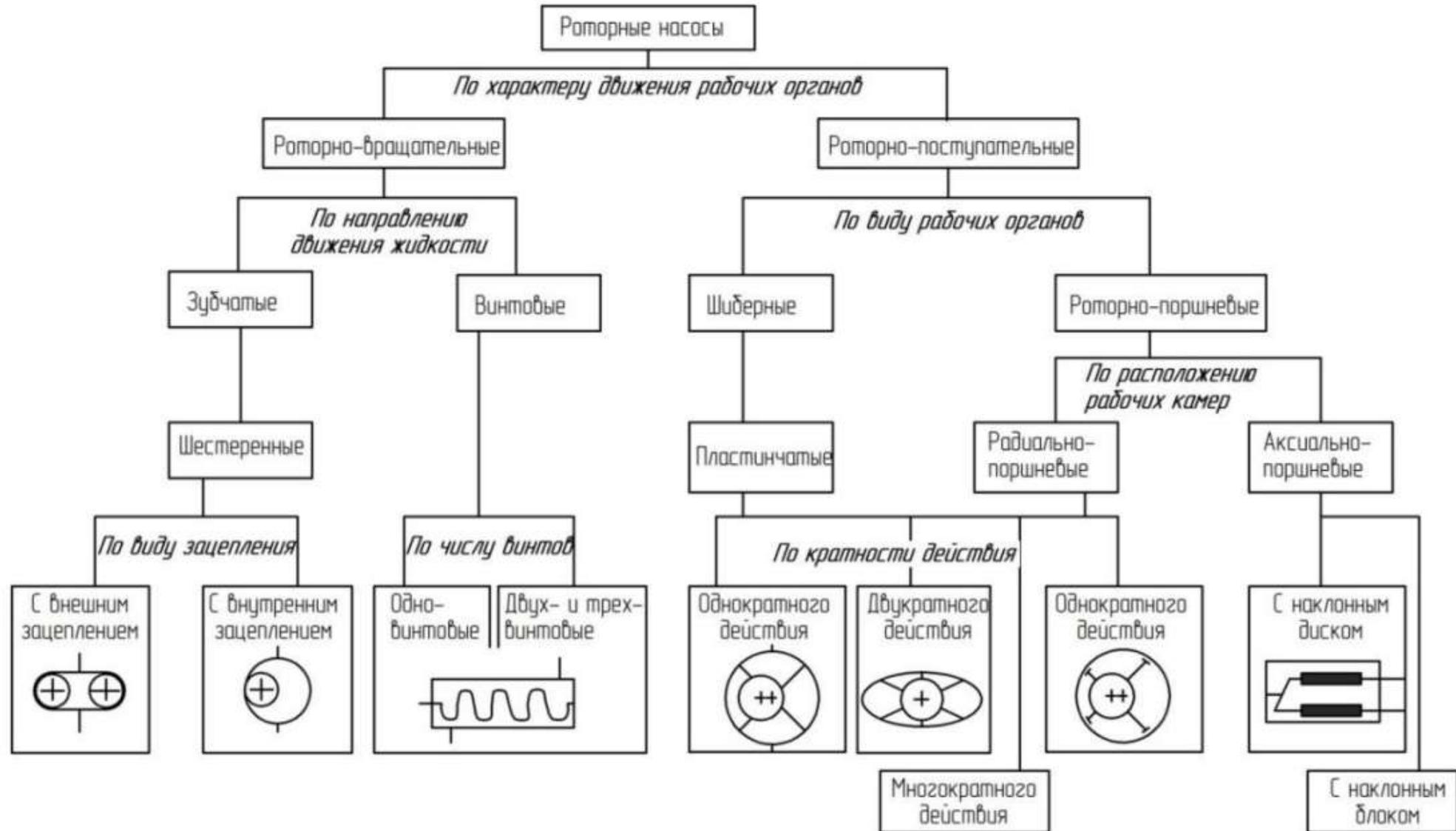
Роторный насос состоит из **3 основных частей**:

- Статор (неподвижный корпус);
- Ротор;
- Вытеснитель (один или несколько)

Рабочий **процесс состоит из 3 этапов**:

- Заполнение рабочих камер жидкостью;
- Замыкание рабочих камер и их перенос;
- Вытеснение жидкости из рабочих камер

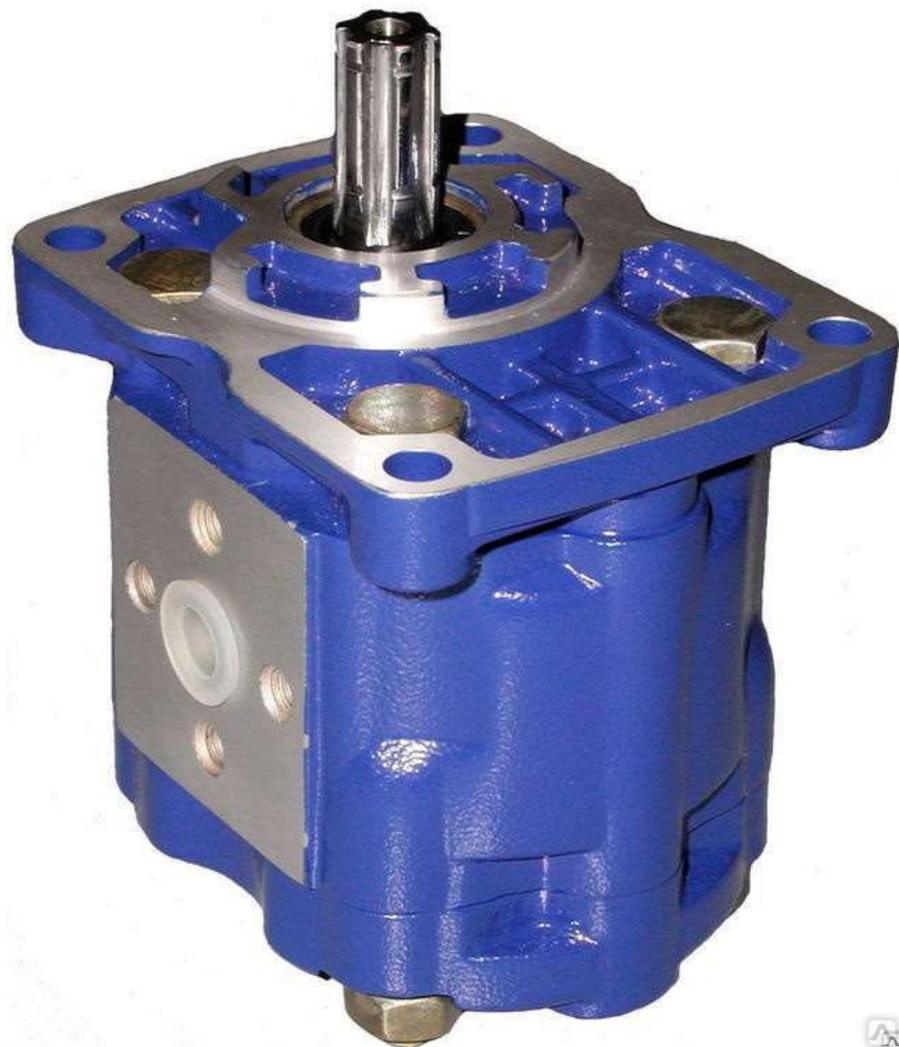
Классификация роторных гидромашин



Роторные гидромашины

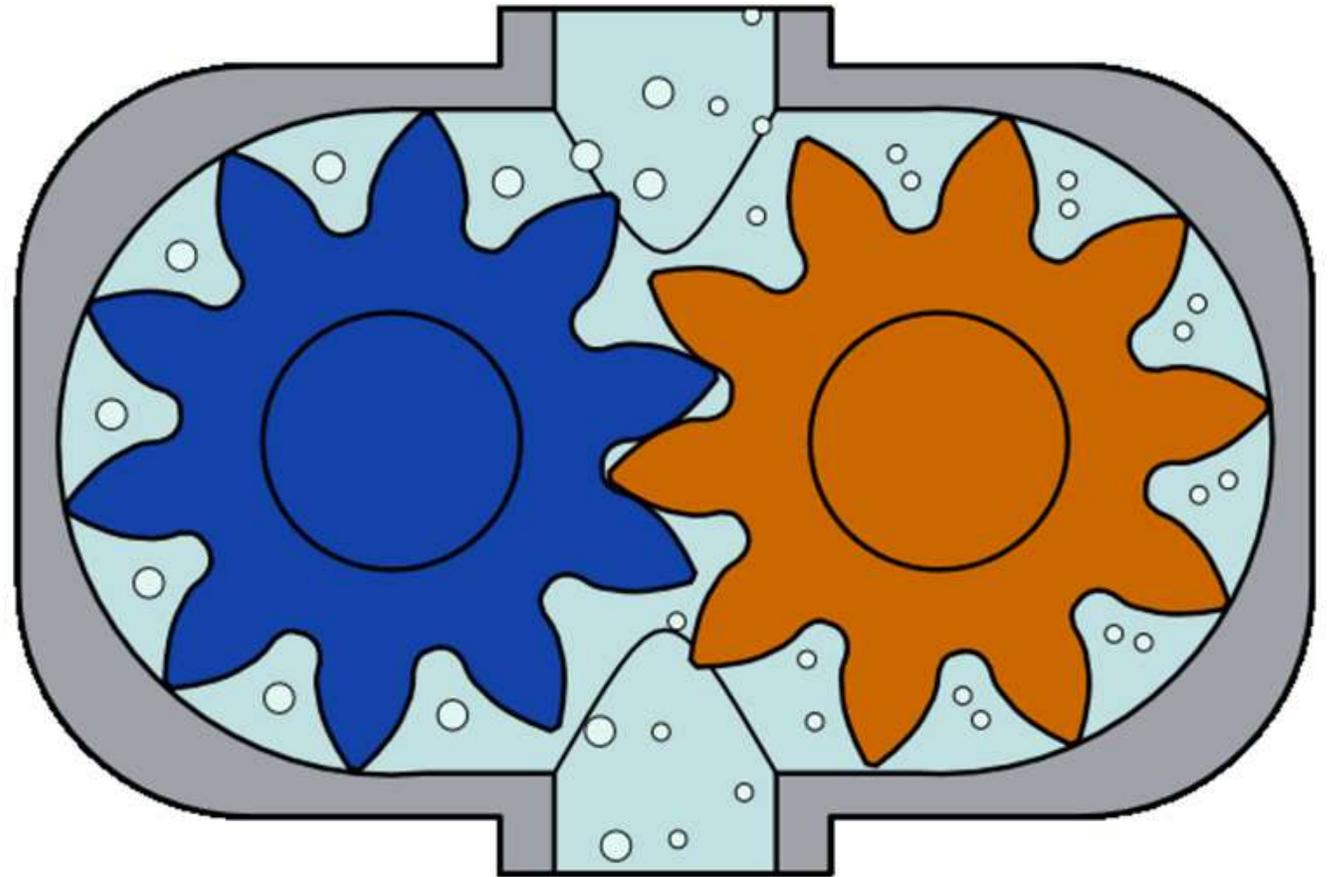
- Обратимость, т.е. способность роторных насосов работать в качестве гидродвигателей;
- Большая быстроходность ($n = 2000 \dots 5000$ об/мин);
- Способность работать только на чистых, неагрессивных и смазывающих жидкостях

Шестеренные насосы



Шестеренные насосы

Шестеренный насос состоит из 2 находящихся в зацеплении шестерен, помещенных в плотно охватывающий их корпус. Самые распространенные среди объемных гидромашин.



Шестеренные насосы

Применение в нефтегазовой отрасли:

- в системах смазки буровых насосов;
- насосы для закачки воды в пласты;
- в системах транспортирования нефти, и нефтепродуктов по внутрипромысловым и магистральным трубопроводам;
- в гидроприводах механизмов перемещения и выравнивания вышечно-лебёточных блоков буровых установок

Шестеренные насосы

ПРОДОЛЖЕНИЕ

- в гидроприводах подъёма вышек агрегатов для капитального и подземного ремонта скважин,
- в гидроприводах приведения в действие гидравлических ключей для свинчивания и развинчивания насосно-компрессорных труб,
- в гидроприводах переключения на замер продукции скважин в установках типа «Спутник».

Шестеренные насосы

Основные параметры:

- Рабочий объем от 0,2 до 200 см³
- Максимальное давление до 30 МПа
- Частота вращения 500...6000 мин⁻¹

Шестеренные насосы

Принцип действия

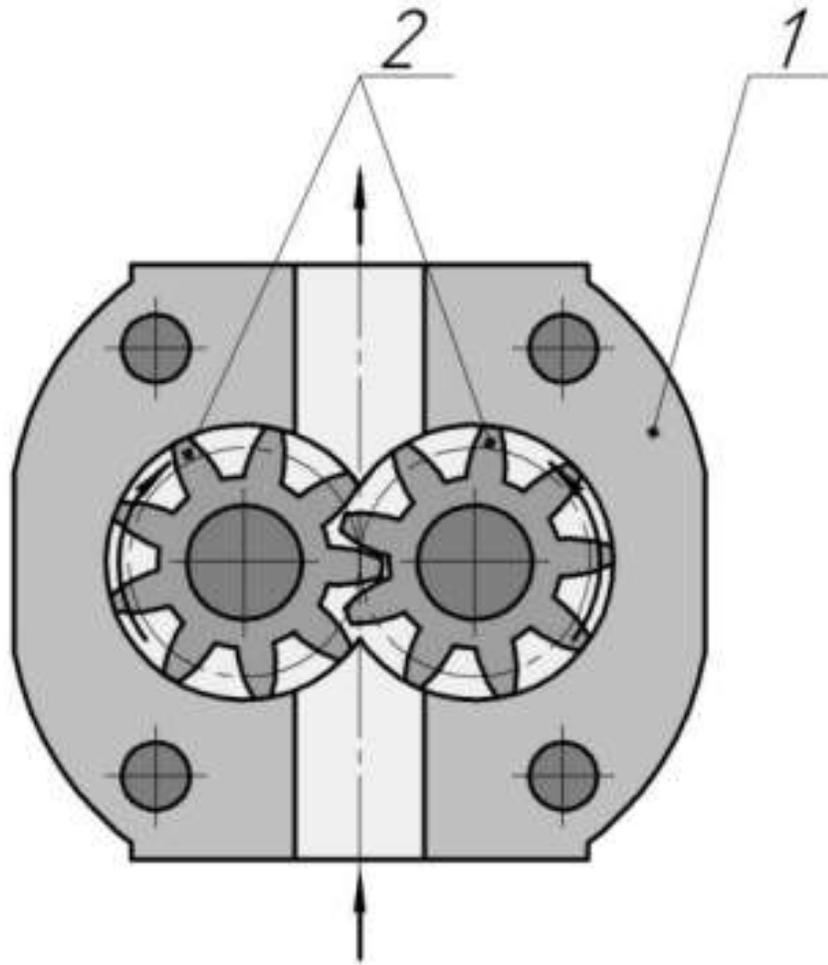
Работа насоса основана на принципе переноса жидкости рабочими камерами из полости всасывания в противоположную полость нагнетания и последующего выдавливания жидкости из рабочих камер вытеснителями.

В шестеренных насосах рабочей камерой является впадина между соседними зубьями шестерни, а вытеснителем – зуб шестерни.

Классификация шестеренчатых насосов



Двухшестеренные насосы



Конструкция двухшестеренного насоса
1 – корпус; 2 – шестерни

Подача насоса

$$Q = \frac{2\pi d_0 m b n \eta_V}{60}$$

где $h = 2m$ – высота зуба;

b – ширина шестерни;

$S = \pi d_0$ – длина окружности по делительному диаметру;

d_0 – делительный диаметр шестерен;

m – модуль зацепления, м;

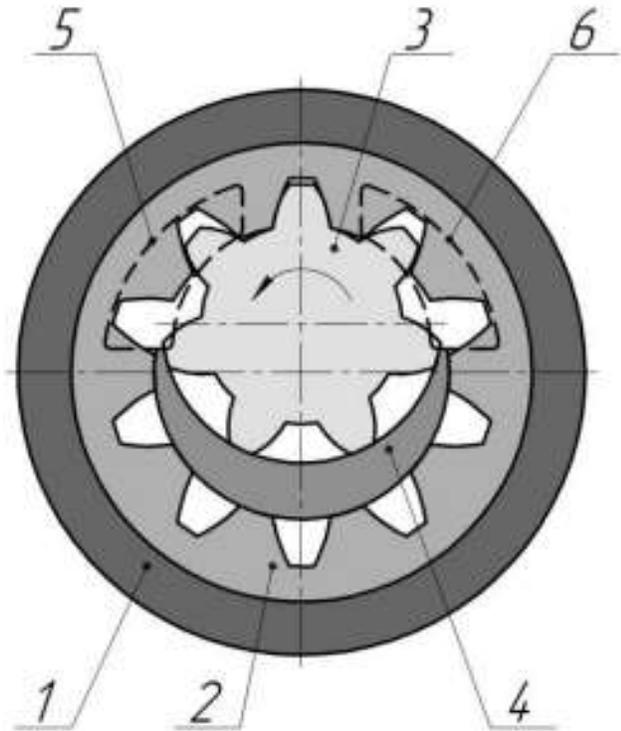
n – частота вращения, мин^{-1} ;

$\eta_V = 0,7..0,9$ – объемный КПД;

$\eta_M = 0,6..0,7$ – механический КПД;

$z = 6..16$ – число зубьев;

Шестеренные насосы внутреннего зацепления



Шестеренный насос внутреннего зацепления: 1 – корпус; 2 – шестерня внутреннего зацепления; 3 – ведущая шестерня; 4 – разделитель; 5 – входное окно; 6 – выходное окно

Подача насоса

$$Q = \frac{2\pi m^2 b z n \eta_V}{60},$$

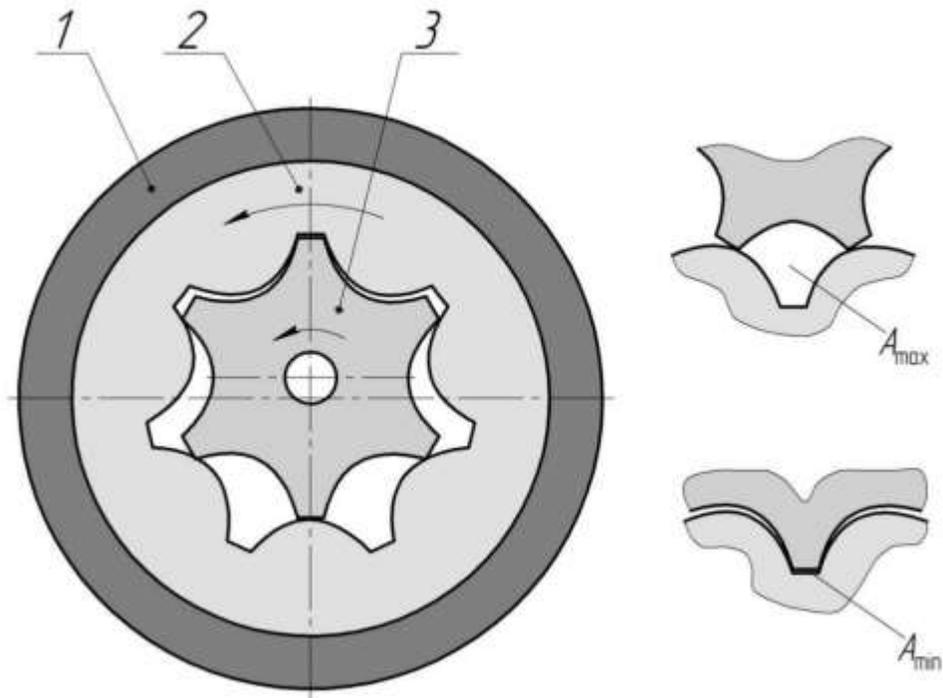
z – число зубьев ведущей шестерни

Основные параметры:

- Рабочий объем от 3 до 250 см³;
- Максимальное давление до 30 МПа;
- Частота вращения 500...3000 мин⁻¹

Героторные насосы

В героторных насосах ротор совершает планетарное движение и имеет на 1 зуб меньше, чем статор с внутренними зубцами.



Героторный насос

1 – корпус; 2 – колесо внутреннего зацепления; 3 – приводное колесо

Подача насоса

$$Q = \frac{z(A_{\max} - A_{\min})bn\eta_v}{60},$$

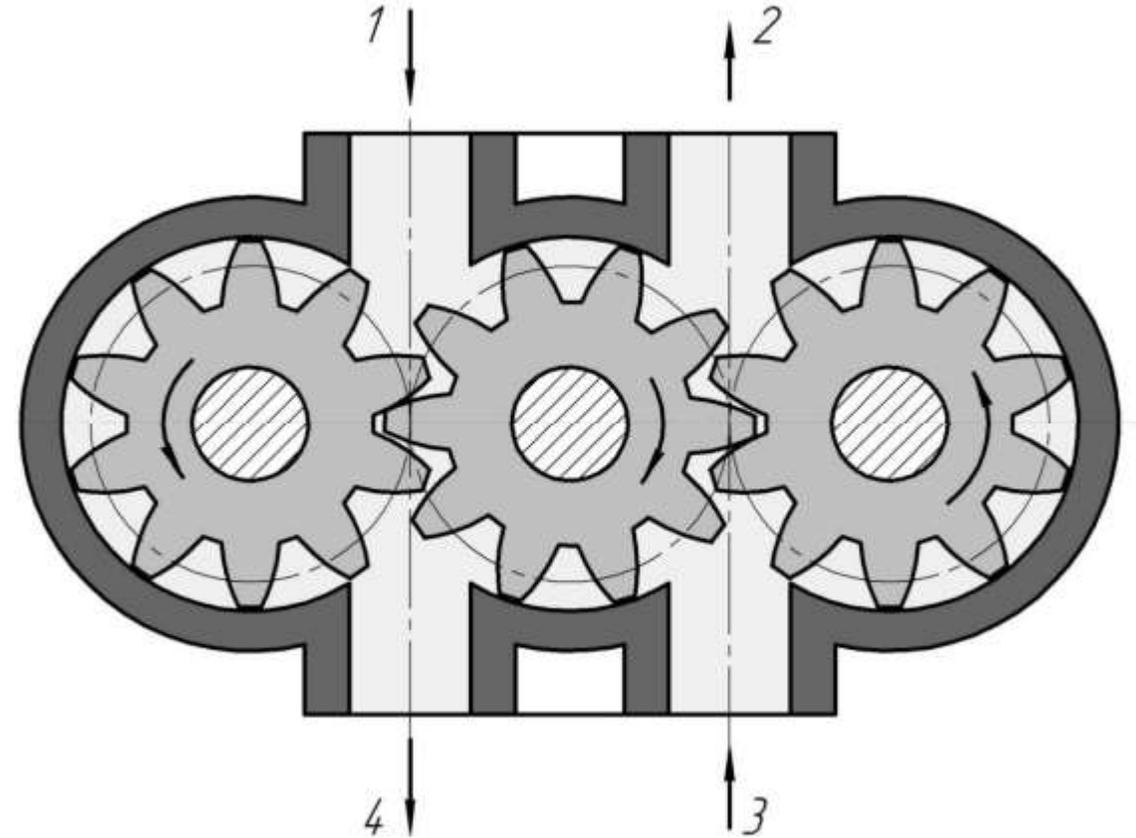
где z – число зубьев ротора;
 A – площадь межзубьевой камеры, м^2 ;
 b – ширина зуба, м ;
 n – частота вращения, мин^{-1} ;
 η_v – объемный КПД.

Многошестеренные насосы

Многошестеренные насосы с 1-й ведущей шестерней.

Могут иметь до 7 шестерен.

Применяются для увеличения подачи.



Многошестеренный насос

Насосы с отдельными приводными шестернями

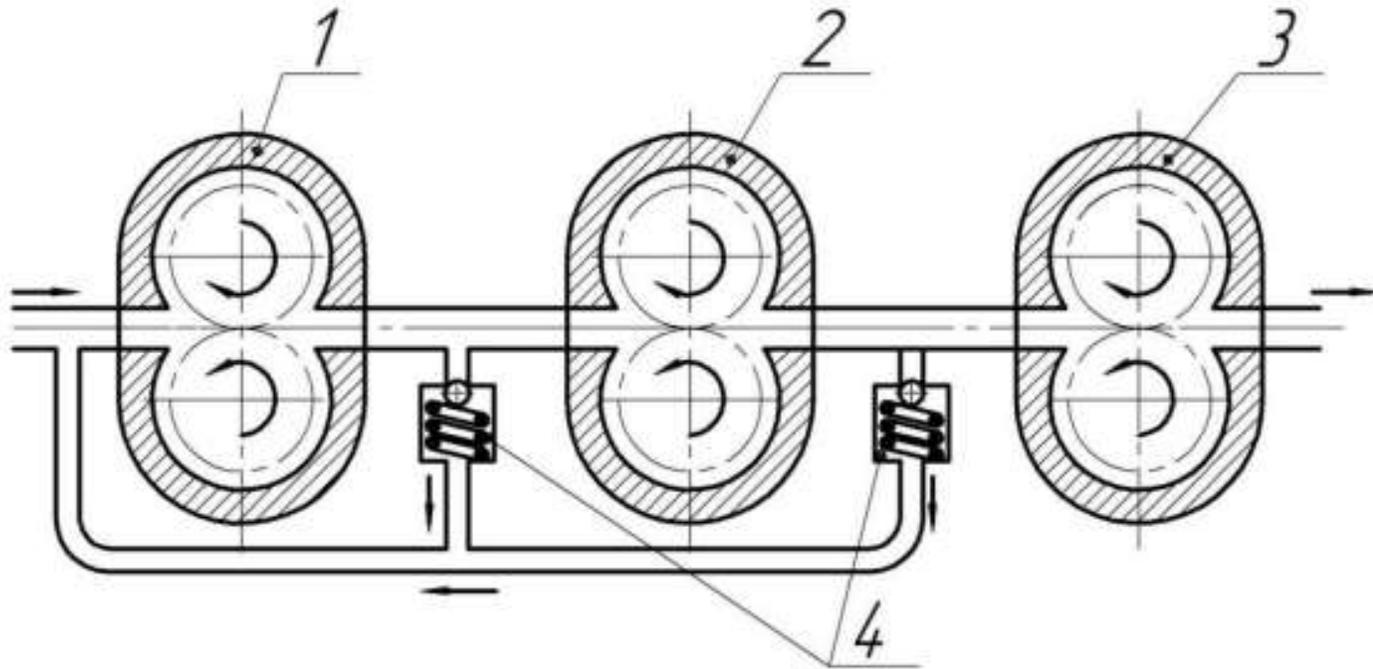


Схема трёхступенчатого шестеренного насоса
1, 2, 3 – ступени; 4 – переливные клапана

Применяются для увеличения давления.

Каждая ступень имеет переливной клапан для отвода излишка жидкости.

Клапаны настраиваются на соответствующее давление

Насосы с раздельными приводными шестернями

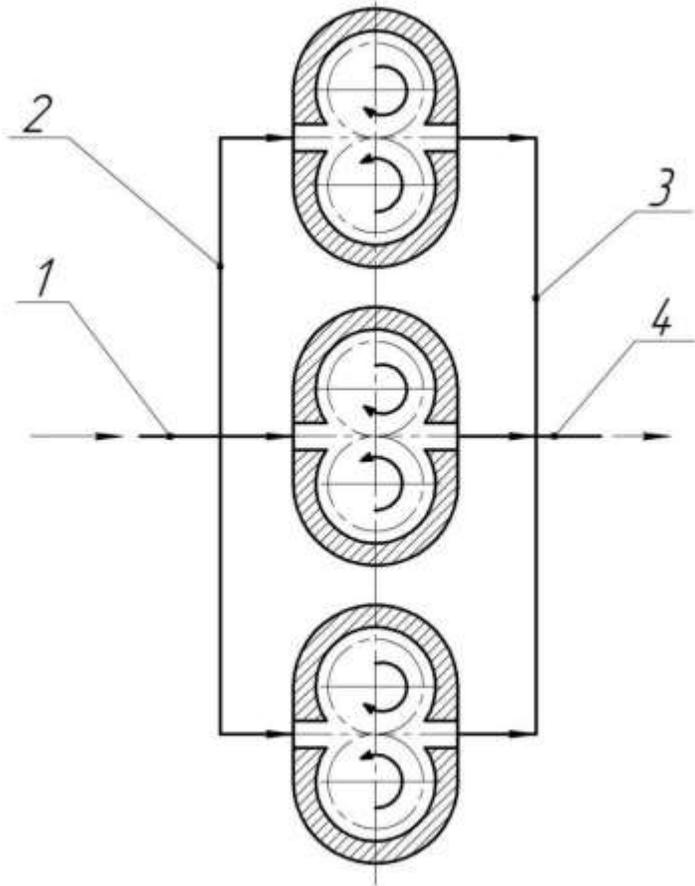
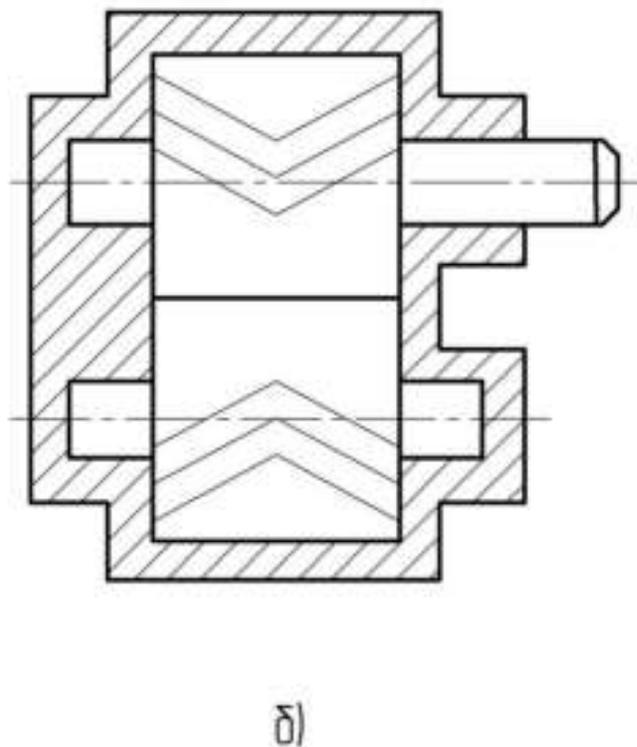
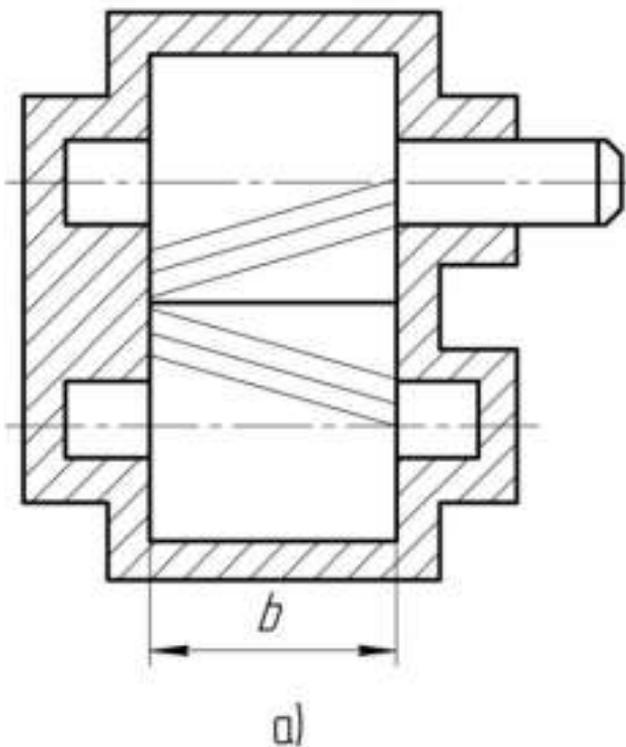


Схема трёхрядного шестеренного насоса
(служит для увеличения подачи)

Косозубые и шевронные насосы



Достоинства:
более плавная и
бесшумная работа,
меньше пульсация.

Шестеренные насосы косозубыми (а) и
шевронными (б) колесами

Косозубые и шевронные насосы

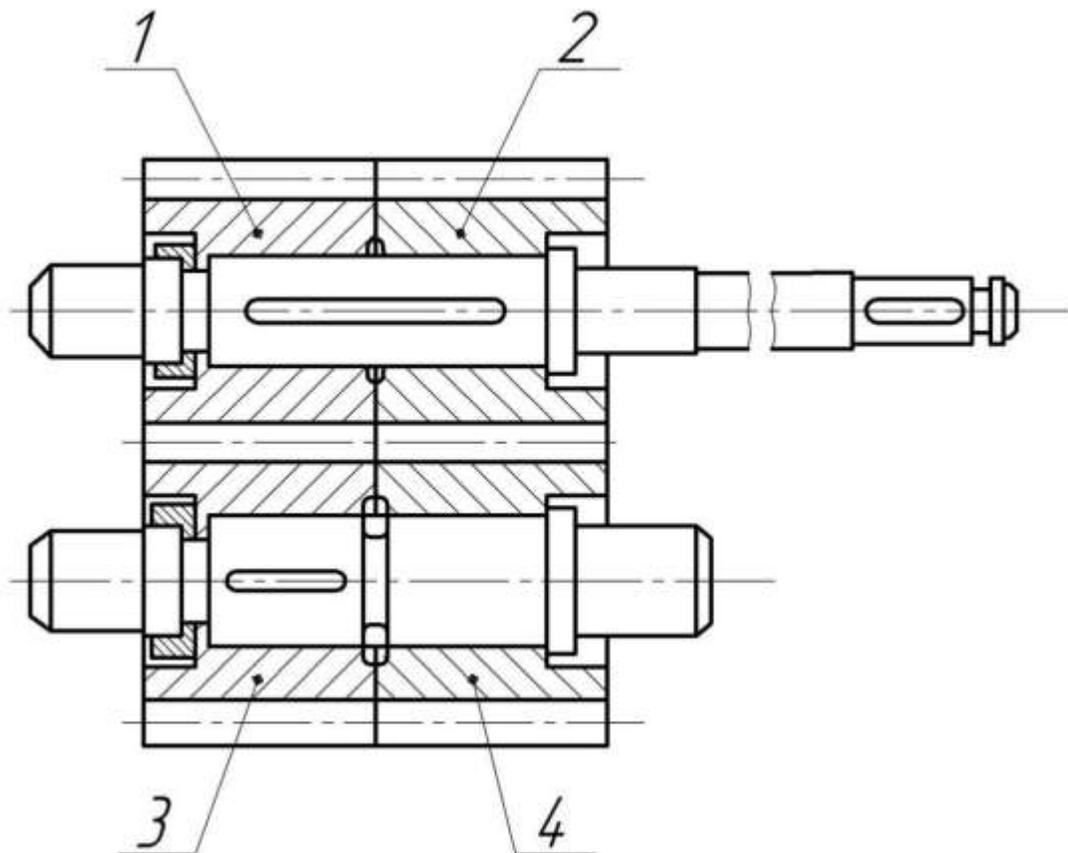


Схема насоса с составными шевронными шестернями

Шевронные колеса делают составными.

Допускают более высокие скорости и имеют больший срок службы.

Применяют при больших подачах и сравнительно невысоких давлениях.

Хорошо работают на высоковязких жидкостях и жидкостях, содержащих газы.

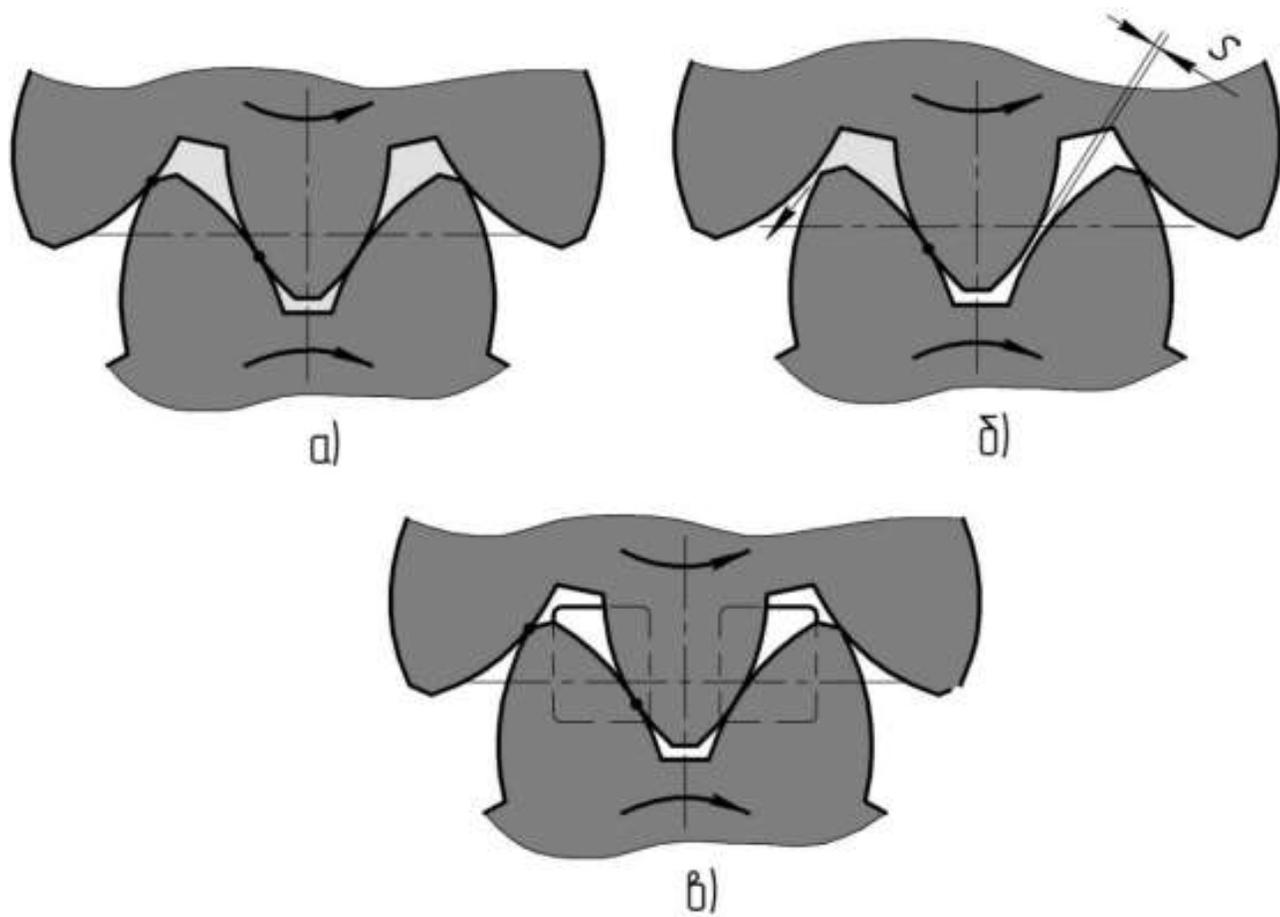
Конструктивные особенности шестеренных насосов

Компрессия

При известных условиях часть жидкости может быть заперта (защемлена) во впадинах между зацепляющимися зубьями, в результате чего в этих впадинах возникает при вращении шестерен высокое давление (компрессия) жидкости, которое вызовет дополнительную нагрузку подшипников, приведет к нагреванию жидкости и повышению шума

Конструктивные особенности шестеренных насосов

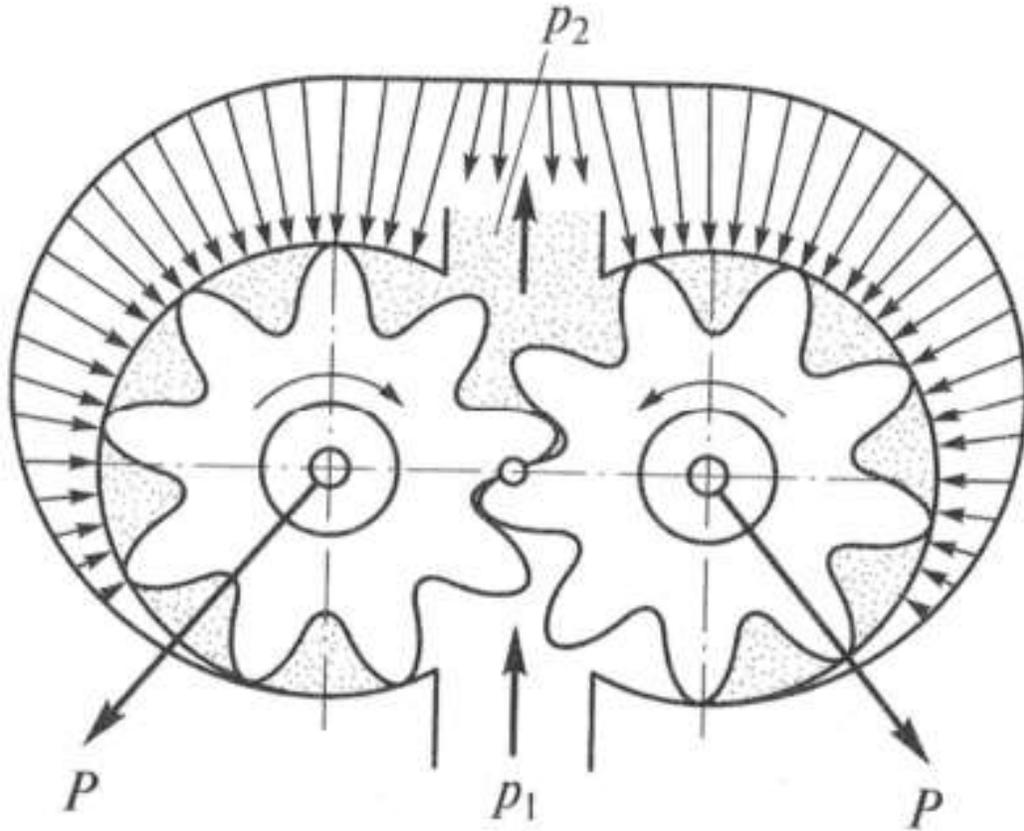
Средства снижения влияния компрессии во впадинах зубье



Компрессия в шестеренных насосах и способы ее снижения:
а – схема запираания жидкости во впадинах;
б – разгрузка с помощью профилирования зубьев;
в – разгрузка с помощью глухих канализационных канавок с небольшой глубины, выполненных на боковых крышках насоса

Конструктивные особенности шестеренных насосов

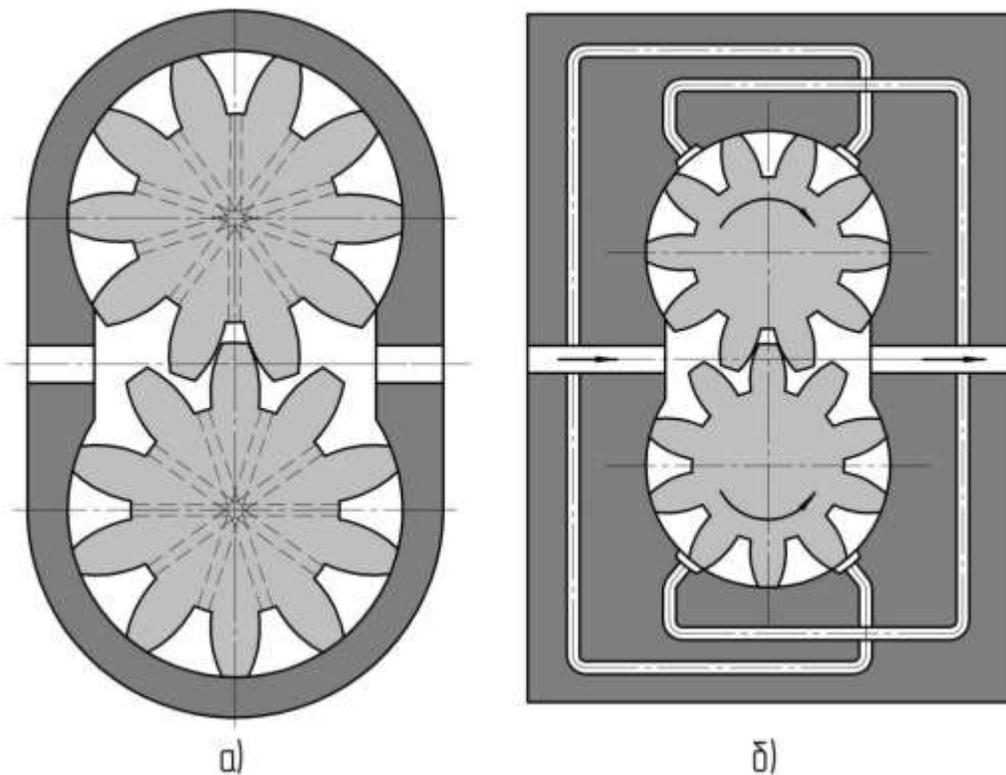
Средства разгрузки вала от действия одностороннего радиального давления



Распределение
давления жидкости по
окружности шестерен

Конструктивные особенности шестеренных насосов

Средства разгрузки вала от действия одностороннего радиального давления



Схемы разгрузки шестерен от действия одностороннего радиального давления

а – радиальными каналами;

б – гидравлическим противодействием

Конструктивные особенности шестеренных насосов

Способы снижения объёмных потерь мощности

Утечки происходят через радиальный зазор и торцевой зазор (75–80 %).

В современных насосах, предназначенных для работы при высоких давлениях более 10 МПа (100 кгс/см²), применяют устройства для автоматического уплотнения шестерен по их торцам.

Конструктивные особенности шестеренных насосов

Способы снижения объёмных потерь мощности

Для этой цели служат две подвижные плавающие втулки 3 из антифрикционного материала, которые давлением жидкости в камерах 4 прижимаются к торцовым поверхностям шестерен 2.

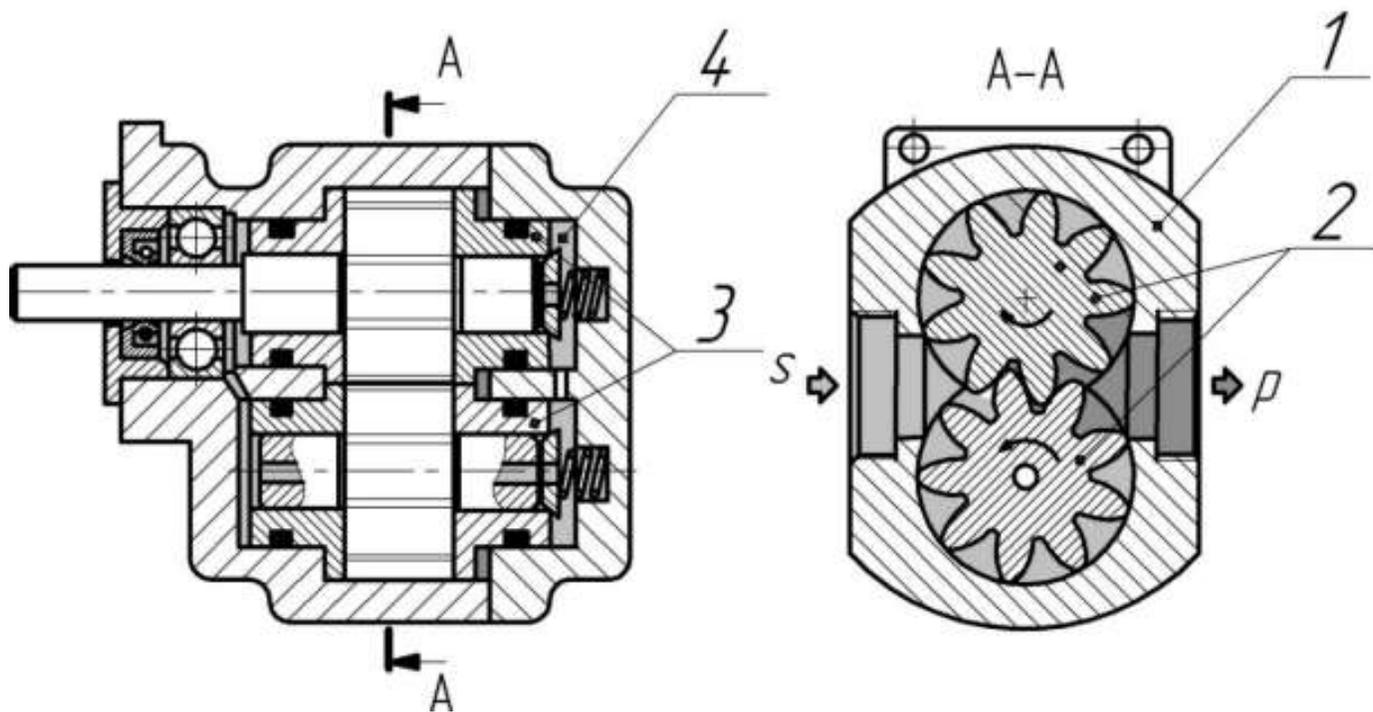


Схема насоса с плавающими торцовыми втулками: 1 – корпус; 2 – шестерни; 3 – плавающие втулки; 4 – камеры

Конструктивные особенности шестеренных насосов

Способы снижения объёмных потерь мощности

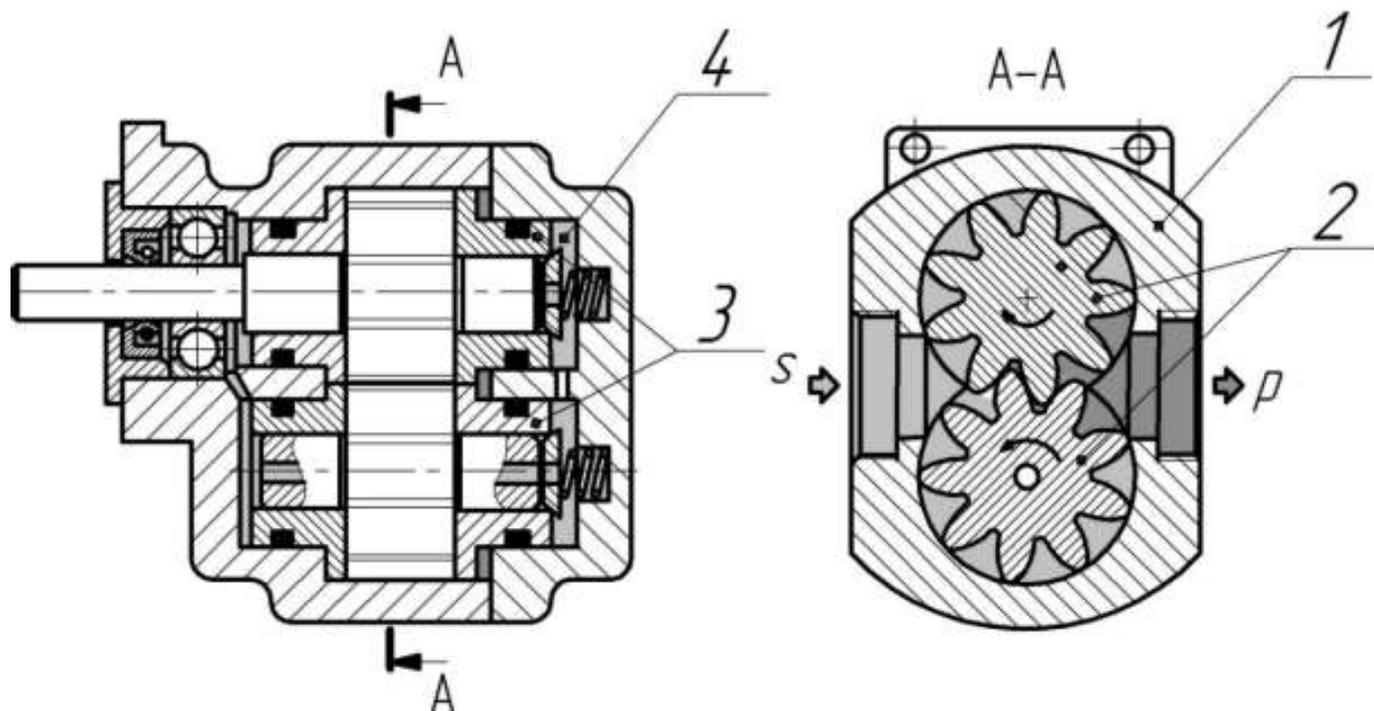


Схема насоса с плавающими торцовыми втулками: 1 – корпус; 2 – шестерни; 3 – плавающие втулки; 4 – камеры

При работе насоса с нулевым давлением втулки поджимаются к шестерням пружинами. Втулки посажены в колодцы корпуса с минимальным радиальным зазором

Конструктивные особенности шестеренных насосов

Обозначение насосов

Шестеренные насосы НШ-10, НШ-32, НШ-46, НШ-67, НШ-98.

НШ – насос шестеренный;

10 – подача в литрах на 100 оборотов вала насоса, $\text{дм}^3 / 100 \text{ об.}$

Винтовые насосы



Винтовые насосы

Принцип действия

Перекачивание жидкости происходит за счёт перемещения её вдоль оси винта в камере, образованной винтовыми канавками и поверхностью корпуса.

Винты, входя винтовыми выступами в канавки смежного винта, создают замкнутое пространство, не позволяя жидкости перемещаться назад.

Предназначены для перекачивания жидкостей различной степени вязкости, газа или пара, в том числе и их смесей.

Эти насосы могут работать при давлениях до 30 МПа.

Винтовые насосы

Применение в нефтегазовой промышленности:

- Одновинтовые насосы применяются для подъёма воды и нефти из скважин.
- В системах смазки насосных и газоперекачивающих агрегатов.
- В технологических процессах нефтехранилищ и нефтебаз.
- В гидроприводах машин и механизмов агрегатов для подземного и капитального ремонта скважин.

Винтовые насосы

Достоинства:

- Высокая равномерность подачи.
- Минимум движущихся частей.
- Отсутствие клапанов и сложных проточных каналов. Меньшие габариты и вес.
- Бесшумность работы.
- Надежность.
- Возможность перекачивать загрязненные жидкости и жидкости большой вязкости.
- Способны транспортировать глинистые и цементные растворы, масла, пасты, кремы и другие неньютоновские жидкости.
- Возможность превращения в гидравлические двигатели.

Винтовые насосы

Недостатки:

- Сложность и высокая стоимость изготовления насоса;
- Нерегулируемость рабочего объёма;
- Нельзя пускать вхолостую без перекачиваемой жидкости, так как в этом случае повышается коэффициент трения деталей насоса и ухудшаются условия охлаждения; в результате насос может перегреться и выйти из строя.

Винтовые насосы

Основные параметры:

- *КПД 80–90 %*
- *Подача 1,5..500 м³/ч*
- *Давление до 30 МПа*
- *Скорости вращения до 10000 об/мин*

Винтовые насосы обычно выполняют с одним, двумя, тремя и пятью винтами, при этом один винт ведущий, а остальные ведомые.

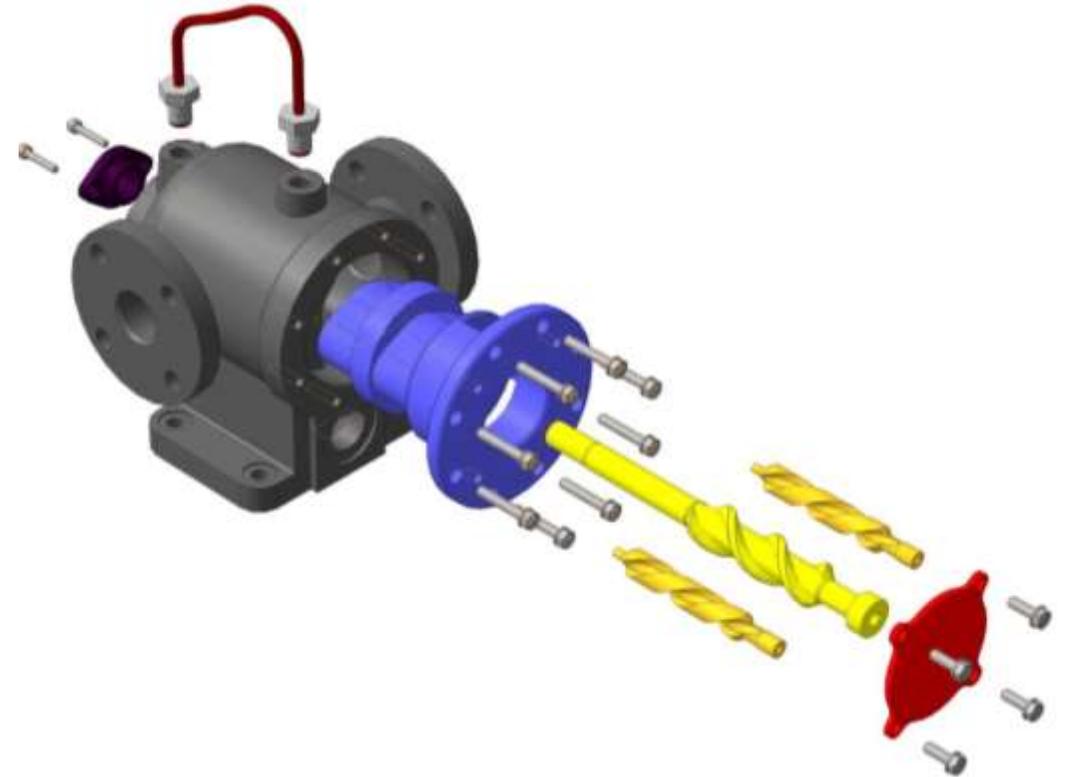
Винты выполняют двухзаходными, они могут иметь прямоугольный, трапециидальный или циклоидальный профиль.

Винтовые насосы

Самые распространенные – трехвинтовые с циклоидальным профилем.

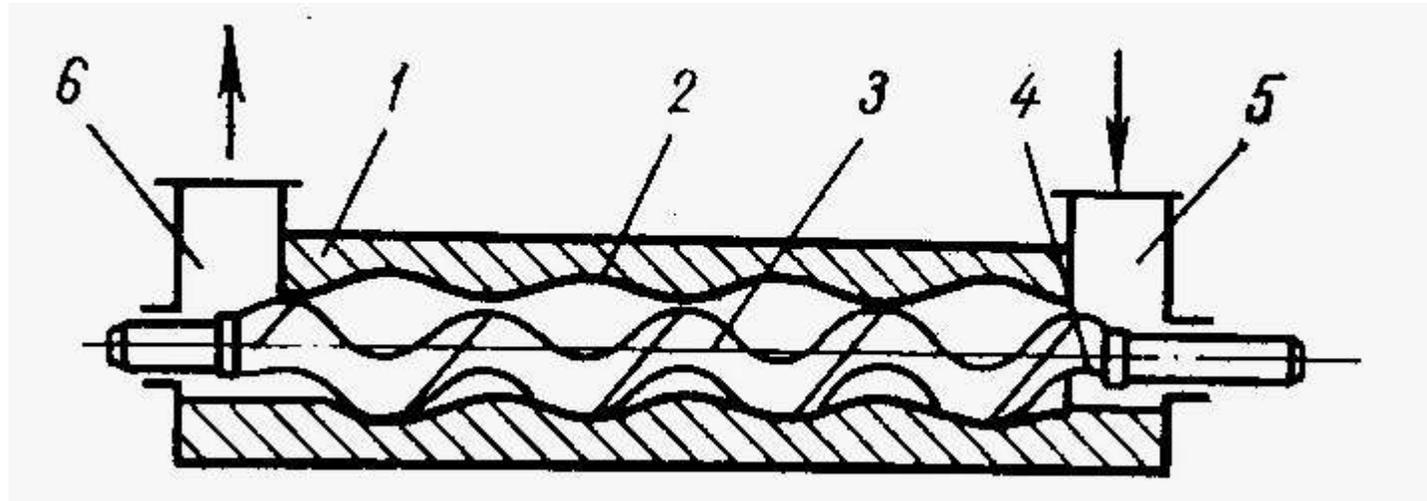
Напор насоса зависит от длины винтов: на 1 шаг t – 2..3 МПа.

Конструктивная особенность – рабочий орган насоса (винт) находится в планетарном движении.



Винтовые насосы

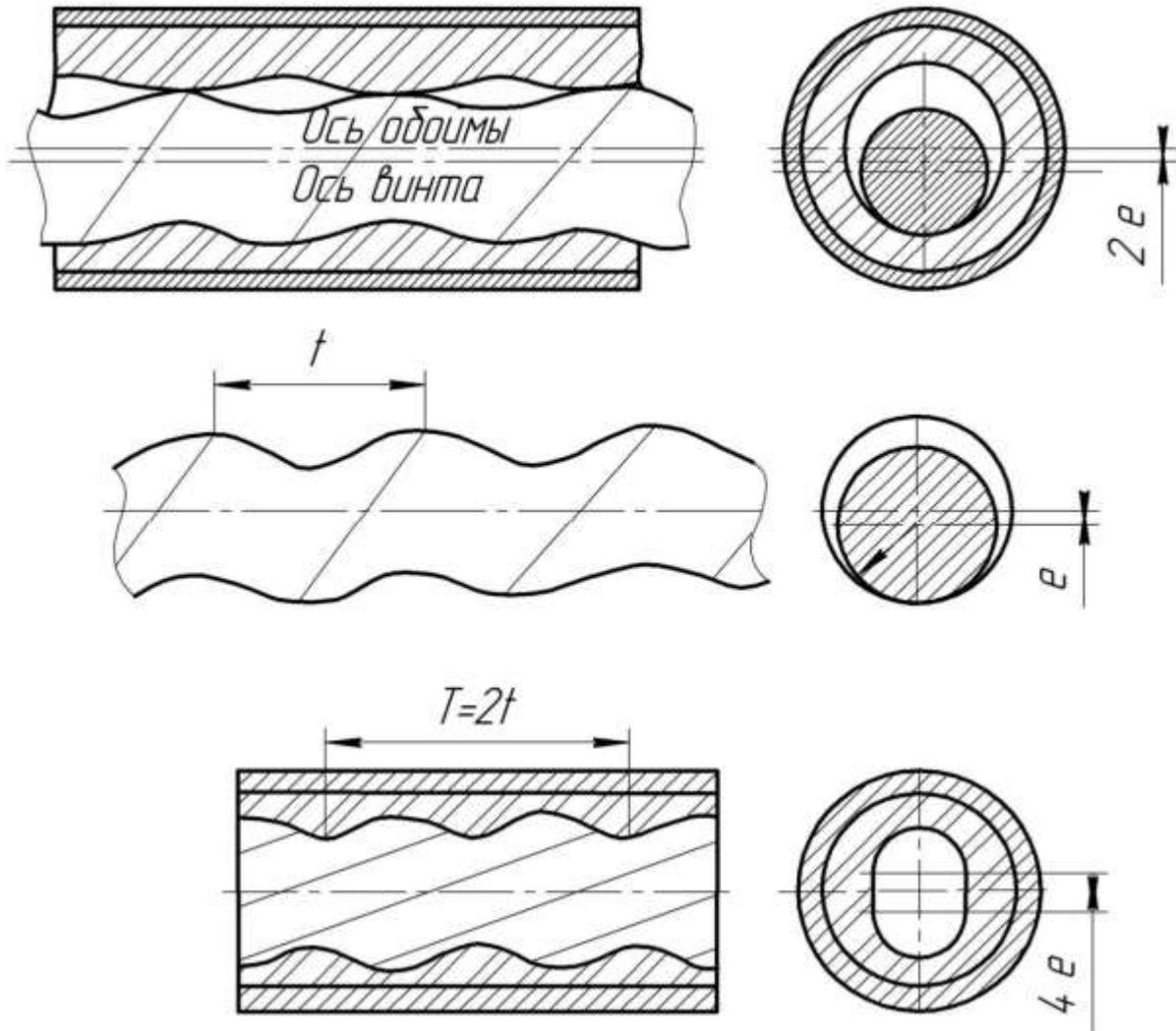
Планетарное движение рабочих органов может быть осуществлено посредством установки между ними и приводным валом (корпусом) карданного вала с шарнирами, муфты, поворотного шарнира.



Устройство одновинтового насоса

Детали насоса являются корпус (1), цилиндр (2), винт (3), шейка винта (4), всасывающий патрубок (5), нагнетательный патрубок (6)

Винтовые насосы



Винт и обойма одновинтового насоса

Винт однозаходный, круглого сечения, приводится во вращение от приводного вала при помощи карданного соединения.

Внутренняя полость обоймы изготовлена в виде двухзаходной винтовой поверхности с шагом в два раза большим, чем у винта.

Любое сечение винта представляет собой правильный круг радиуса R , центр которого O , сдвинут относительно оси винта O_2 на величину эксцентриситета e .

Винтовые насосы

Подача насоса

Рабочий объем насоса:

$$q = 8eDt,$$

где D – внешний диаметр винта, м;

e – эксцентриситет, м;

t – шаг винта, м

Действительная подача насоса:

$$Q = 8eDt \frac{n}{60} \eta_0,$$

где n – частота вращения, мин^{-1} ;

$\eta_0 = 0,75- 0,85$ коэффициент

подачи.

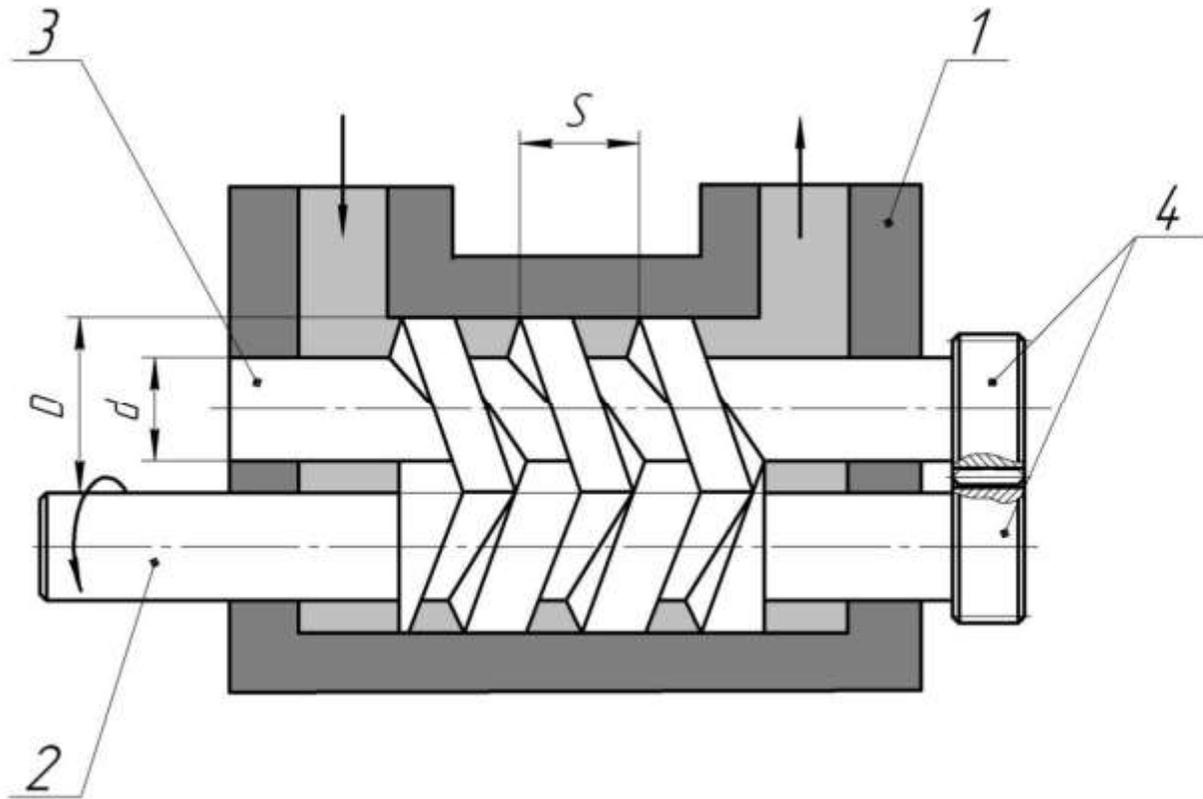
Винтовые насосы

Схемы установки одновинтовых насосов для водоподъема

- штанговые насосы с приводом, находящимся на поверхности;
- плавающие насосы, привод которых размещен непосредственно на поверхности жидкости, а рабочие органы погружены под уровень или подняты над ним в пределах высоты всасывания насоса;
- погружные насосы, гидравлическая часть и привод которых находится под уровнем жидкости.

Винтовые насосы

Двухвинтовые насосы



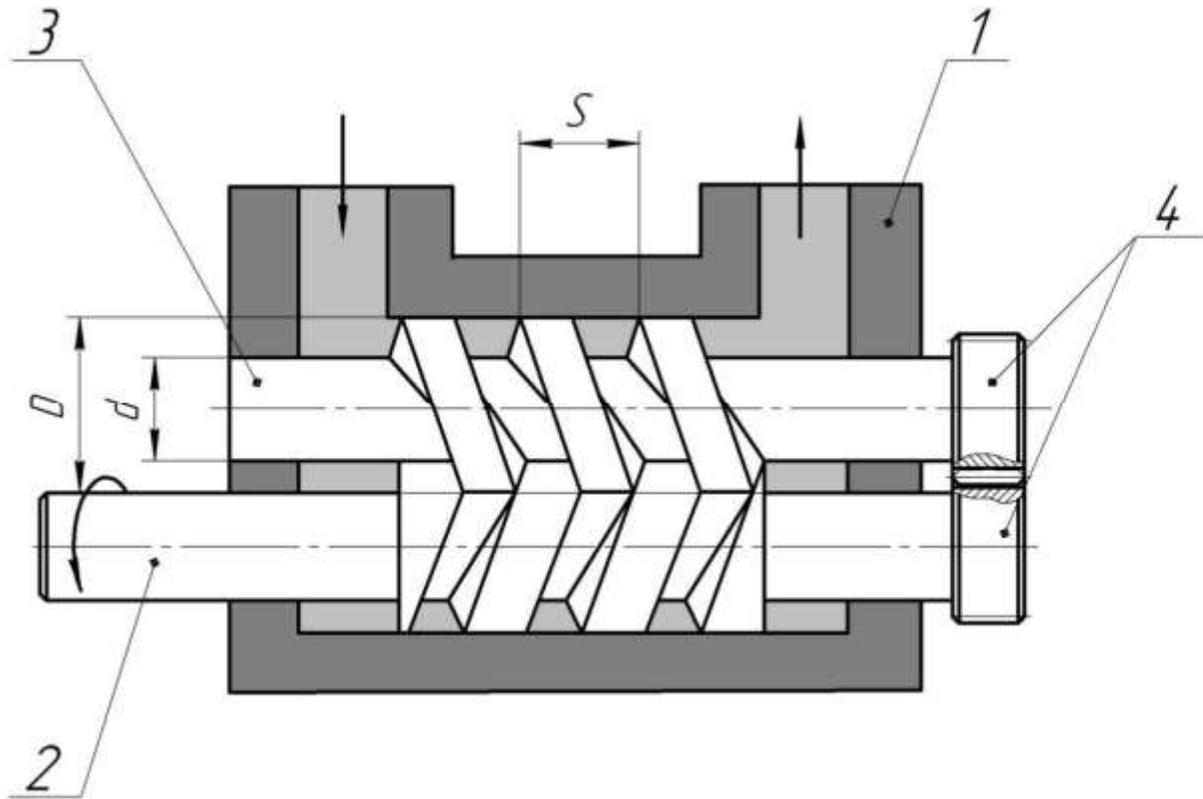
Двухвинтовой насос: 1 – корпус; 2 – ведущий винт; 3 – ведомый винт; 4 – приводные шестерни

Двухвинтовые насосы, как правило, имеют прямоугольный или трапециевидный профиль винтов.

Такая конструкция винтов не позволяет, чтобы при вращении поверхность одного винта контактировала с поверхностью другого винта, поэтому между ними имеется зазор.

Винтовые насосы

Двухвинтовые насосы



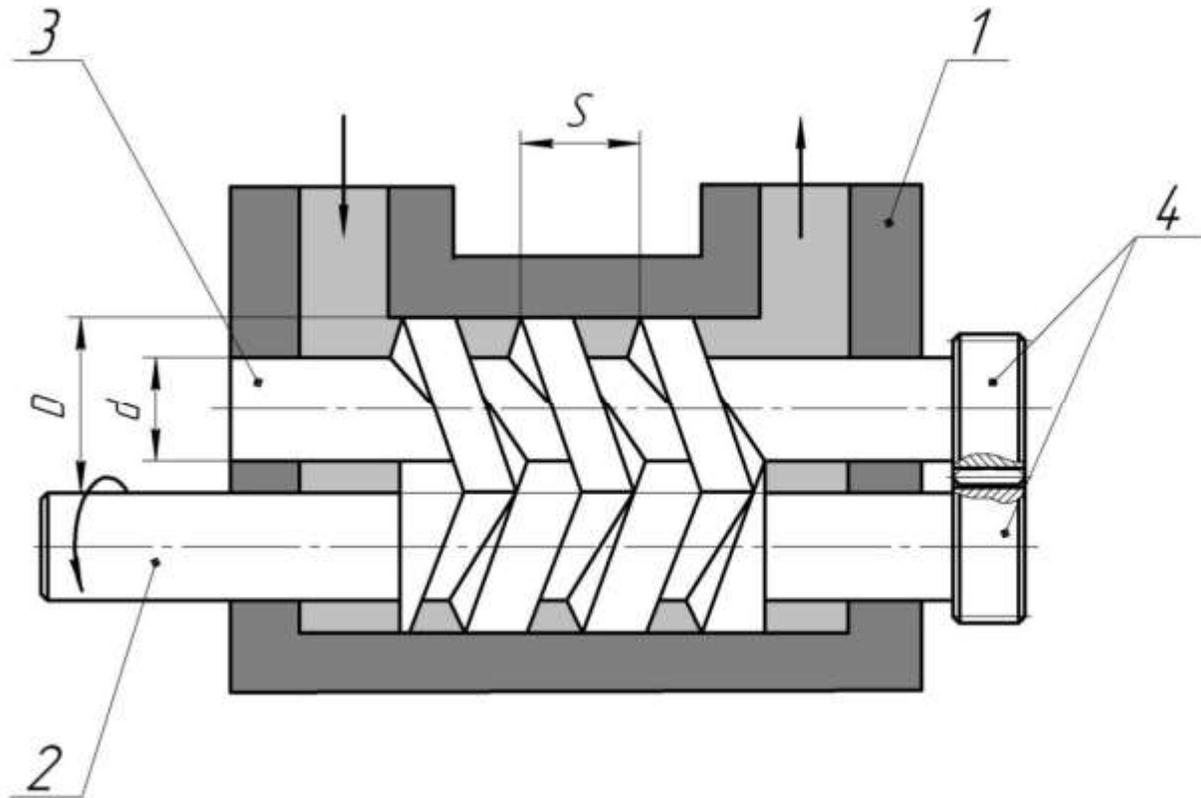
Двухвинтовой насос: 1 – корпус; 2 – ведущий винт; 3 – ведомый винт; 4 – приводные шестерни

Из-за наличия зазора между камерами высокого и низкого давления эти насосы условно называют негерметичными.

Для обеспечения синхронизации вращения двух винтов, при отсутствии между ними зацепления, в насосах применяется зубчатая передача, состоящая из двух одинаковых шестерен, посаженных на валы винтов.

Винтовые насосы

Двухвинтовые насосы



Двухвинтовой насос: 1 – корпус; 2 – ведущий винт; 3 – ведомый винт; 4 – приводные шестерни

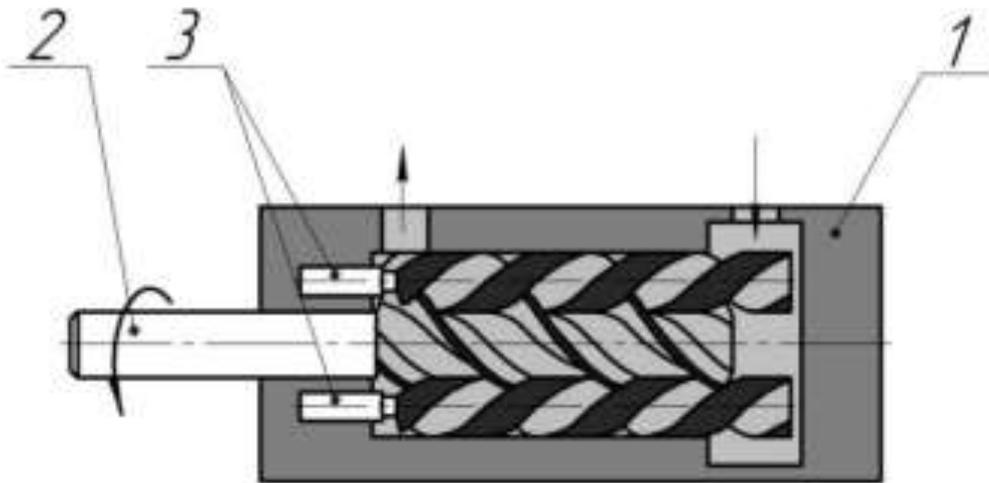
Подача двухвинтового насоса

$$Q = \frac{3\pi t n}{16 \cdot 60} (D^2 - d^2),$$

где D – внешний диаметр винта, м;
 d – внутренний диаметр винта, м;
 t – шаг винта, м;
 n – частота вращения, мин^{-1} .

Винтовые насосы

Трехвинтовые насосы



Устройство трехвинтового насоса:

1 – корпус; 2 – приводной вал;

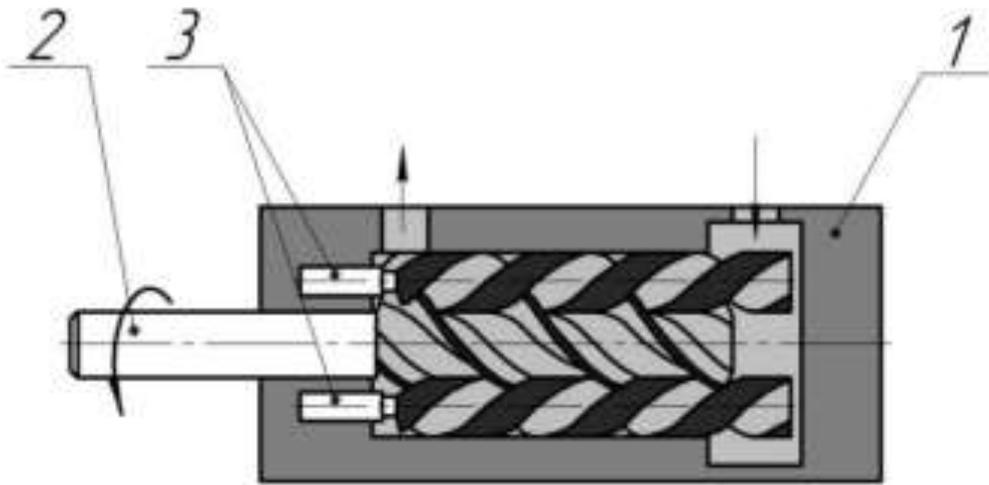
3 – ведомые винты

Трехвинтовые насосы имеют один ведущий винт и два симметрично расположенных относительно него ведомых винта.

Они имеют циклоидальный профиль зацепления.

Винтовые насосы

Трехвинтовые насосы



Устройство трехвинтового насоса:

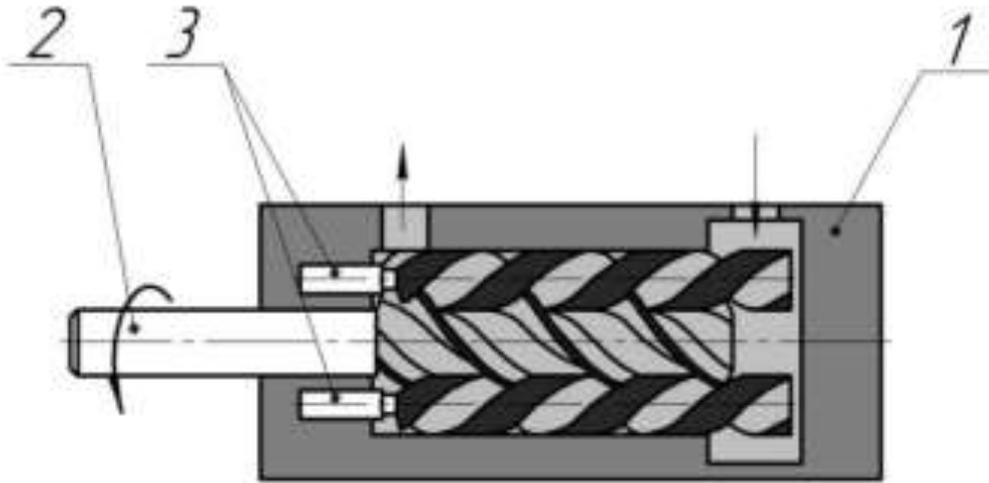
1 – корпус; 2 – приводной вал;

3 – ведомые винты

Ведомые винты не производят полезной работы, а служат только в качестве уплотнений, препятствующих перетеканию жидкости из камеры нагнетания в камеру всасывания, и в процессе нормальной работы вращаются не в результате взаимодействия с ведущим винтом, а благодаря давлению перекачиваемой жидкости.

Винтовые насосы

Трехвинтовые насосы



Устройство трехвинтового насоса:

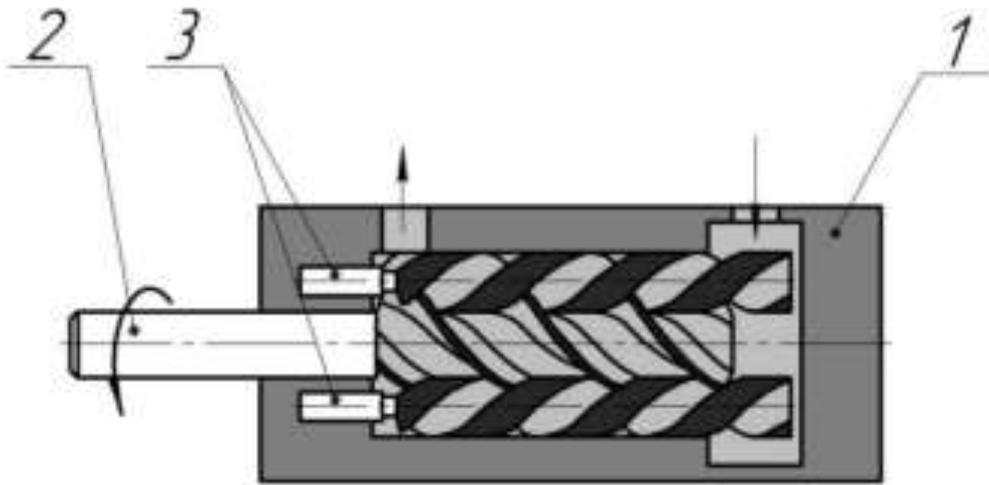
1 – корпус; 2 – приводной вал;

3 – ведомые винты

Так как функции ведомых винтов сводятся лишь к герметизации, то они не нагружены крутящим моментом и отличаются **большой долговечностью.**

Винтовые насосы

Трехвинтовые насосы



Устройство трехвинтового насоса:

1 – корпус; 2 – приводной вал;

3 – ведомые винты

Подача трехвинтового насоса

Рабочий объем насоса:

$$q = a d_H^3,$$

где $a \approx 4,1$ – коэффициент, зависящий от геометрии

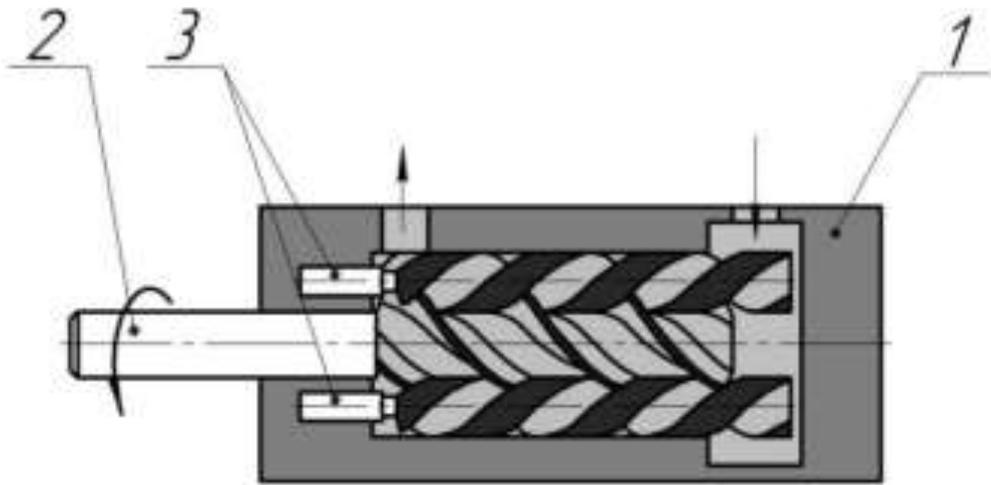
зацепления винтов

(для стандартного насоса),

d_H – диаметр ведомого винта, м.

Винтовые насосы

Трехвинтовые насосы



Устройство трехвинтового насоса:

1 – корпус; 2 – приводной вал;

3 – ведомые винты

Подача трехвинтового насоса

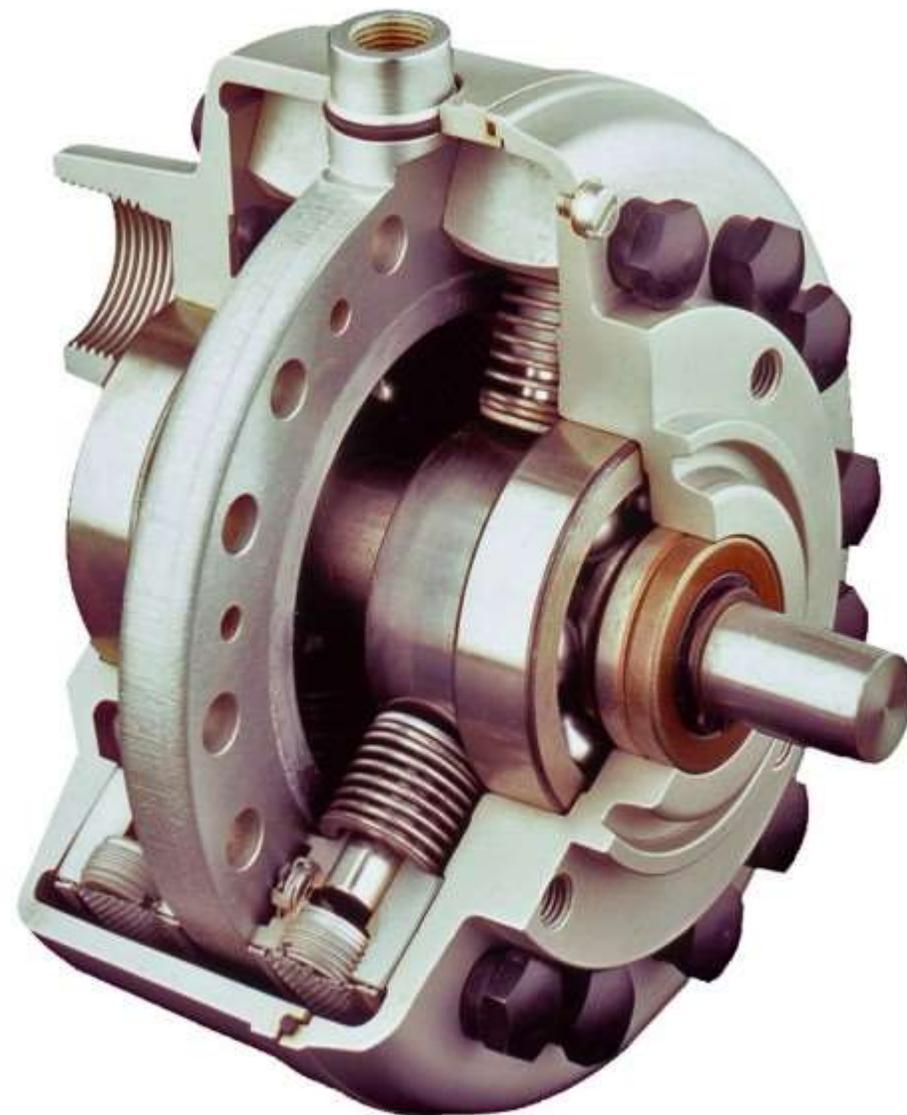
Подача насоса:

$$Q = a d_H^3 \frac{n}{60} \eta_0,$$

где n – частота вращения, мин^{-1} ;

$\eta_0 = 0,75- 0,95$ коэффициент подачи

Радиально-поршневые насосы



Радиально-поршневые насосы

К типу радиальных роторно-поршневых гидромашин относятся насосы и гидравлические моторы, в которых рабочие цилиндры, с размещенными в них поршнями (плунжерами), расположены радиально к оси вала и вращаются во время работы.

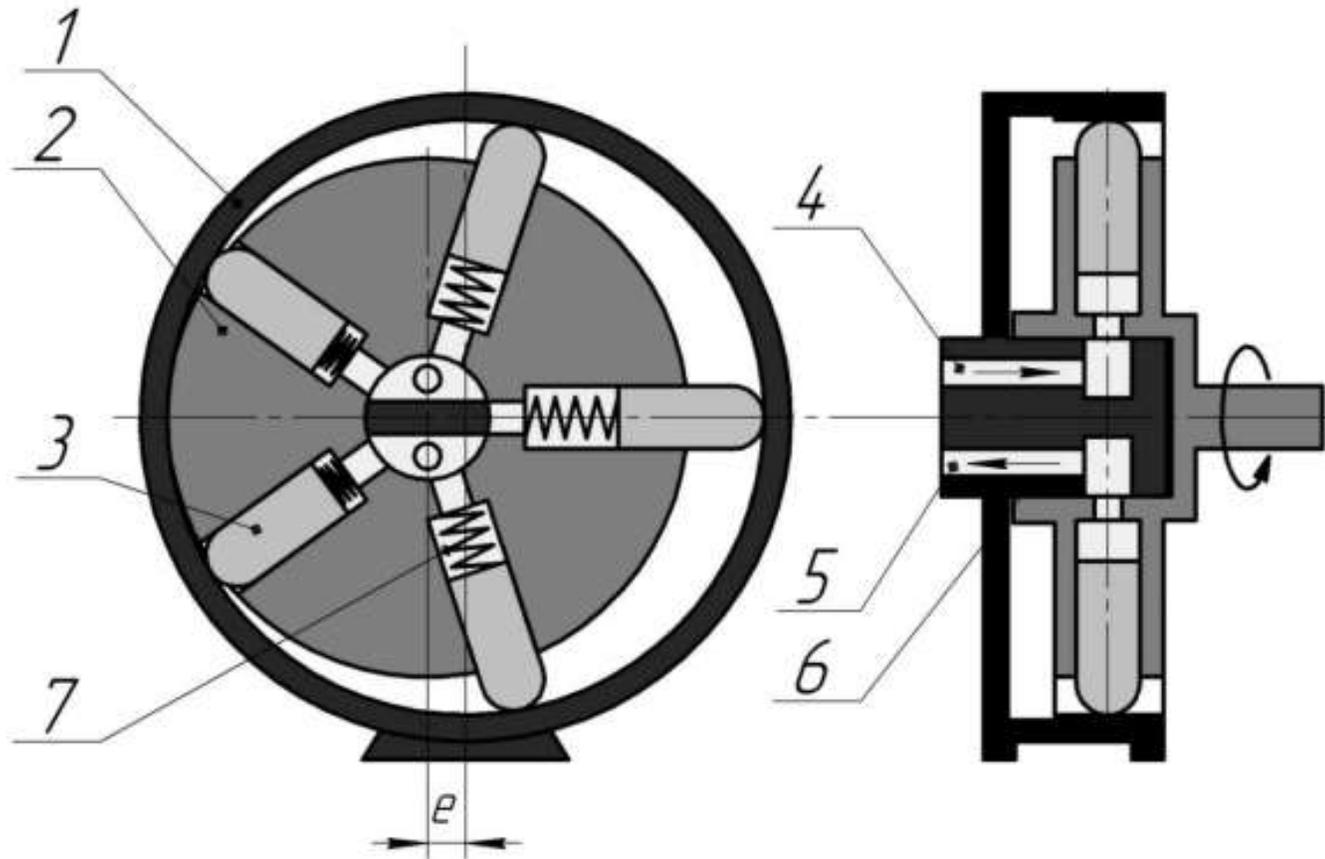
Их используют в качестве насосов постоянной и переменной подачи, гидродвигателей вращательного движения с постоянным и переменным крутящим моментом.

Радиально-поршневые насосы

Достоинства:

- Отсутствие всасывающих и напорных клапанов
- Большая быстроходность
- Компактность
- Отсутствие кривошипно-шатунных механизмов
- Высокая надежность
- Большая равномерность подачи
- Давление до 700 бар

Радиально-поршневые насосы

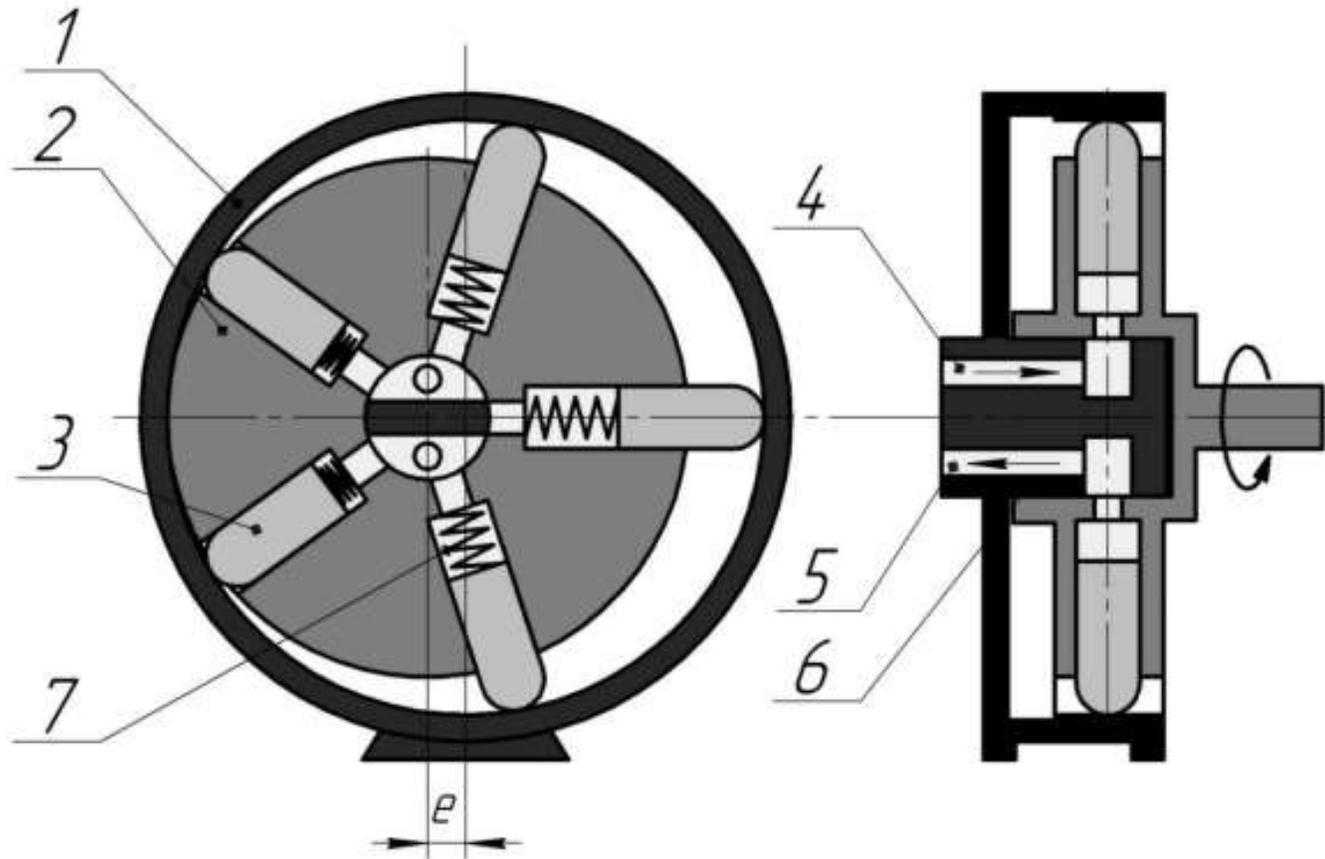


Радиально поршневой насос с эксцентричным ротором: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – поршни; 4 – всасывающий канал; 5 – нагнетательный канал; 6 – распределительная цапфа; 7 – пружины

В радиально-поршневых гидромашинах ротор 2 расположен эксцентрично относительно статора 1.

В роторе просверлены радиальные цилиндрические отверстия (цилиндры).

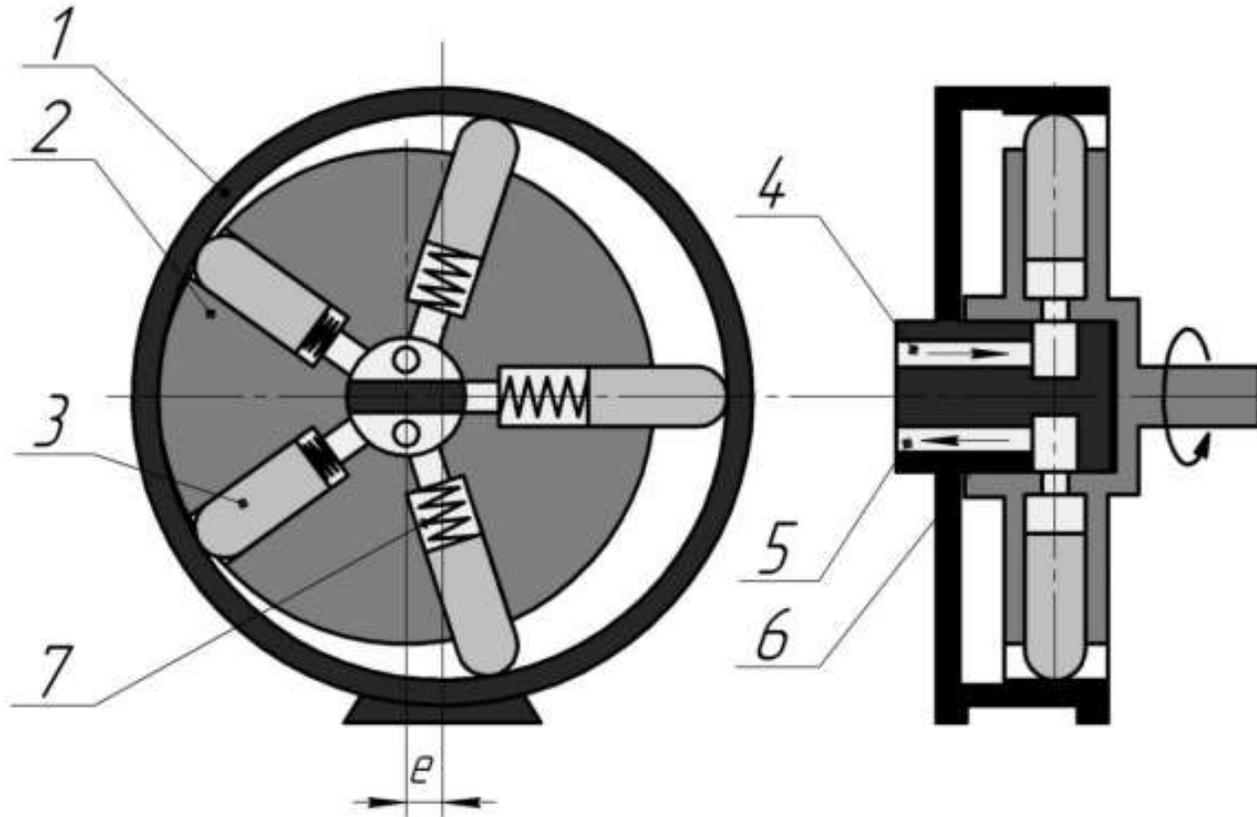
Радиально-поршневые насосы



Поршни 3 при вращении ротора совершают в цилиндрах возвратно-поступательное движение, скользя своими сферическими головками по внутренней поверхности статора.

Радиально поршневой насос с эксцентричным ротором: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – поршни; 4 – всасывающий канал; 5 – нагнетательный канал; 6 – распределительная цапфа; 7 – пружины

Радиально-поршневые насосы



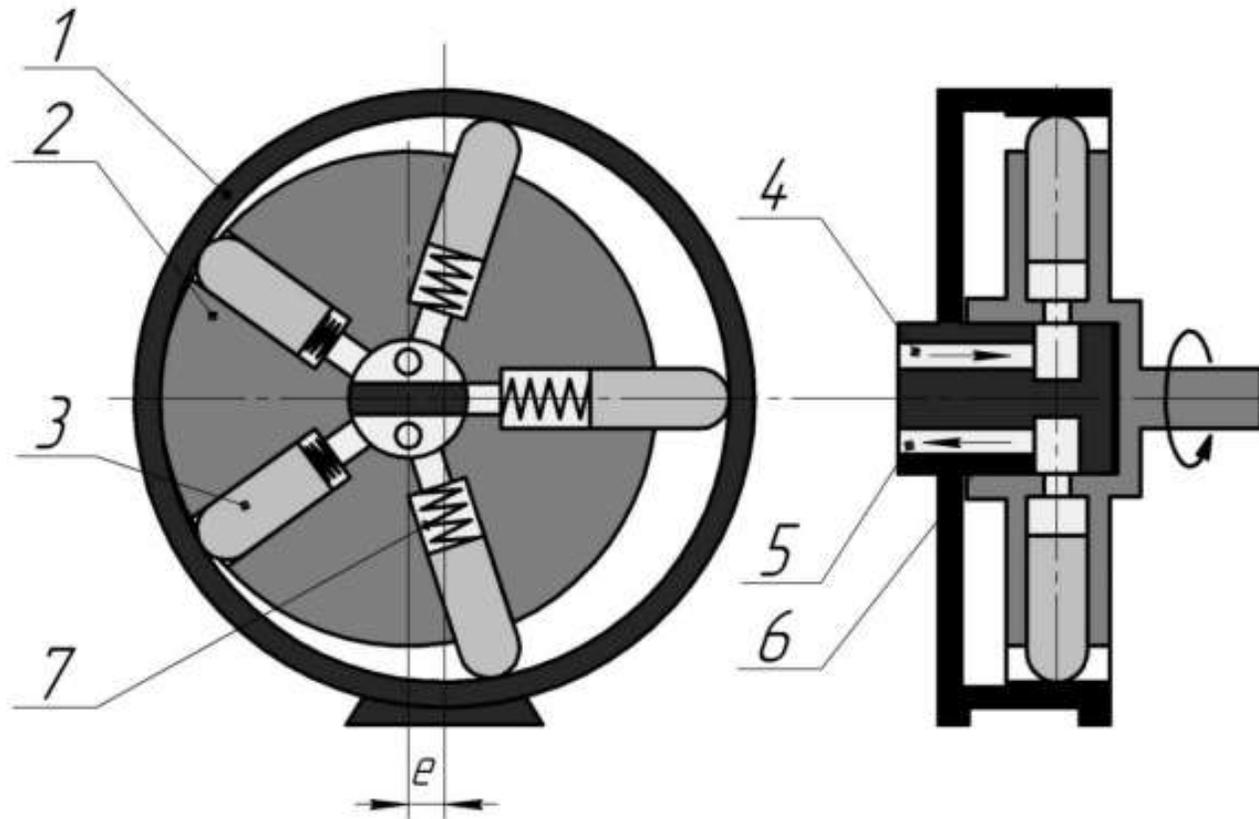
Радиально поршневой насос с эксцентричным ротором: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – поршни; 4 – всасывающий канал; 5 – нагнетательный канал; 6 – распределительная цапфа; 7 – пружины

Средняя подача радиально-поршневого насоса Q

$$Q = \eta_0 q n = \eta_0 \frac{\pi d^2}{4} h z n = \eta_0 \frac{\pi d^2}{2} e z n,$$

где q – рабочий объём насоса;
 z – число поршней;
 d – диаметр поршня;
 e – эксцентриситет;
 $h = 2e$ – ход поршня;
 η_0 – объемный КПД

Радиально-поршневые насосы

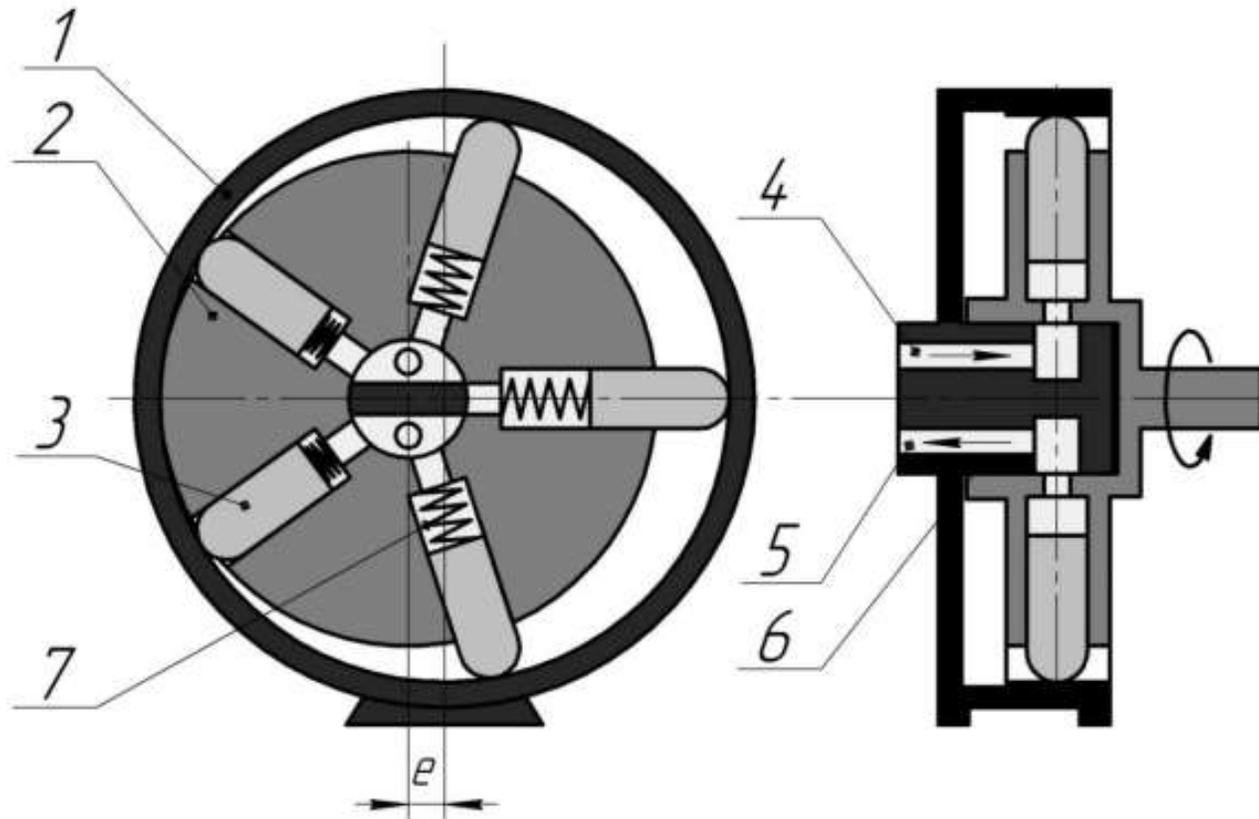


Радиально поршневой насос с эксцентричным ротором: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – поршни; 4 – всасывающий канал; 5 – нагнетательный канал; 6 – распределительная цапфа; 7 – пружины

Число поршней у однорядных радиально-поршневых машин, как правило, принимают 5, 7, 9 или 13 для увеличения равномерности подачи.

Распределительная цапфа обычно несет на себе цилиндрический блок, воспринимающий реакции сил давления жидкости, действующие на поршни. 54

Радиально-поршневые насосы



Радиально поршневой насос с эксцентричным ротором: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – поршни; 4 – всасывающий канал; 5 – нагнетательный канал; 6 – распределительная цапфа; 7 – пружины

В целях улучшения условий работы узла распределения применяют гидравлическую разгрузку цапфы.

Для этого на поверхности цапфы обычно выполняют некруговые (на угле $< 180^\circ$) канавки шириной s , которые соединяют с полостями высокого и низкого давления.

Радиально-поршневые насосы

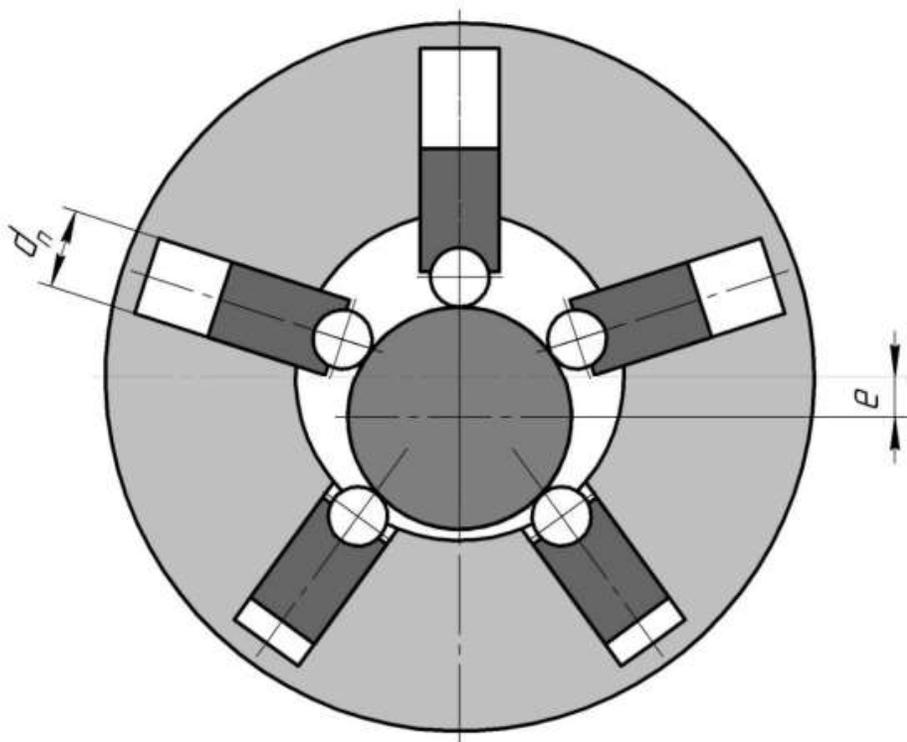
Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением



Радиально-поршневые насосы с клапанным распределением

Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением



Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом

Достоинства:

- Высокий объемный КПД.
- Высокое давление.

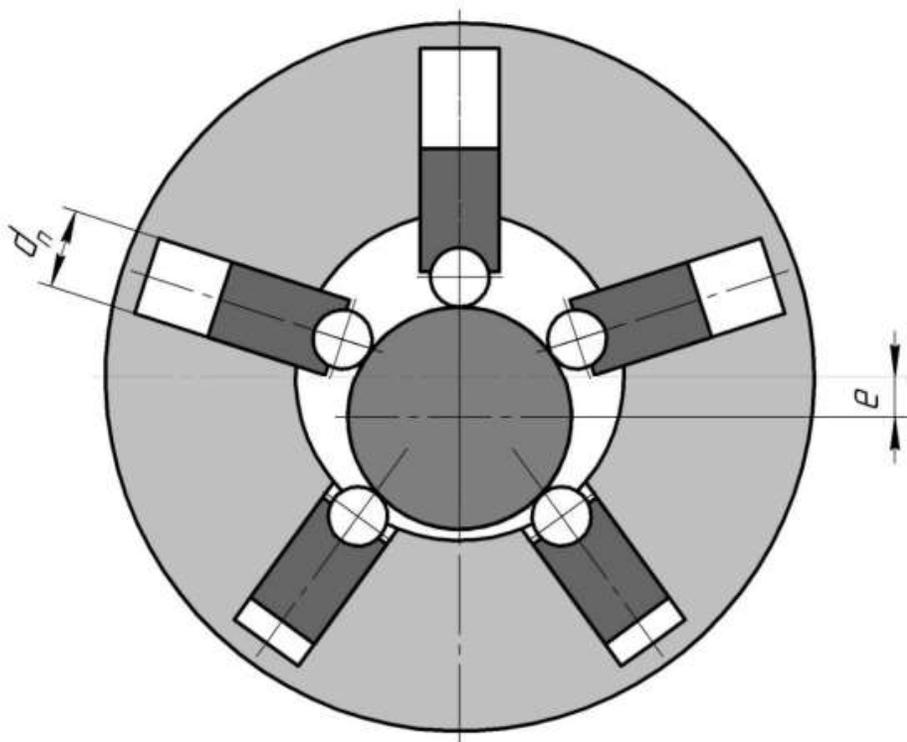
Недостатки:

- Нерегулируемые.

Вращающийся эксцентриковый вал заставляет поршни совершать возвратно-поступательное движение.

Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением



Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом

Подача насоса

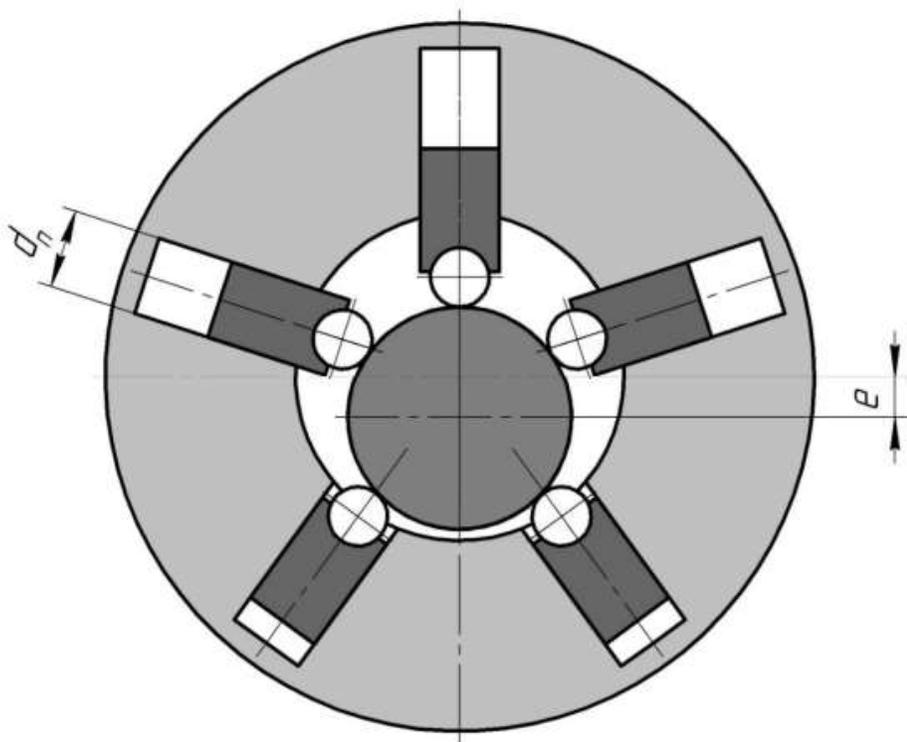
Вытесняемый объем:

$$V = \frac{d_n^2 \pi}{4} 2ez,$$

где z – число поршней;
 d_n – диаметр поршня;
 e – эксцентриситет.

Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением



Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом

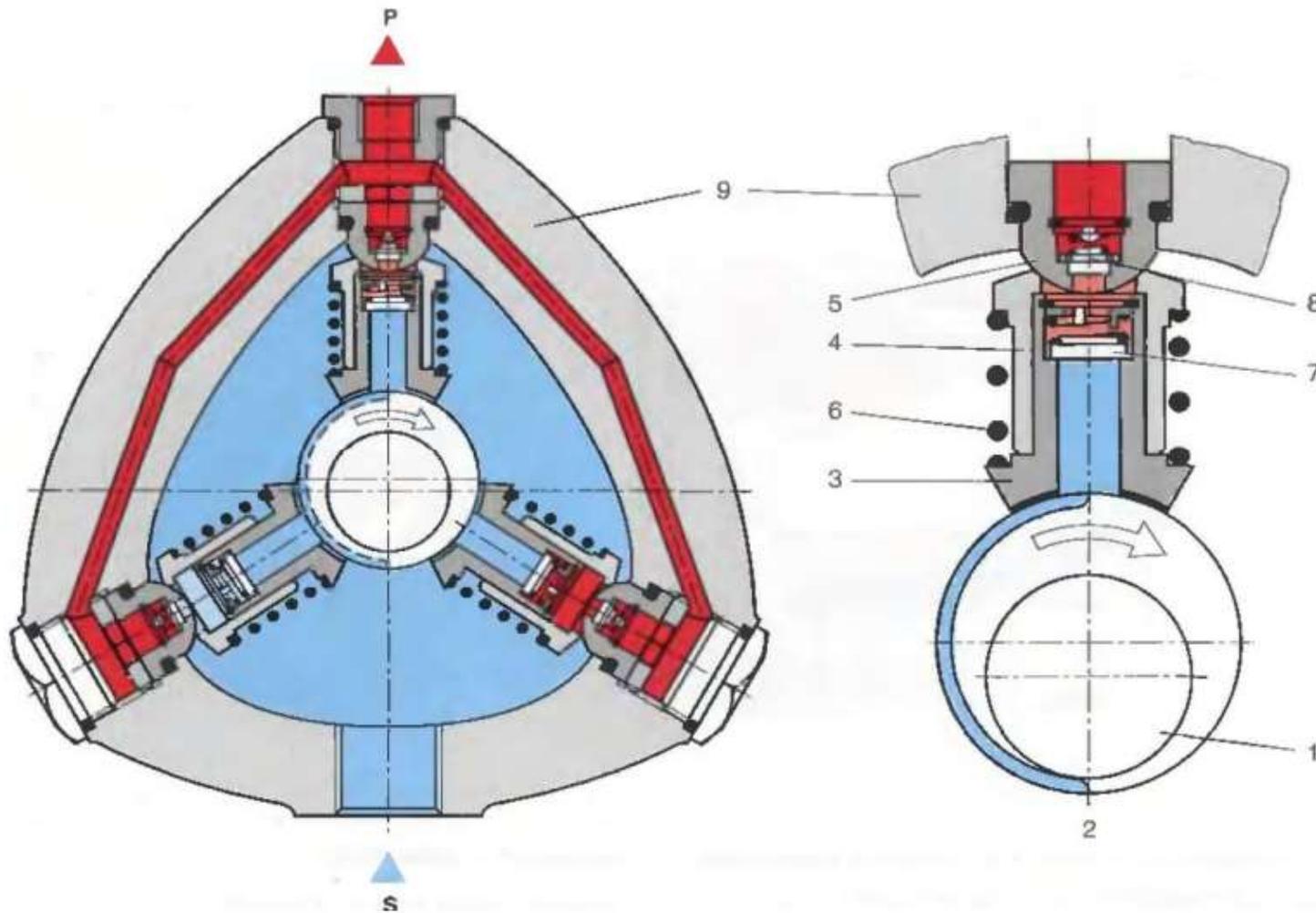
Подача насоса

$$Q = \frac{d_p^2 \pi}{4} 2ezn\eta_o.$$

где z – число поршней;
 d_p – диаметр поршня;
 e – эксцентриситет;
 η_o – объемный КПД

Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением



- 1 – вал; 2 – эксцентрик;
- 3 – поршень; 4 – втулка;
- 5 – сферическая головка;
- 6 – пружина;
- 7 – всасывающий клапан;
- 8 – напорный клапан;
- 9 – корпус

Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом и клапанным распределением

Основные характеристики насосов

	Внутренний диаметр цилиндров, мм			
	8	10	12	14
Рабочий объем на 1 элемент, см ³ /об	0,4	0,63	0,91	1,23
Рабочее давление, бар	630	500	350	250

Аксиально-поршневые насосы



Аксиально-поршневые насосы

Достоинства:

- Экономичность
- Компактность
- Малая металлоемкость
- Малый момент инерции
- Надежность
- Возможность создавать высокое давление
- Бесступенчатость и простота регулирования подачи
- Большая высота всасывания

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком

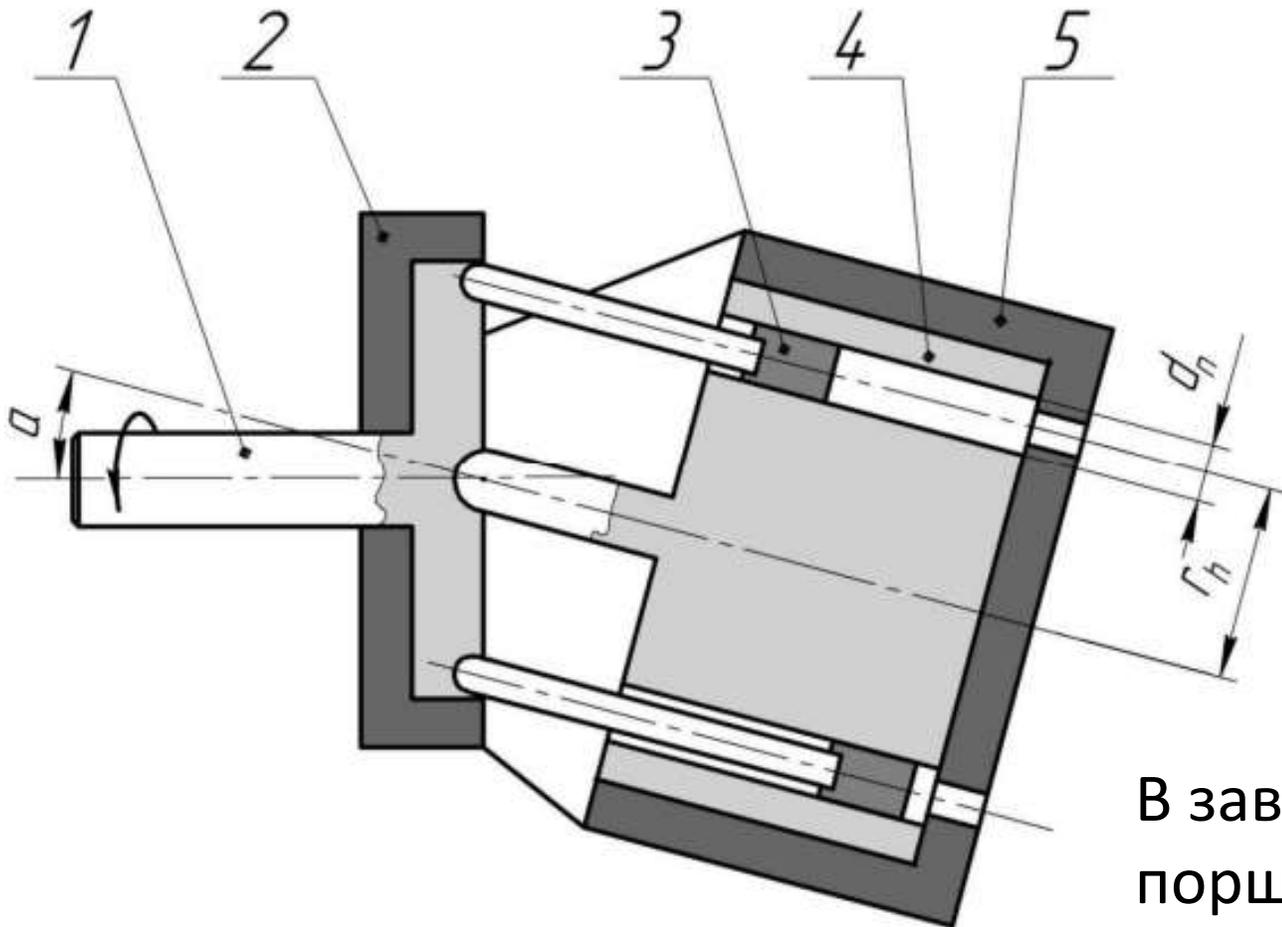
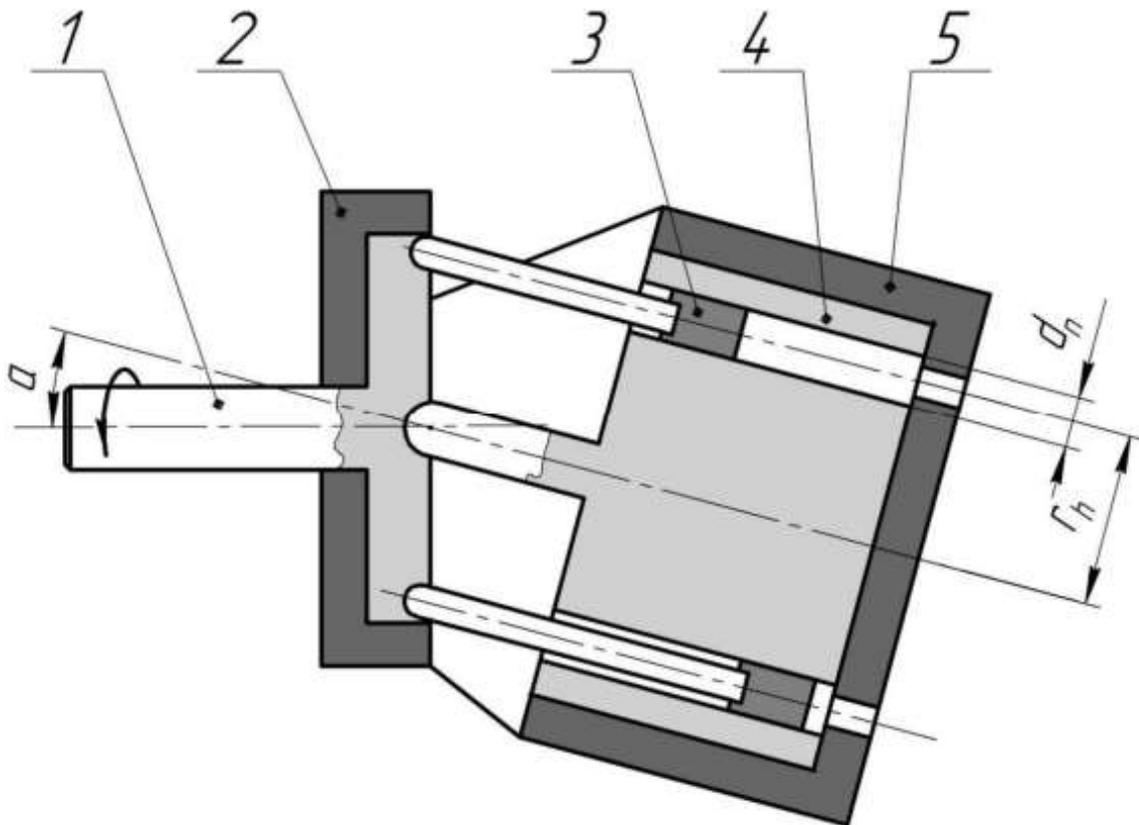


Схема аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком:
1 – приводной вал;
2 – корпус; 3 – поршни;
4 – блок цилиндров;
5 – корпус блока цилиндров

В зависимости от угла наклона блока поршни при вращении вала совершают возвратно-поступательное движение.

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком



1 – приводной вал; 2 – корпус; 3 – поршни;
4 – блок цилиндров; 5 – корпус блока цилиндров

Подача насоса

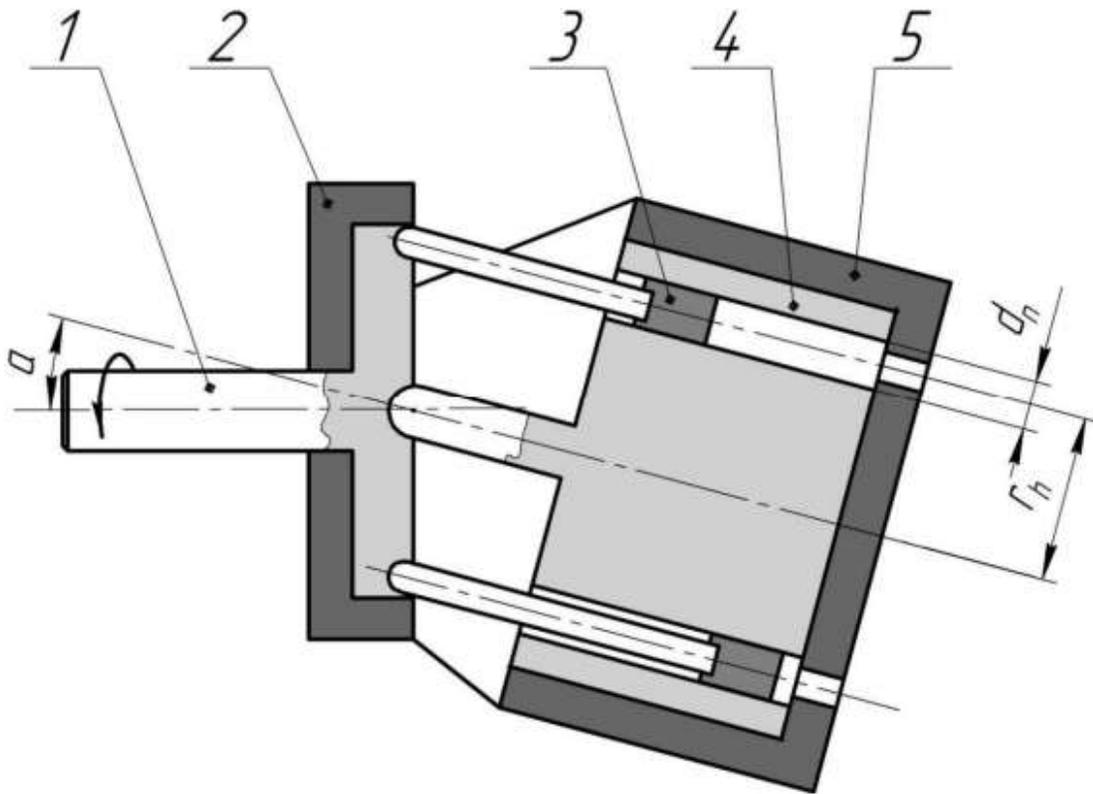
Вытесняемый объем:

$$V = \frac{d_n^2 \pi}{4} 2r_h z \operatorname{tg} \alpha,$$

где z – число поршней,
 r_h – радиус окружности
центров поршней,
 α – угол наклона блока
цилиндров.

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком



1 – приводной вал; 2 – корпус; 3 – поршни;
4 – блок цилиндров; 5 – корпус блока цилиндров

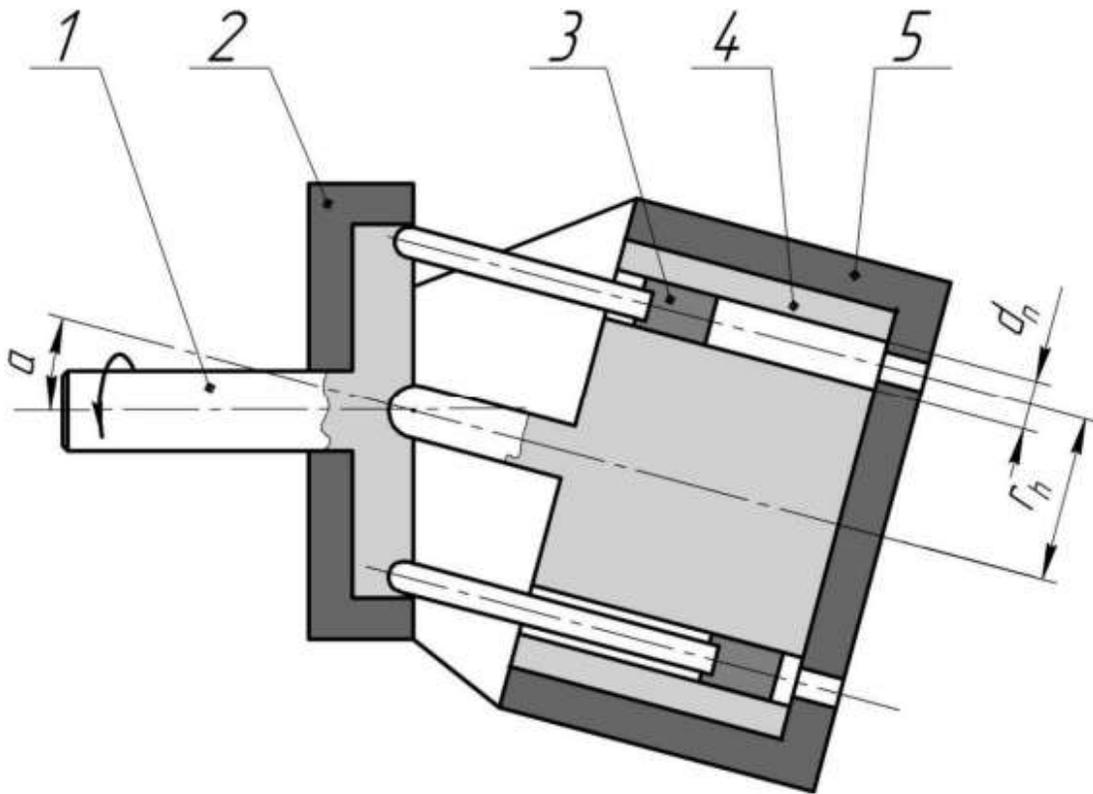
Подача насоса

$$Q = \frac{d_n^2 \pi}{4} 2r_h z \frac{n}{60} \operatorname{tg} \alpha \eta_o,$$

где n – частота вращения, об/мин;
 η_o – объемный КПД.

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком



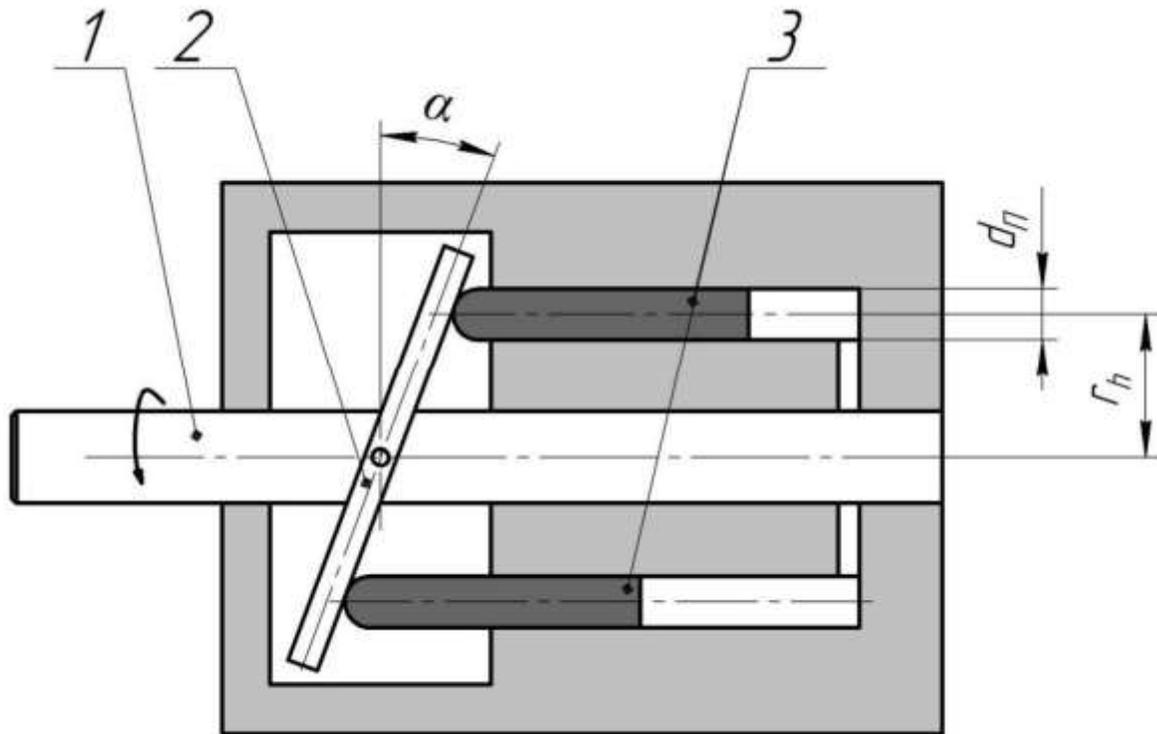
1 – приводной вал; 2 – корпус; 3 – поршни;
4 – блок цилиндров; 5 – корпус блока цилиндров

Достоинства:

- Меньшие радиальные размеры
- Меньшая масса и габариты
- Меньший момент инерции вращающихся масс
- Удобство монтажа и ремонта
- Большая быстроходность и реверсивность

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным диском



Подача насоса

Вытесняемый объем:

$$V = \frac{d_n^2 \pi}{4} 2r_h z \operatorname{tg} \alpha,$$

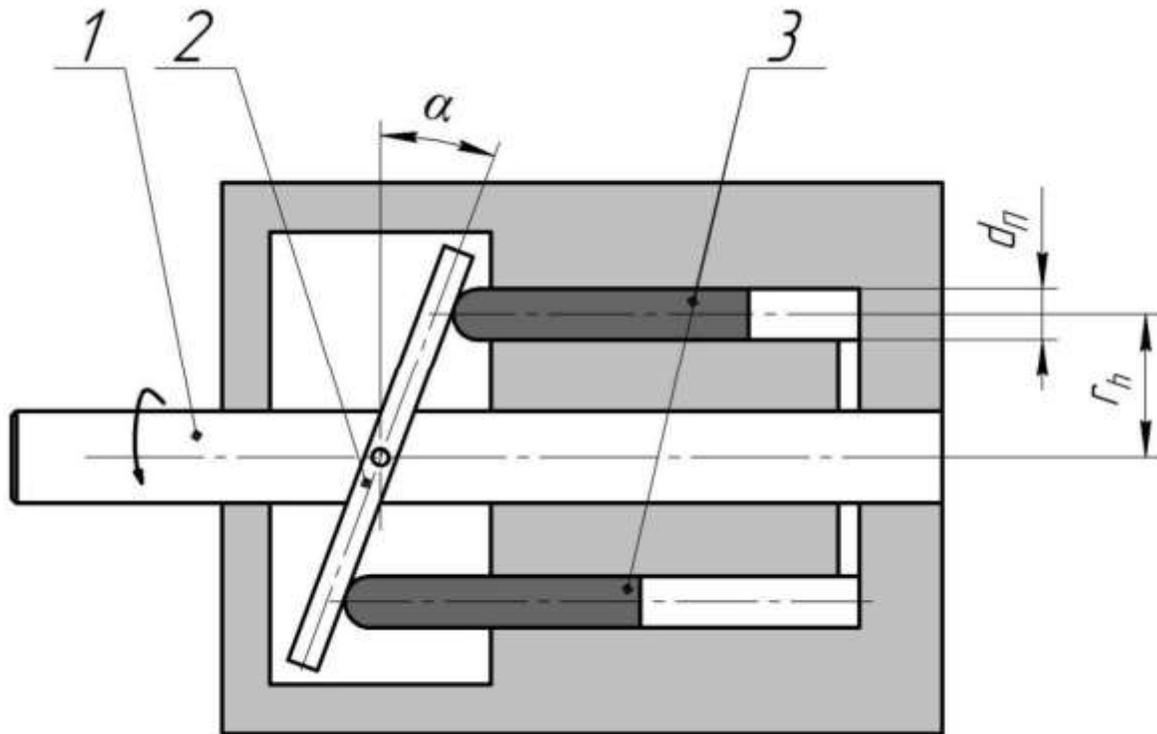
где z – число поршней,
 r_h – радиус окружности центров поршней,
 α – угол наклона блока цилиндров.

Схема аксиально-поршневого насоса с наклонным диском:

1 – приводной вал; 2 – наклонный диск; 3 – поршни; 4 – корпус

Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневой насос с наклонным диском



Подача насоса

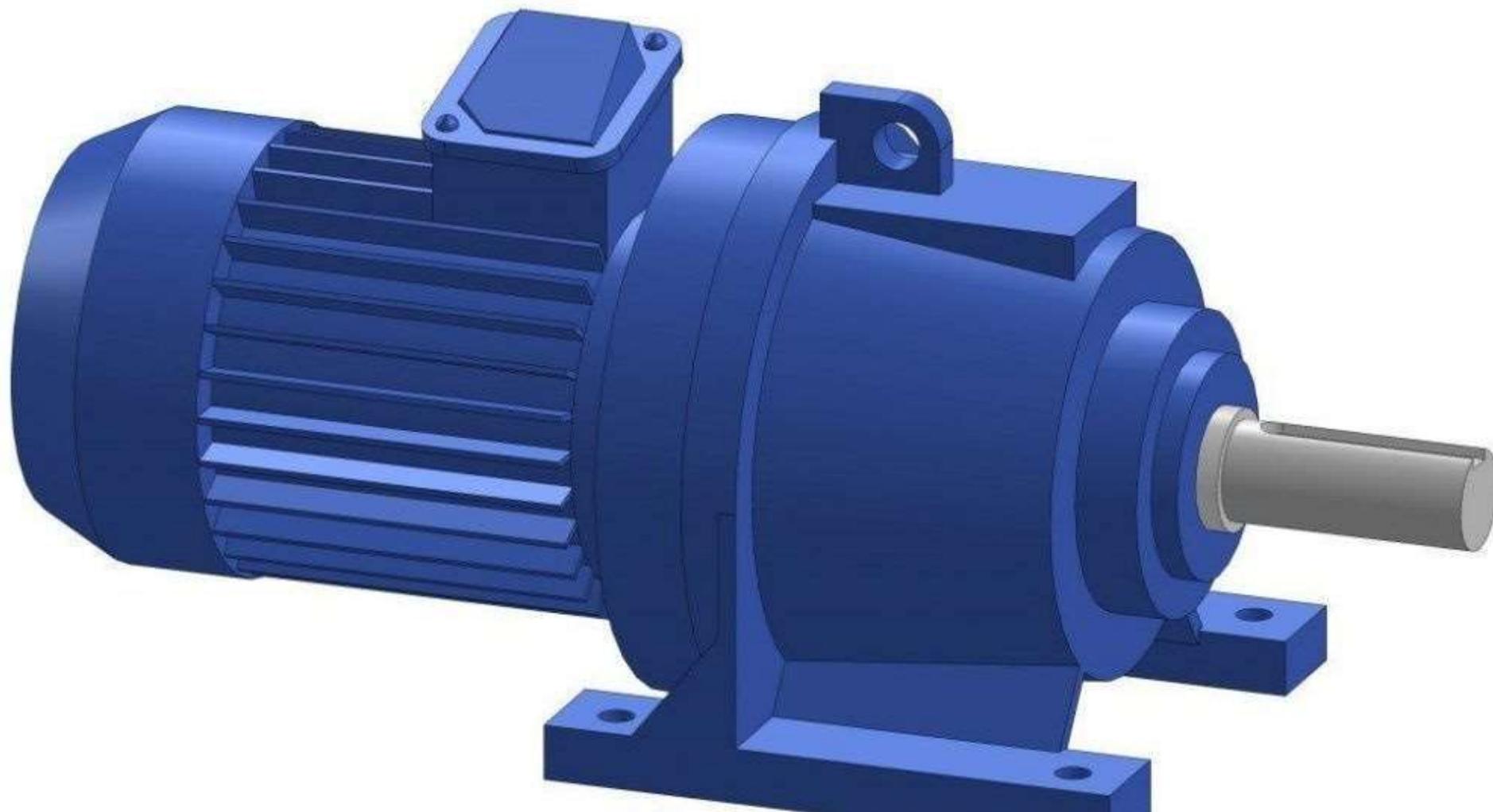
$$Q = \frac{d_p^2 \pi}{4} 2r_h z \frac{n}{60} \operatorname{tg} \alpha \eta_o,$$

где n – частота вращения, об/мин;
 η_o – объемный КПД.

Схема аксиально-поршневого насоса с наклонным диском:

1 – приводной вал; 2 – наклонный диск; 3 – поршни; 4 – корпус

Пластинчатые насосы



Пластинчатые насосы

Широко применяются для подачи масел в гидравлических системах машин.

Достоинства:

- Малые габариты
- Удобство встраивания
- Простота конструкции
- Надежность работы
- Высокий КПД.



Пластинчатый насос

Рекомендуемые частоты вращения обычно лежат в пределах 1000– 1500 об/мин. **Состоят из 3 элементов: статора, ротора и подвижных пластин.**

Пластинчатые насосы

Разновидности:

- Двупластинчатые и многопластинчатые
- Однократного и двойного действия
- Регулируемые и нерегулируемые

Особо распространены нерегулируемые пластинчатые насосы двухкратного действия для работы при давлениях 7..14 МПа, отличающиеся высокой надежностью

Пластинчатые насосы

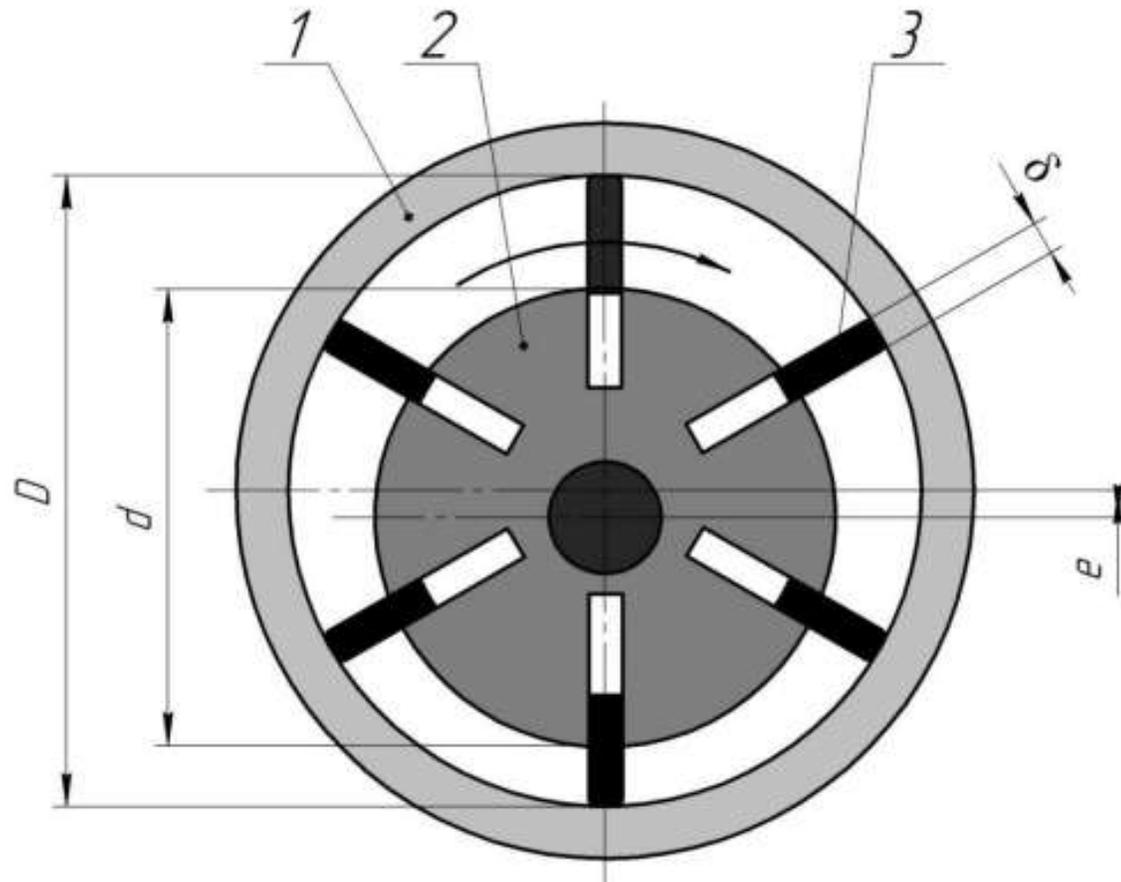


Схема пластинчатого насоса однократного действия:
1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос однократного действия

Принцип работы

При сообщении вращающего момента валу насоса ротор гидромашины приходит во вращение.

Под действием центробежной силы (или под действием силы упругости пружин, находящихся под пластинами) пластины прижимаются к корпусу статора, в результате чего образуется две полости, герметично отделённые друг от друга.

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос однократного действия

Принцип работы

Объём одной из полостей постепенно увеличивается (в эту полость происходит всасывание), а одновременно с этим объём другой полости постепенно уменьшается (из этой полости осуществляется нагнетание рабочей жидкости).

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос однократного действия

Достоинство:

- Возможность изменения рабочего объема гидромашины (регулирование подачи), путем изменения эксцентриситета – величины смещения оси ротора относительно оси статора.

Недостаток:

- Неуравновешенность ротора из-за разности давлений жидкости со стороны нагнетания и всасывания, что приводит к значительным радиальным нагрузкам, действующим на подшипниковые опоры, и вынуждает ограничивать давление до 6,3 МПа

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос однократного действия

Рабочий объем пластинчатого насоса однократного действия:

$$q_H = 2be(2\pi R - \delta z),$$

R – радиус корпуса, м;

e – эксцентриситет ротора, м;

b – ширина лопатки, м;

z – число пластин;

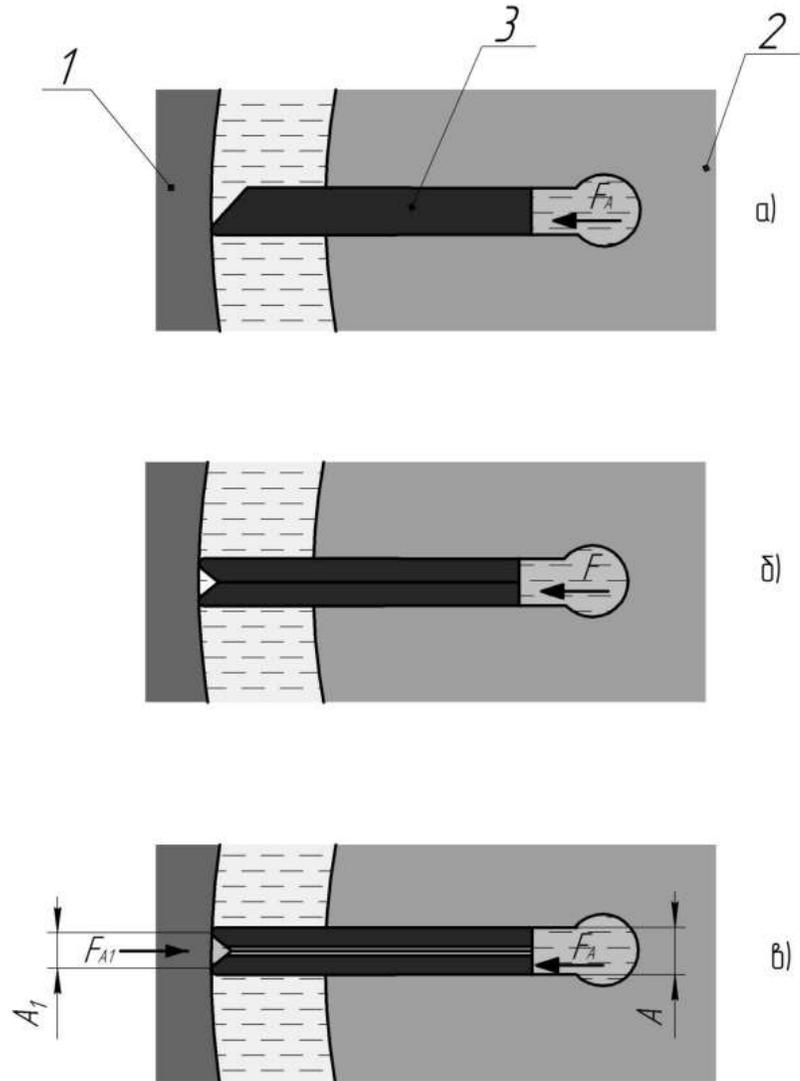
δ – толщина пластин

Подача насоса

$$Q = 2be(2\pi R - \delta z) \frac{n}{60} \eta_o,$$

где n – частота вращения, об/мин;
 η_o – объемный КПД.

Пластинчатый насос однократного действия

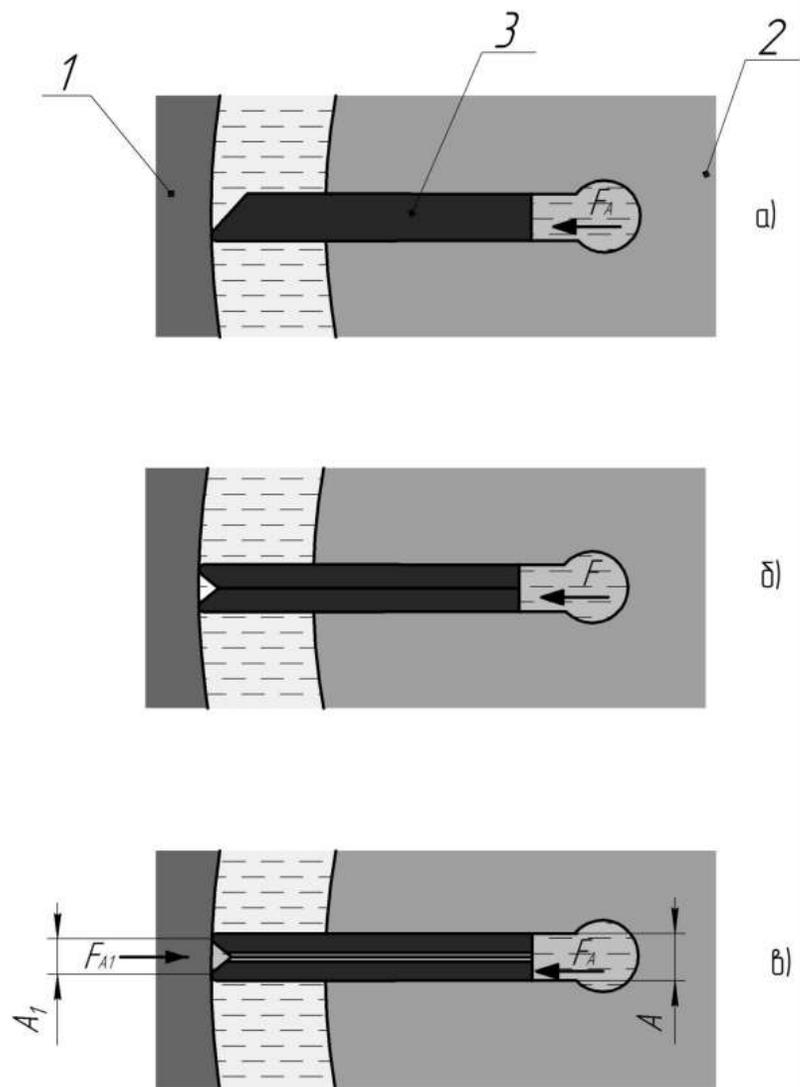


Пластинки могут прижиматься к внутренней поверхности статора за счет:

- центробежных сил (их бывает недостаточно для плотного прижатия);
- пружин (усложняют конструкцию, снижают надежность и долговечность);
- подачи жидкости под давлением из зоны нагнетания в пазы под пластины (большие усилия прижатия, быстро изнашиваются и истирают поверхность статора) (рис. а).

Схемы поджатия пластин гидростатическим давлением: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Пластинчатый насос однократного действия



Для увеличения герметичности пластинчатые насосы, работающие при давлении свыше 150 бар, комплектуются двойными пластинами (рис. б).

Для снижения усилия поджатия между пластинами делается канавка, часть жидкости дросселируется через канавку и подводится в пространство между кончиками пластин. В результате прижимная сила частично компенсируется за счет силы F_{A1} (рис. в).

Схемы поджатия пластин гидростатическим давлением: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос двухкратного действия

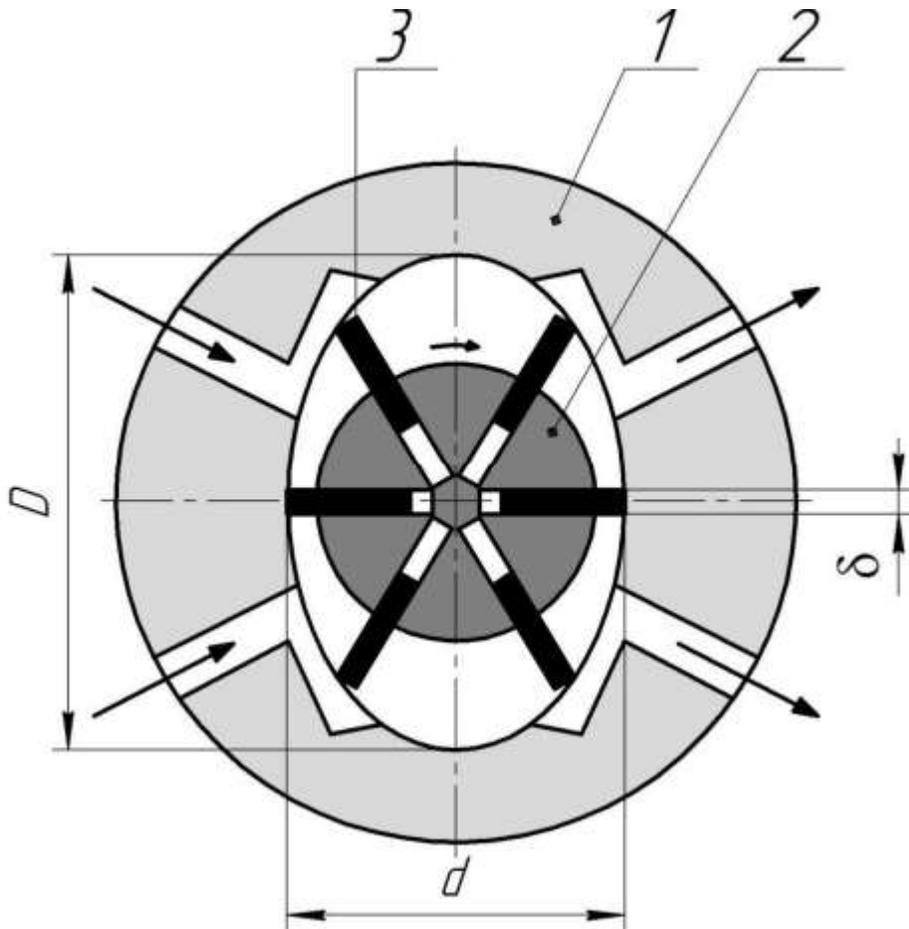


Схема пластинчатого насоса двухкратного действия: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Достоинство:

- Уравновешены, могут использоваться до давлений 14 МПа.

Недостаток:

- Невозможность регулирования рабочего объема

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос двухкратного действия

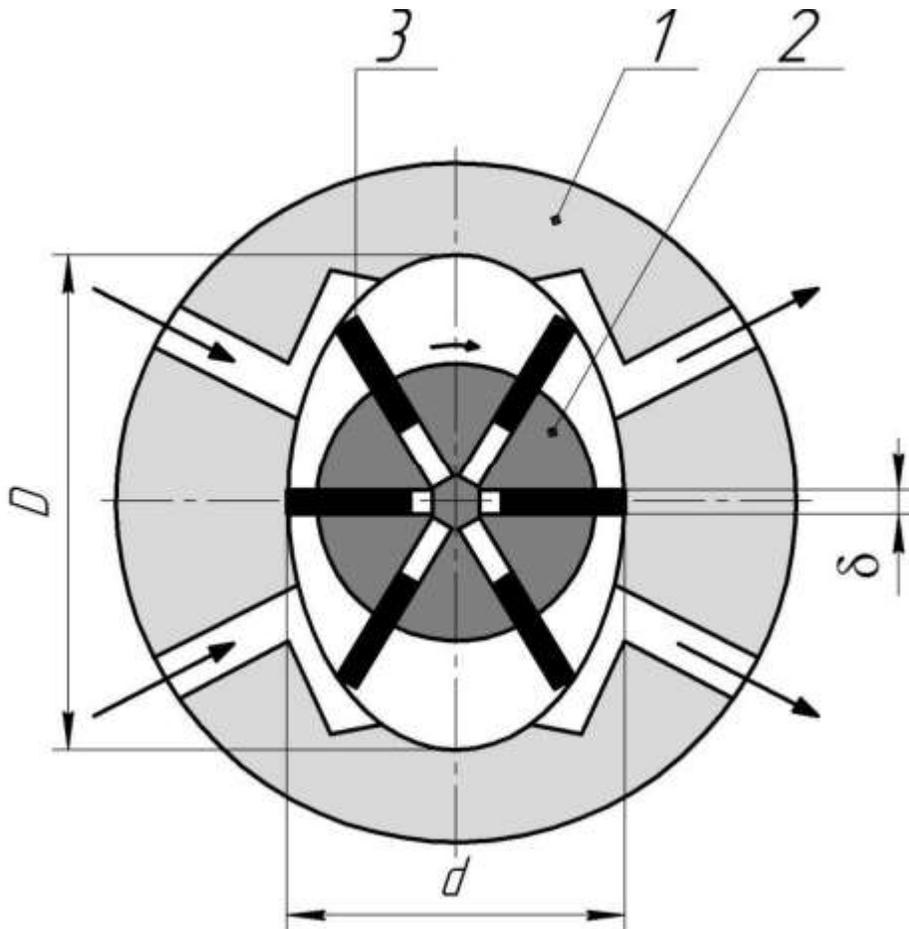


Схема пластинчатого насоса двухкратного действия: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Подача насоса

Рабочий объем пластинчатого насоса двухкратного действия

$$q_H = 2b \left[\pi(R^2 - r^2) - \delta z(R - r) \right],$$

где R – наибольший радиус рабочей поверхности статора

r – наименьший радиус рабочей поверхности статора

b – ширина лопатки

z – число пластин

δ – толщина пластин

Пластинчатые насосы

Пластинчатый насос двухкратного действия

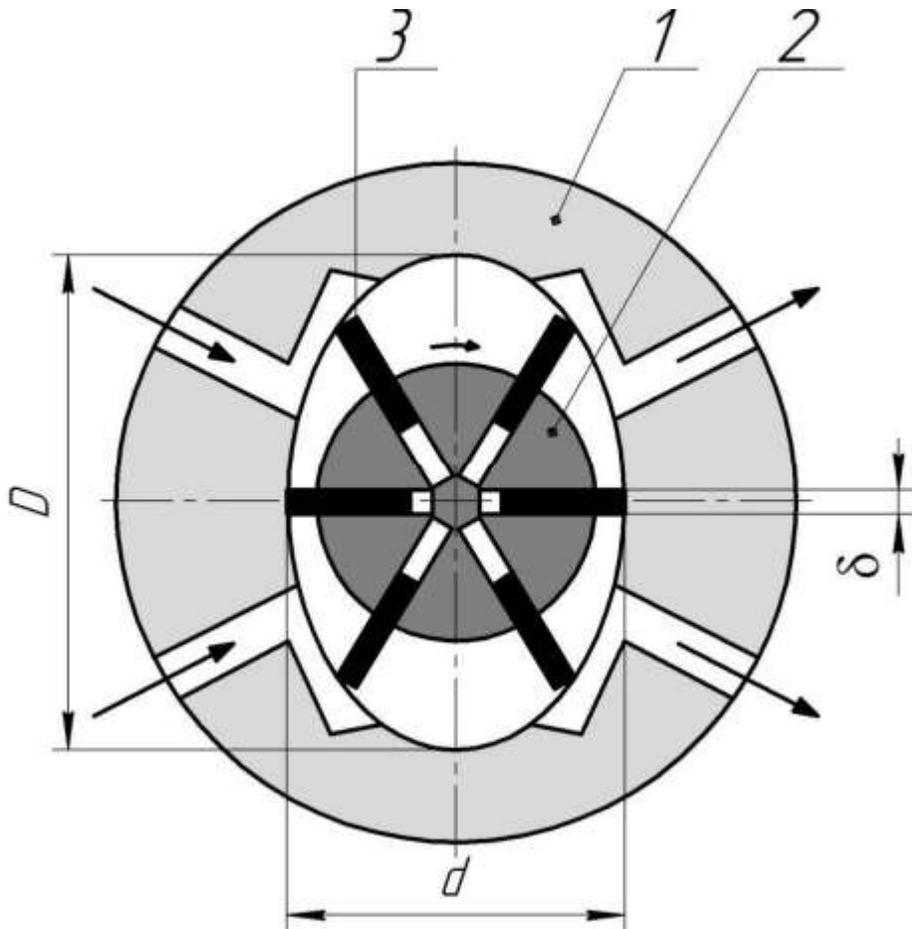


Схема пластинчатого насоса двухкратного действия: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – пластины

Подача насоса

$$Q = 2b \left[\pi(R^2 - r^2) - \delta z(R - r) \right] \frac{n}{60} \eta_o,$$

где n – частота вращения, об/мин;
 η_o – объемный КПД.

Пластинчатые насосы

Насосы пластинчатые имеют следующую **структуру условного обозначения:**

НПл х/х (Л) УХЛ4,

где НПл – насос пластинчатый;

первая цифра – рабочий объём в см³;

/вторая цифра – номинальное давление насоса в МПа;

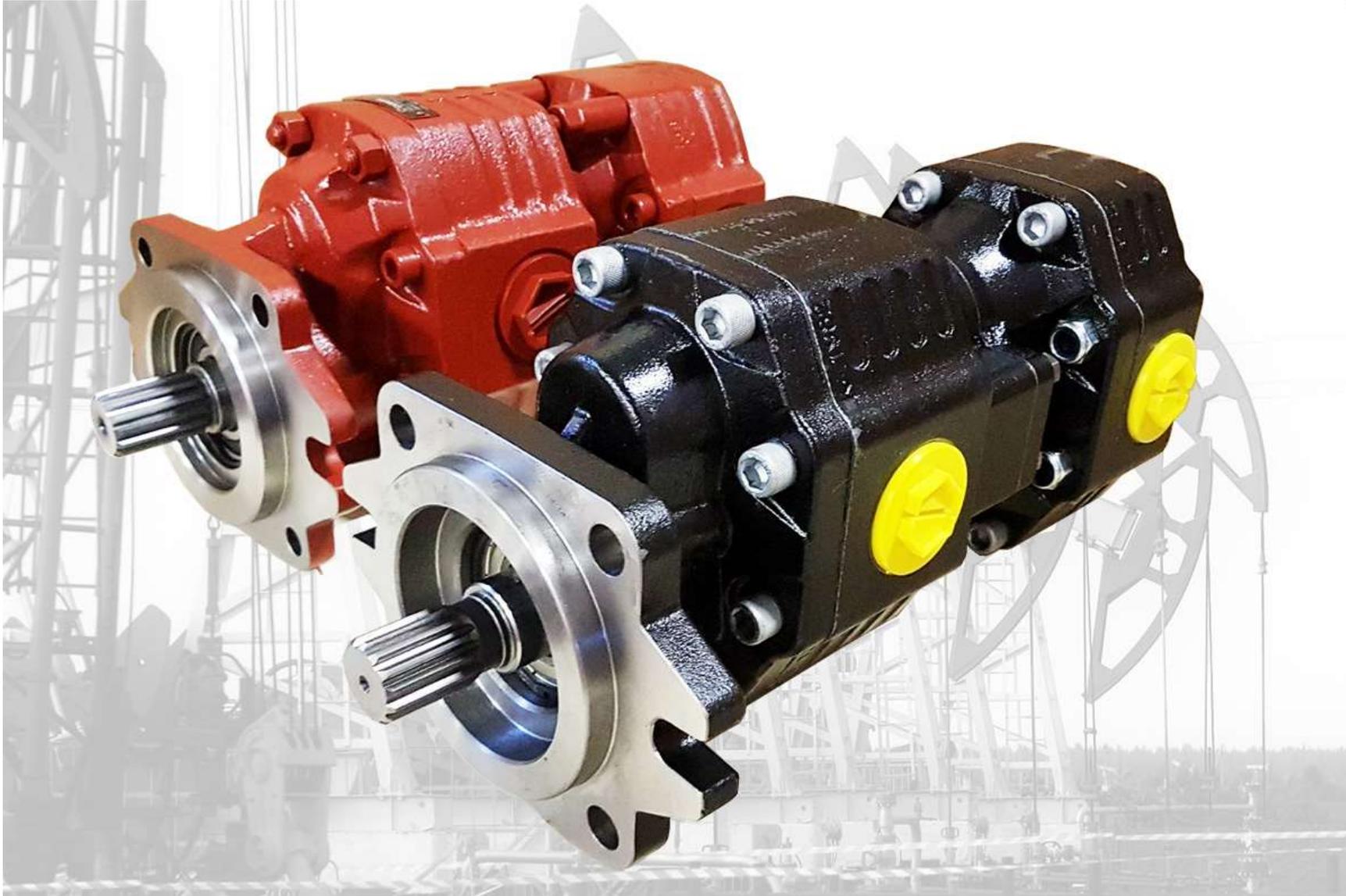
без индекса – правое вращение, «Л» – левое;

УХЛ4 – климатическое исполнение и категория размещения.

Примеры условного обозначения:

- насос НПл 25/16 УХЛ4;
- насос НПл 16/6,3 УХЛ4.

Гидродвигатели



Гидродвигатели

Объемный гидродвигатель – гидромашина, предназначенная для преобразования энергии потока жидкости в энергию движения выходного звена.

Разновидности:

- Гидромоторы с непрерывным вращательным движением выходного звена;
- Гидроцилиндры с возвратно-поступательным движением выходного звена;
- Поворотные гидродвигатели с ограниченным углом поворота выходного звена

Гидродвигатели

Гидроцилиндры

Гидроцилиндры используют для создания определенного усилия при осуществлении возвратно-поступательных движений.

По **принципу действия** подразделяются:

- на одностороннего действия;
- двухстороннего действия.

По **конструктивному исполнению**:

- поршневые;
- плунжерные;
- телескопические.



Гидродвигатели

Гидроцилиндры

Основные **параметры гидроцилиндров** регламентированы ГОСТ:

- Диаметр поршня D : 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250...
- Диаметр штока d : 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250...
- Номинальное давление $p_{НОМ}$: 2.5, 6.3, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63

Гидродвигатели

Гидроцилиндры

Диаметр штока выбирается из условия:

$$\frac{d}{D} = 0,3 \div 0,7.$$

Усилие на штоке:

$$F = p S \eta_M,$$

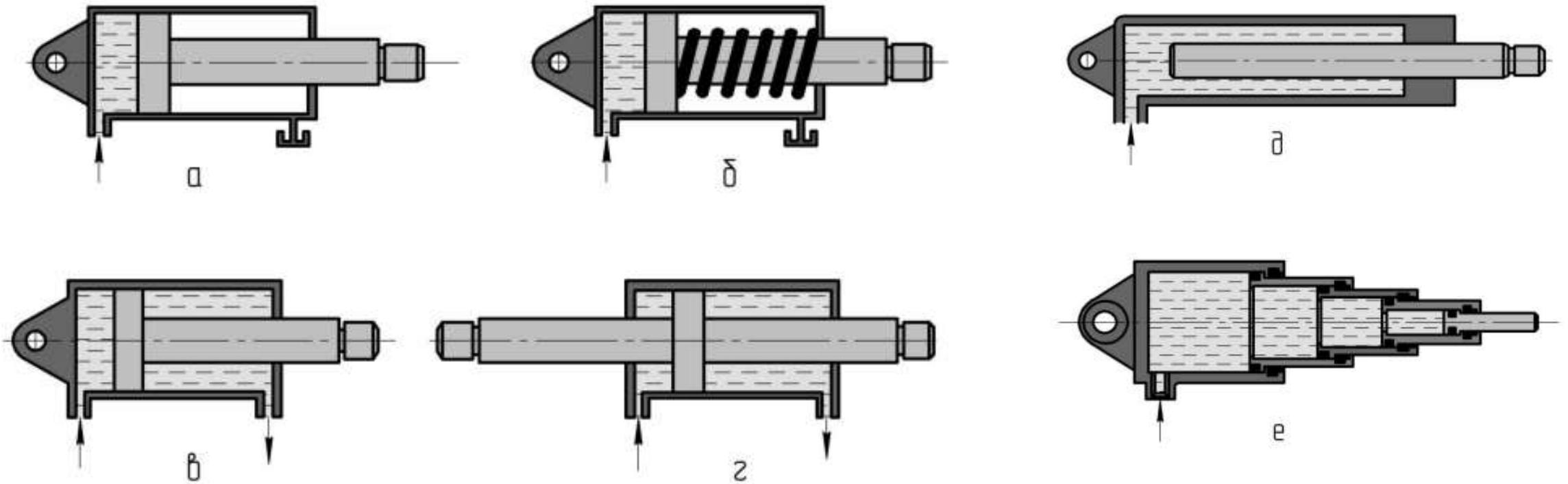
где $\eta_M \approx 0,95$ – механический КПД гидроцилиндра

Скорость поршня:

$$v = \frac{Q \eta_O}{S}.$$

Гидродвигатели

Гидроцилиндры



а – одностороннего действия; б – одностороннего действия с пружинным возвратом;
в – двустороннего действия; г – двустороннего действия с двусторонним штоком;
д – плунжерный; е – телескопический

Гидродвигатели

Гидромоторы

Преимущества по сравнению с электродвигателями:

- в среднем меньше в 6 раз по объему и 4-5 раза по массе,
- при наибольшей частоте вращения 2500 об/мин, наименьшее значение может быть 20–30 об/мин,
- время разгона и торможения – несколько сотых долей секунды,
- допустимы режимы работы при частых пусках и реверсах.

Практически все роторные насосы с бесклапанным распределением жидкости могут быть применены в качестве гидромоторов.



Гидродвигатели

Гидромоторы

Подразделяются на **группы**:

- поршневые;
- шестеренные;
- винтовые;
- пластинчатые.

Бывают:

- нерегулируемые – постоянный рабочий объем;
- регулируемые – изменяемый рабочий объем.



Гидродвигатели

Гидромоторы

По **частоте вращения** подразделяются:

- на быстроходные – $n = 500 \dots 10000$ об/мин;
- тихоходные – $n = 0,5 \dots 1000$ об/мин.

По **развиваемому моменту** подразделяются:

- на низкомоментные;
- высокомоментные.

Гидродвигатели

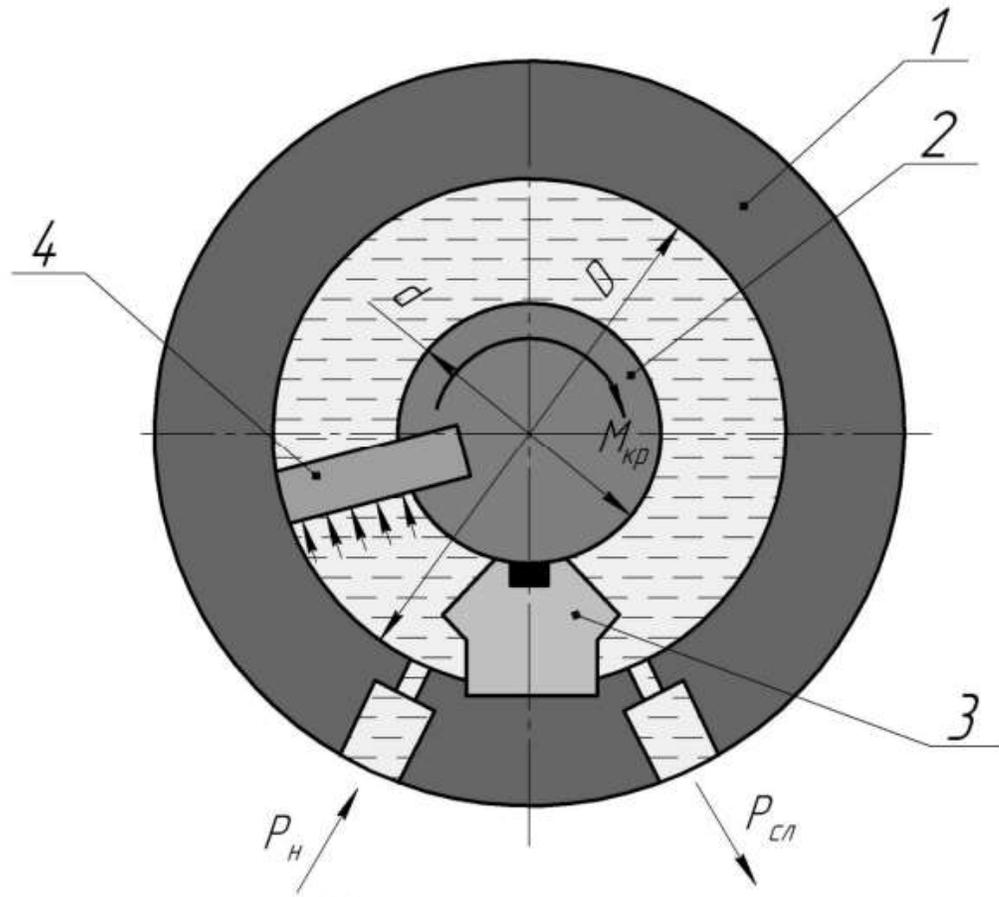
Гидромоторы

К высокомоментным гидродвигателям относят гидромоторы, которые имеют относительно большой крутящий момент на валу (более 2000 Н·м) и работают только в режиме гидромотора при относительно малой частоте вращения (менее 600 об/мин).

Высокомоментные гидродвигатели могут быть аксиально- и радиально-поршневыми.

Гидродвигатели

Поворотные гидродвигатели



Поворотный гидродвигатель: 1 – корпус; 2 – ротор;
3 – уплотнительная перемычка; 4 – пластина

Для привода машин с неполным поворотом выходного вала применяются поворотные гидродвигатели.

Крутящий момент развиваемый гидродвигателем равен:

$$M_{кр} = 0,5b(R^2 - r^2)\Delta P,$$

где b – ширина пластины,
 ΔP – перепад давления на гидромоторе