

НИУ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ  
И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



**Пред  
мет:**

**Объемный  
гидропневмопривод**

**02**

**ТЕМА(2ч.)**

**Объемные насосы и  
двигатели**



**УСМАНОВ НАИЛЬ  
КАЮМОВИЧ**



Доц. Кафедры Механизация  
гидромелиоративных работ.



## ПЛАН ЗАНЯТИЯ:

1

Определение , назначение и принципы действия объемных насосов

2

Объемные гидродвигатели поступательного движения

3

Объемные гидродвигатели вращательного движения

## Основные сведения об объемных насосах

В **объемных насосах** силовое взаимодействие рабочего органа с жидкостью происходит в замкнутых объемах (**рабочих камерах**), которые попеременно сообщаются с полостями всасывания и нагнетания.

**Рабочая камера** является важнейшим элементом объемного насоса. При работе насоса эта камера сначала заполняется жидкостью (**всасывание**), а затем жидкость вытесняется из неё (**нагнетание**). Этот процесс повторяется многократно. Рабочий орган, который обеспечивает заполнение рабочей камеры жидкостью, а потом вытесняет её, называют **вытеснителем**. Наиболее распространенным вытеснителем является поршень

У объемного насоса может быть одна или несколько рабочих камер величиной (объемом)  $W_k$ . Общее число рабочих камер  $z$  определяет величину рабочего объема насоса  $W_o$ .

Под рабочим объемом  $W_o$  понимают идеальное количество жидкости, которое насос может подать за один цикл работы.

Циклом работы для большинства объемных насосов является один оборот его вала. Следует иметь в виду, что у некоторых насосов каждая рабочая камера за один оборот вала может совершить две или более подачи жидкости. Это называется кратностью работы насоса ( $k$ ).

Рабочий объем насоса быть определен по формуле:

$$W_o = W_k \cdot z \cdot k .$$

Рабочий объем **W<sub>о</sub>** является важнейшим параметром насоса. Он во многом определяет его габариты и эксплуатационные показатели: подачу жидкости, полезную и потребляемую мощности. Необходимо также отметить, что на практике применяются насосы с переменными рабочими объемами. Такие насосы принято называть **регулируемыми**. А изменения рабочего объема насоса в процесс его работы – **регулированием насоса**.

**Объемные насосы**, используемые в различных отраслях техники, весьма различны по конструкции и имеют разные эксплуатационные параметры.

По характеру движения рабочего органа во всём многообразии объемных насосов выделяют две большие группы:

- **возвратно-поступательные (поршневые);**
- **роторные.**

**Возвратно-поступательные (поршневые) насосы** имеют два характерных отличия, которые во многом определяют их свойства и эксплуатационные параметры.

Первым из этих отличий является неподвижность рабочей камеры относительно корпуса насоса. При неподвижной рабочей камере её попеременное соединение с полостями всасывания и нагнетания обеспечивается за счет впускного и выпускного клапанов.

Наличие клапанов – **второе** отличие поршневых насосов.

**Роторные насосы**, в отличие от возвратно-поступательных, имеют подвижные рабочие камеры, которые в процессе работы перемещаются относительно корпуса. Кроме того, у роторных насосов отсутствуют клапаны. Попеременное соединение рабочих камер с полостями всасывания и нагнетания обеспечивается за счет их переноса от полости всасывания к полости нагнетания и обратно (обычно по окружности).

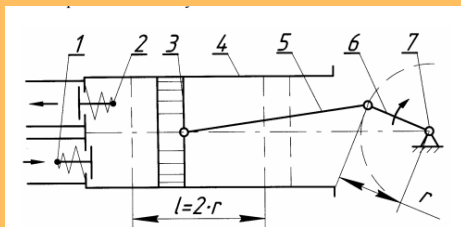
## Возвратно-поступательные (поршневые) насосы

**В возвратно-поступательных насосах** силовое взаимодействие рабочего органа с жидкостью происходит в неподвижных рабочих камерах, которые попеременно сообщаются с полостями всасывания и нагнетания за счет впускного и выпускного клапанов.

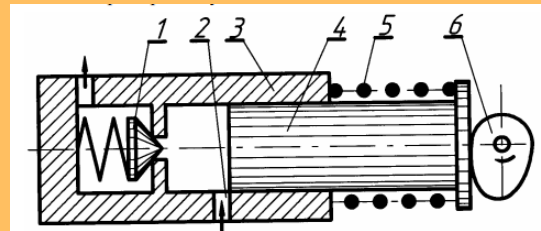
В качестве рабочего органа (вытеснителя) в возвратно-поступательных насосах используется поршень, плунжер или гибкая диафрагма (мембрана).

В связи с этим они подразделяются на:

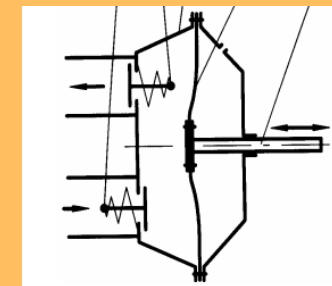
- поршневые,



- плунжерные



- диафрагменные.





## Общие свойства и классификация роторных насосов

Наиболее широко в приводах мобильных машин применяют ОГМ, у которых детали рабочей камеры (звенья) совершают простое или сложное вращательное движение. Такие ОГМ называют роторными. Их упрощенная классификация на примере роторных насосов приведена на рис. 1. Принадлежность гидромашин к той или иной классификационной группе определяется формой рабочих звеньев, их кинематикой и конструктивными особенностями машины.

В **роторных насосах** силовое взаимодействие рабочего органа с жидкостью происходит в подвижных рабочих камерах, которые попеременно сообщаются с полостями всасывания и нагнетания.

# Классификация роторных насосов



Как следует из анализа структурной схемы (см. рис. 1.), все роторные насосы делятся на **две большие группы**.

В **первую группу** включены насосы, использующие только вращательное движение.

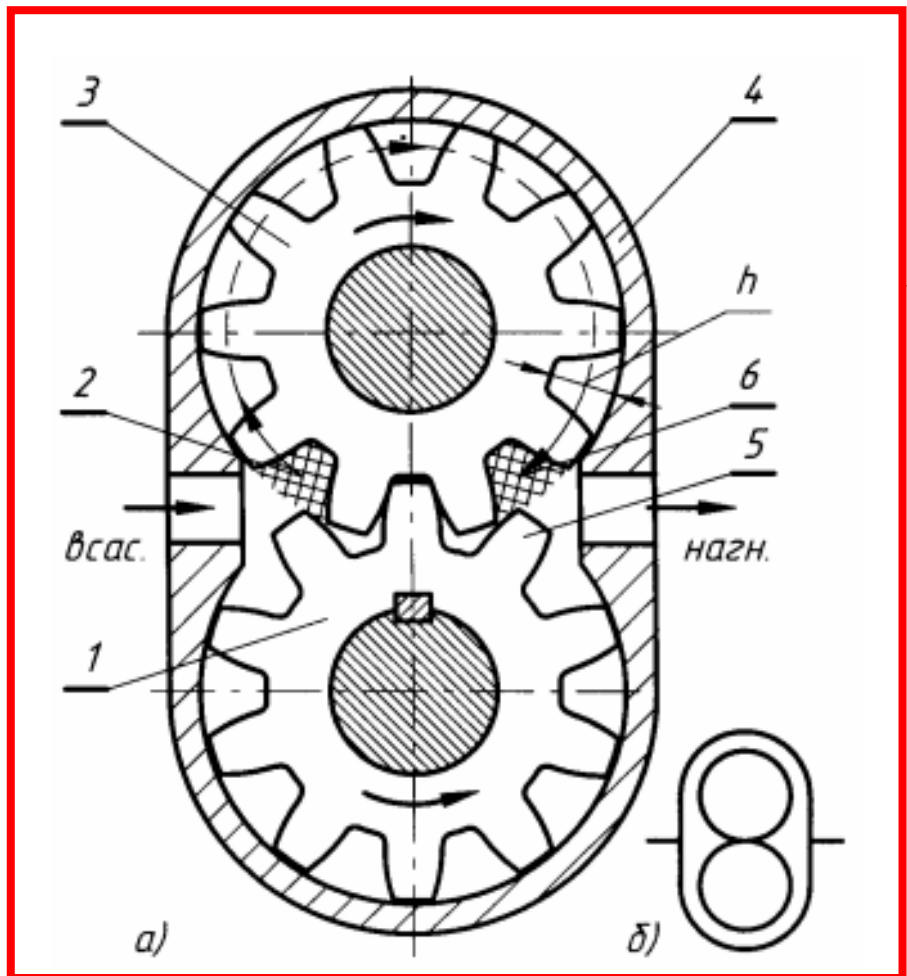
Во **вторую группу** входят насосы, в кинематике которых, кроме вращательного движения, присутствует также возвратно-поступательное движение



## Шестеренные насосы

**Шестеренный насос** – это зубчатый насос с рабочими органами в виде шестерен, обеспечивающих геометрическое замыкание рабочих камер и передачу крутящего момента с ведущего вала на ведомый. Шестеренные насосы могут быть с внешним и внутренним зацеплением.

Наиболее простым по конструкции и самым распространенным является шестеренный насос с внешним зацеплением (рис.2,а). Он обычно состоит из двух одинаковых эвольвентных зубчатых колес 1 и 3, находящихся в зацеплении, а также неподвижного корпуса 4. В представленной конструкции ведущей является шестерня 1, а ведомой – 3.



Шестеренные насосы с внешним зацеплением получили широкое распространение в машиностроении, так как просты в изготовлении и надежны в эксплуатации. Эти насосы выпускаются как для гидросистем с высокими давлениями (до 15...20 МПа), так и для гидросистем с более низкими давлениями (1...10 МПа). Первые применяются в гидросистемах тракторов, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин. Вторые используются в станочных гидроприводах, а также в гидросистемах поршневых двигателей. Рекомендованные частоты вращения большинства шестеренных насосов с внешним зацеплением лежат в пределах 1000...2500 об/мин. Полные КПД этих насосов обычно составляют 0,75...0,85, а объемные КПД – 0,85...0,95.

Рис. 2. Шестеренный насос: а) конструктивная схема; б) условное обозначение

## Роторно-поршневые насосы

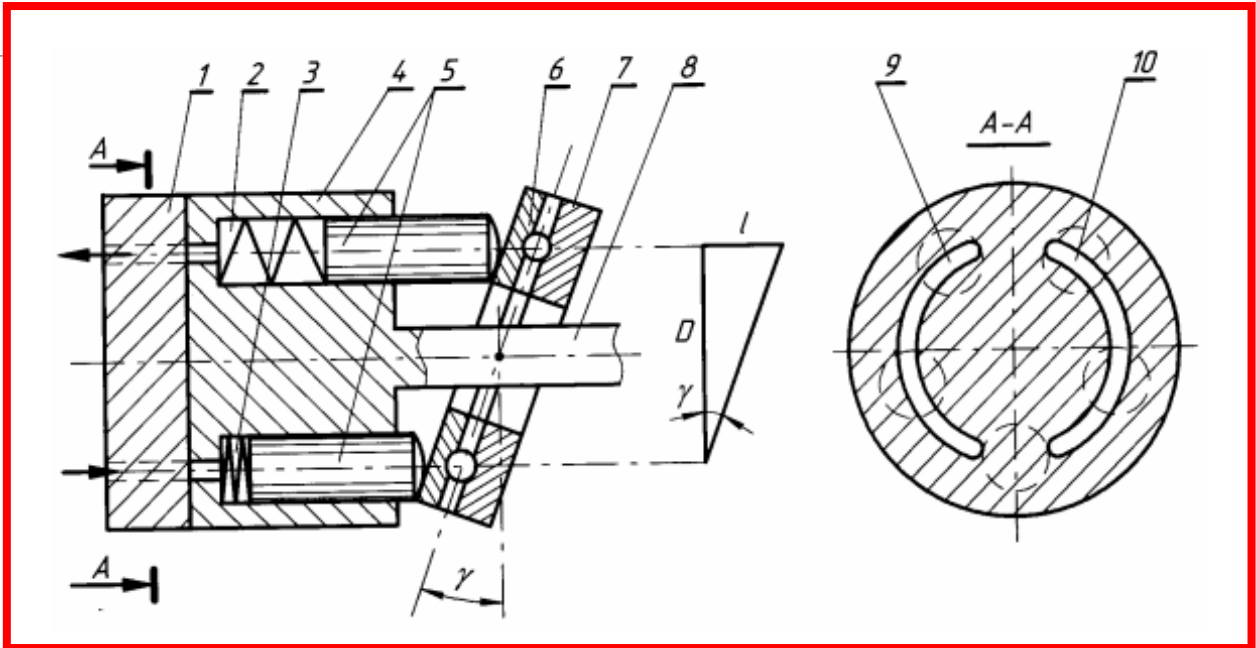
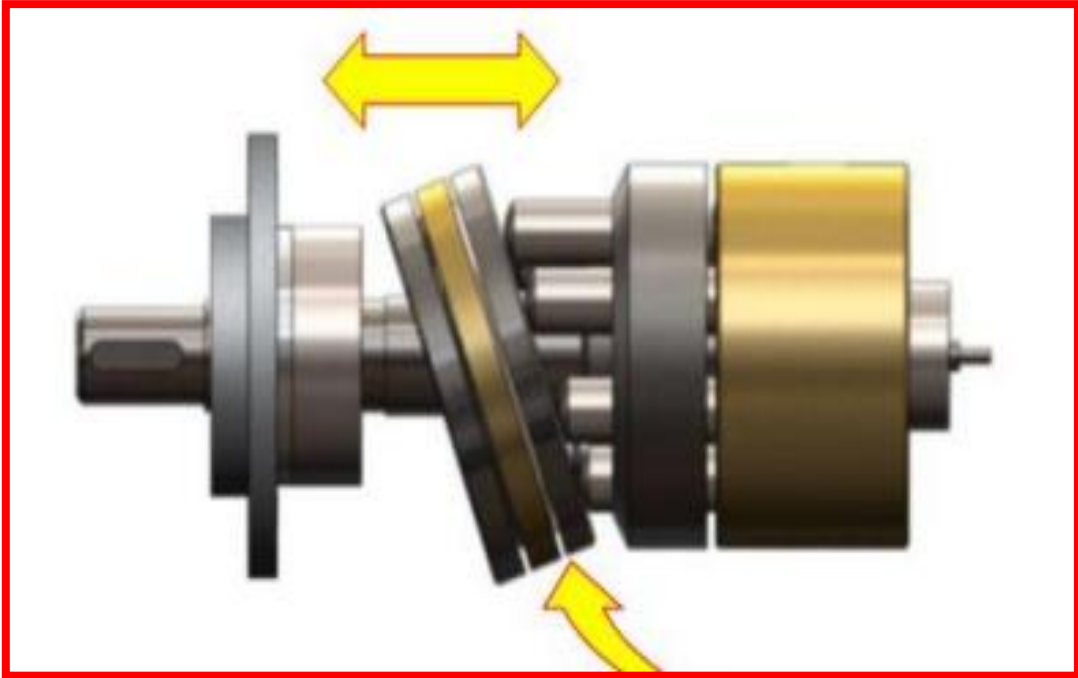
Роторно-поршневой насос – это роторный насос с рабочими органами (вытеснителями) в виде поршней или плунжеров.

Роторно-поршневые насосы подразделяются на

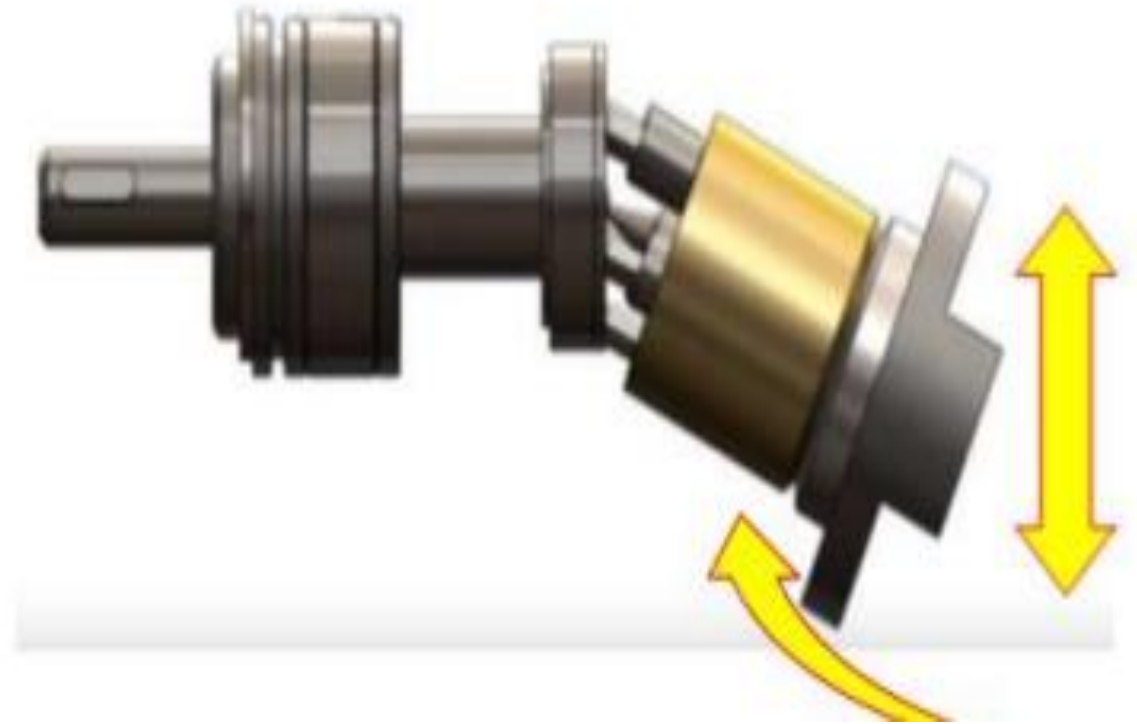
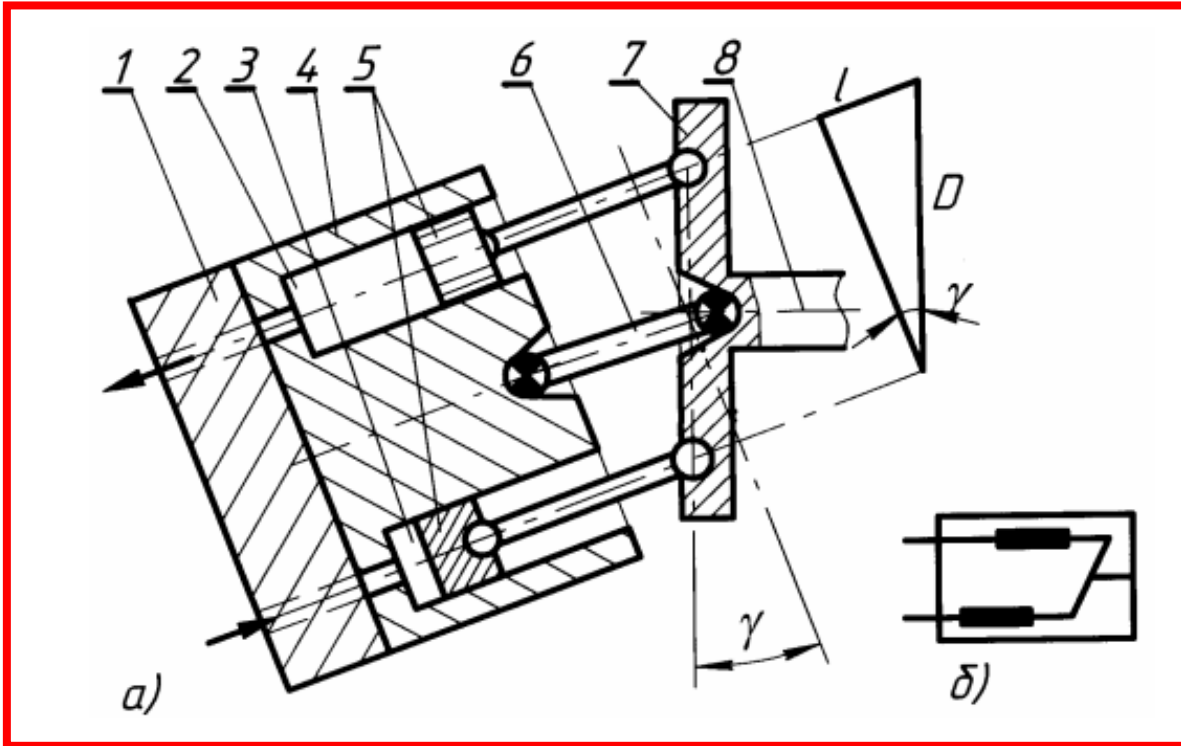
- **аксиально-поршневые**, у которых возвратно-поступательное движение поршней параллельно оси вращения вала насоса,
- **радиально-поршневые**, у которых возвратно-поступательное движение поршней происходит в радиальном направлении.

Аксиально-поршневые насосы в свою очередь выполняются  
**с наклонным диском (шайбой) ;**  
**с наклонным блоком относительно оси вращения насоса.**

# Аксиально-поршневой насос с наклонным диском



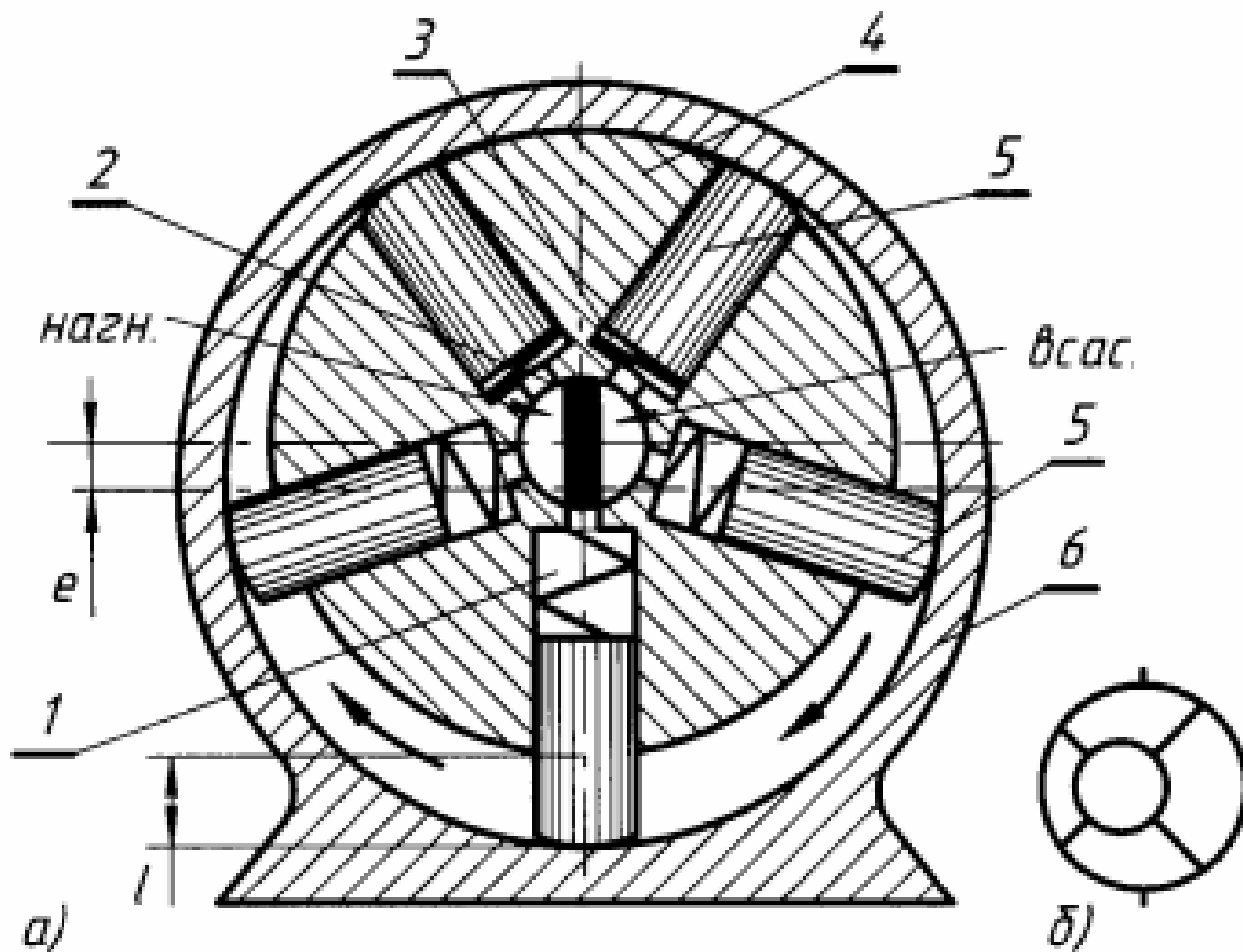
## Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком



: а) конструктивная схема; б) условное обозначение

**Аксиально-поршневые насосы** отличаются от насосов, рассмотренных ранее, бóльшей сложностью изготовления и, как следствие, большей стоимостью. Однако они имеют существенно лучшие эксплуатационные характеристики. Из всех роторных насосов аксиально-поршневые насосы создают самые высокие давления (до 30...40 МПа). Они могут работать в широком диапазоне изменения частот вращения (в пределах 500...4000 об/мин и шире). Для большинства аксиально-поршневых насосов полные КПД составляют 0,90...0,92, а объемные КПД – 0,95...0,98. Насосы данного типа наибольшее распространение получили в авиации и машинах для строительных и дорожных работ, а также достаточно широко используются в сельскохозяйственном машиностроении и станкостроении.





В радиально-поршневых насосах вытеснителями являются поршни или (чаще) плунжеры, которые располагаются радиально, т.е. перпендикулярно оси вращения. На рис. 5. представлена конструктивная схема радиально-поршневого насоса однократного действия с плунжерами в качестве вытеснителей. Основным элементом насоса является ротор, или блок 4 с плунжерами 5, который вращается от

рис. 5. Радиально-поршневой насос: а) конструктивная схема; б) условное обозначение

## Объемные гидравлические двигатели

**Гидродвигатель** – это гидромашина, «противоположная» насосу. К нему подводится жидкость под давлением, а на выходе имеет место возвратнопоступательное или вращательное движения выходного звена. По характеру движения выходного звена во всём многообразии объемных гидродвигателей выделяют две большие группы:

- **гидравлические цилиндры (гидроцилиндры)**
- **гидравлические моторы (гидромоторы).**

## . Гидроцилиндры

**Гидравлическим цилиндром** называется объемный гидродвигатель с возвратно-поступательным движением выходного звена. Гидроцилиндры широко применяются в качестве исполнительных механизмов различных машин. По конструкции и принципу действия гидроцилиндры очень разнообразны и классифицируются в соответствии с ГОСТ

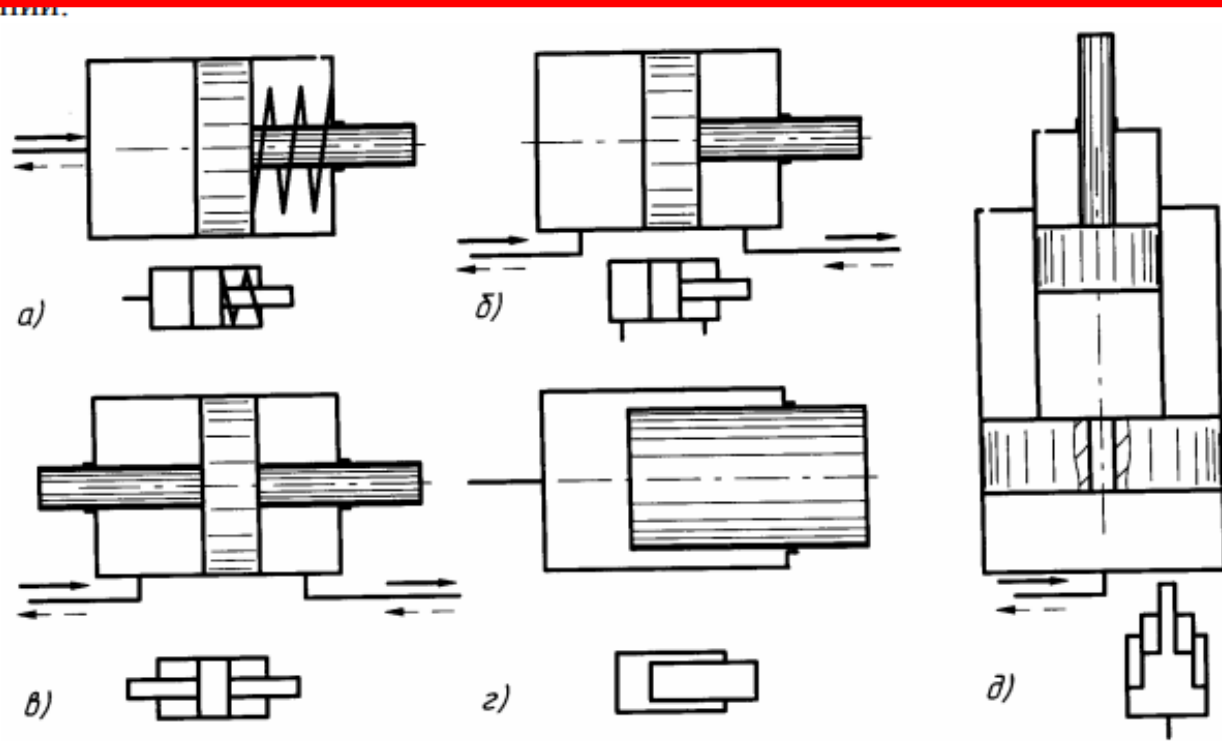
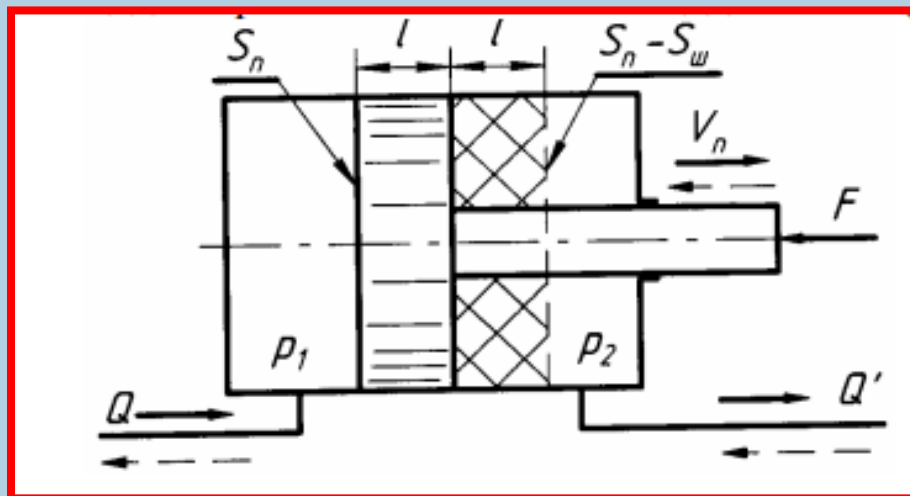


Рис. 6. Разновидности гидроцилиндров:  
а) поршневой одностороннего действия;  
б) поршневой двухстороннего действия;  
в) поршневой двухстороннего действия с двухсторонним штоком;  
г) плунжерный;  
д) телескопический одностороннего действия

При расчете гидроцилиндров используются **две основные формулы.**



**Первая** из них связывает силу  $F$  на штоке (рис.7 ) и перепад давлений на гидроцилиндре  $p = p_1 - p_2$ .

$$F = p \cdot S \cdot \eta_m ,$$

где  $S$  – активная площадь, на которую действует подводимое (высокое) давление.

При движении жидкости по **сплошным стрелкам** на расчетной схеме (рис.7 ) этой площадью является площадь поршня ( $S = S_n$ ), а при обратном движении (движение по **штриховым стрелкам** на схеме) – площадь поршня за вычетом площади штока ( $S = S_n - S_w$ ).

Вторая формула связывает расход и скорость поршня

$$Q = V_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}} \cdot \eta_0$$

или

$$Q' = V_{\text{п}} \cdot (S_{\text{п}} - S_{\text{ш}}) \cdot \eta_0 .$$

Формула записана в двух вариантах.

Это вызвано тем, что расходы до гидроцилиндра и после него различны. Представим, что поршень на расчетной схеме (рис.7. ) переместился из начального положения вправо на расстояние  $l$  (равное толщине поршня). В таком случае в левую полость гидроцилиндра поступил объем жидкости, равный объему поршня ( $W = S_{\text{п}} \cdot l$ ), а из правой полости вытеснился меньший объем  $W' = (S_{\text{п}} - S_{\text{ш}}) \cdot l$  ( $W'$  на рис заштрихован).

Из соотношения объемов  $W$  и  $W'$  следует, что расходы до и после гидроцилиндра связаны зависимостью

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{п}} - S_{\text{ш}}} .$$

## Гидромоторы

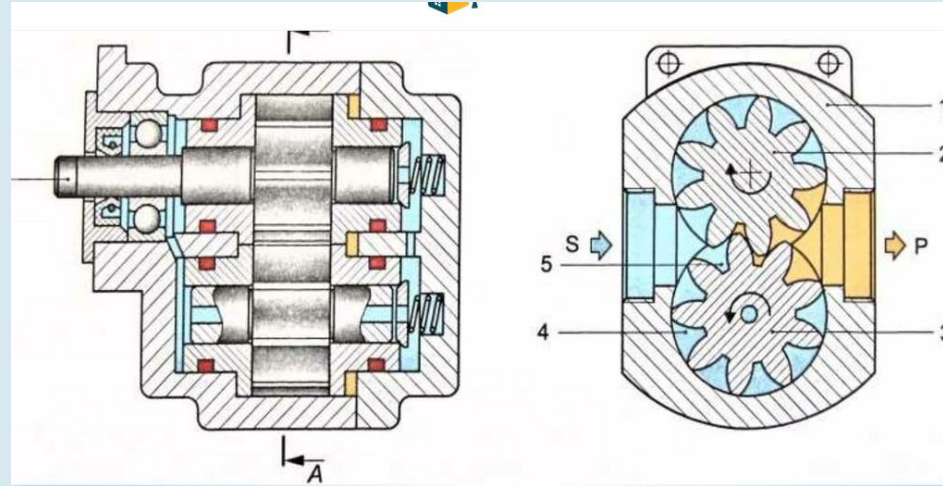
**Гидромотором** называется объемный гидравлический двигатель с вращательным движением выходного звена. Наибольшее распространение получили роторные гидромоторы. Их конструкции ничем принципиально не отличаются от конструкций одноименных роторных насосов.

*Мощность к гидродвигателю подводится с потоком жидкости. В гидромоторе она преобразуется во вращательное движение, а затем реализуется в виде крутящего момента на его выходном валу*

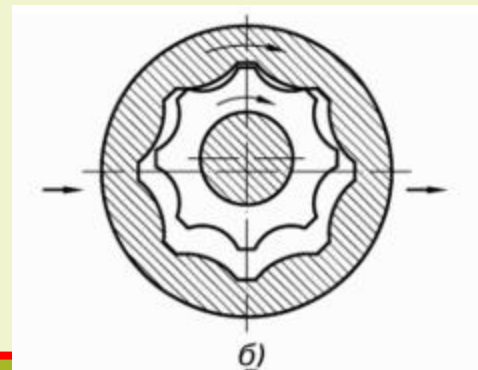
Распространение получили:

- шестеренные,
- пластинчатые
- роторнопоршневые гидромоторы.

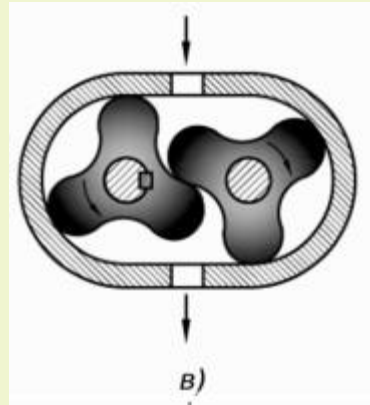
**Шестеренный** — гидромотор с рабочими звеньями в виде шестерен. Эти гидромоторы могут быть как с внешним, так и внутренним зацеплением (рис. 1, а).



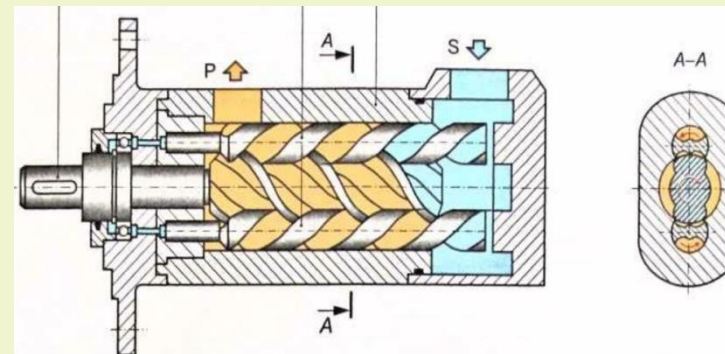
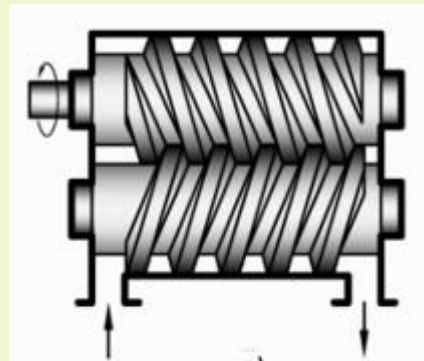
**Героторный** — шестеренный гидромотор с внутренним зацеплением, у которого рабочие камеры отделены друг от друга только зубьями шестерен без промежуточного серповидного элемента (см. рис. 2, б).



*Коловратный* — гидромотор с вращающимися рабочими звеньями, находящимися в контакте друг с другом, но не передающими крутящего момента. Крутящий момент между рабочими звеньями передается вспомогательной зубчатой передачей (см. рис. 2, в).

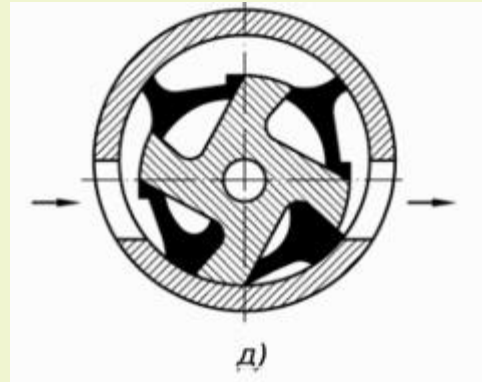


*Винтовой* — гидромотор с рабочими звеньями в виде винтов. В зависимости от числа винтов различают одновинтовые, двухвинтовые, трехвинтовые и многовинтовые гидромоторы (см. рис. 2, г).

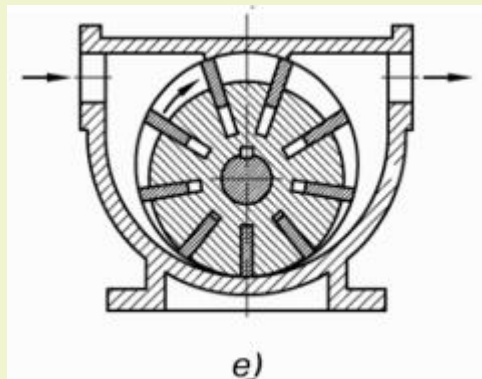




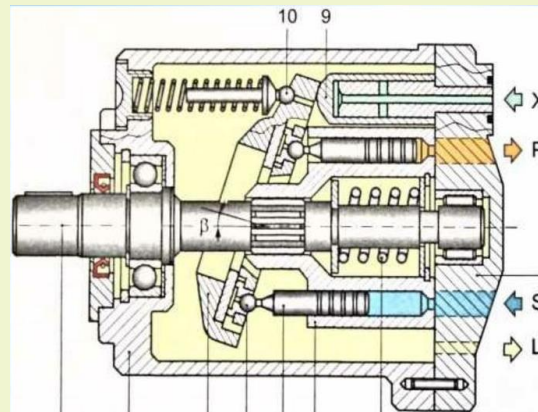
*Фигурно-шиберный* — шиберный гидромотор, у которого шиберы выполнены в виде деталей фигурного профиля, отличных от формы пластин (см. рис. 2.40, д).



*Пластинчатый* — шиберный гидромотор, у которого шиберы выполнены в форме пластин (см. рис. 2.40, е).



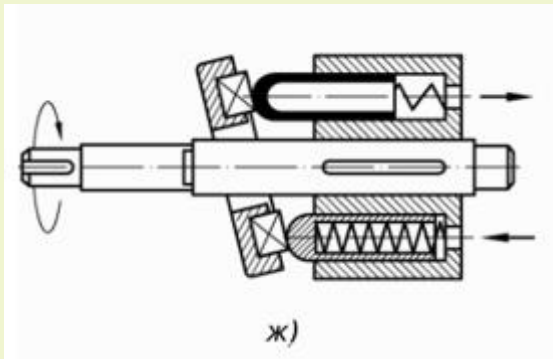
*Поршневой* — гидромотор с рабочими звеньями в виде поршней. Поршневые гидромоторы могут быть роторными или безроторными. *Аксиально-поршневой* — поршневой гидромотор, у которого оси поршней параллельны оси блока цилиндров или расположены к оси блока под углом не более  $45^\circ$ .



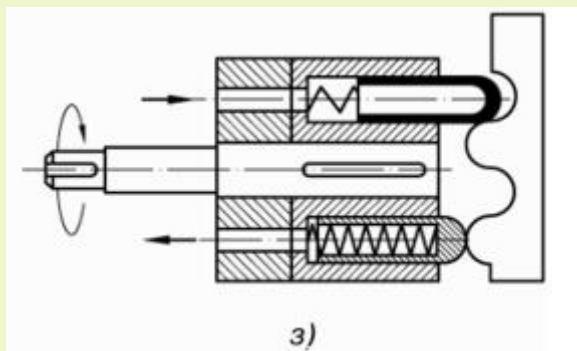
*Радиально-поршневой* — поршневой гидромотор, у которого оси поршней расположены под углом более  $45^\circ$  к оси блока цилиндров.

*С наклонным блоком* — аксиально-поршневой гидромотор, у которого оси выходного звена и блока цилиндров пересекаются.

*С наклонным диском* — аксиально-поршневой гидромотор, у которого выходное звено и блок цилиндров расположены на одной оси, а поршни связаны с торцевой поверхностью диска, наклоненного к этой оси (см. рис. 2.40, ж).



*С профильным диском* — аксиально-поршневой гидромотор, у которого выходное звено и блок цилиндров расположены на одной оси, а поршни связаны с диском, расположенным на одной оси и имеющим торцевую поверхность переменной кривизны (см. рис. 2.40, з).



Гидромоторы в ряде случаев имеют существенные преимущества перед электромоторами, они значительно меньше по занимаемому объему (в среднем в 6 раз) и их масса 4...5 раз меньше.

Регулирование частоты вращения гидромоторов осуществляется плавно во всем диапазоне. Максимальная частота вращения может достигать  $3000 \text{ мин}^{-1}$ , а для специальных исполнений —  $6000... 10000 \text{ мин}^{-1}$ , минимальная —  $20...30 \text{ мин}^{-1}$ , в отдельных случаях —  $4... 1 \text{ мин}^{-1}$ .

Наиболее широко используются **роторно-поршневые гидромоторы**. При этом **аксиально-поршневые** применяются в случае необходимости получения на **выходе высоких скоростей вращения**, а **радиальнопоршневые** гидромоторы – для получения **низких скоростей вращения** (в частности, используются в мотор-колесах самоходных машин).

При расчете **гидромоторов** используются две основные формулы. Они несколько отличаются от аналогичных формул для роторных насосов из-за противоположного направления потока мощности. Первая из этих формул связывает момент на валу гидромотора с перепадом давлений в напорном и сливном трубопроводах  $p = p_1 - p_2$ :

$$M = \frac{1}{2\pi} \cdot W_0 \cdot p \cdot \eta_m \cdot$$

Вторая формула связывает расход  $Q$  через гидромотор с частотой вращения его вала  $n$ :

$$Q = W_0 \cdot n \cdot \frac{1}{\eta_0}.$$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЕ

1. Объемный гидропривод вращательного движения.
2. Аксиально-плунжерные насосы с наклонным блоком и с наклонным диском.
3. Классификация роторных насосов
4. Шестеренные насосы.
5. Разновидности гидроцилиндров
6. Роторно-пластинчатые насосы.
7. Гидромоторы. Их конструкции и принцип действия.

# Л И Т Е Р А Т Р А

1. Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы. УП за № 6024 от 10. 07. 2020.
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. *Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник. Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / Под ред. А.А. Шейпака. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.*
3. Гидравлические машины и гидропневмопривод / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак ; Под ред. А.А. Шейпака .— 4-е изд., доп. и перераб .— 2007 .— 350 с. :
4. Гроховский Д. В. Основы гидравлики и гидропривод [Электронный учебник]: учебное пособие / Гроховский Д. В., 2012, Политехника. – 236 с.  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15902>
5. Исаев Ю.М. Гидравлика и гидропневмопривод : Учебник-М. :Издательский центр «Академия», 2016. -176с.



НИУ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ  
ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



УСМАНОВ НАИЛЬ  
КАЮМОВИЧ

доц.кафедры Механизация  
гидромелиоративных работ.



+ 998 71 237 1927



usmanov [@tiiame.uz](mailto:usmanov@tiiame.uz)

