

УДК 621.694.3

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ НАСОСЫ: КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Марина Владимировна Астафьева

старший преподаватель

Андрей Алексеевич Хохлов

студент

garlic142@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Основной задачей написания статьи являлось рассмотрение конструктивных особенностей и механики работы гидравлических насосов. Понимание данных процессов направлено на расширение знаний в области гидравлических систем и сфер их применения, начиная от промышленности и заканчивая сельским хозяйством.

Ключевые слова: гидравлические насосы, система, гидравлика, рабочая жидкость, рабочий объем, давление, КПД, цилиндр, поршень, конструктивные особенности.

В системах, где требуется преобразование гидравлической энергии потока рабочей жидкости из механической энергии, идущей от приводного двигателя, применяют устройства, которые называются гидравлическими насосами. Основным назначением гидравлических насосов является задача создания необходимого давления и расхода рабочей жидкости для функционирования необходимых устройств [2, 8].

Функционирование насосов осуществляется за счет выталкивания рабочей жидкости лопастями, линейными перемещениями, вращением ротора или поршнями из входного патрубка в выходной, вследствие чего поток подвергается изменению давления и скорости в системе, что и создает гидравлическую энергию для работы оборудования [2, 7-8].

Классифицируют гидравлические насосы по способу выталкивания рабочей среды по следующим признакам:

1. Схема работы.
2. Тип выталкивателя.
3. Конструктивные особенности [5, 9].

В общем случае гидравлические насосы подразделяют на 2 основные группы: объёмные (изменение объема рабочей камеры) и динамические – они же центробежные.

Функционирование объёмных гидравлических насосов осуществляется за счет изменения величины объема рабочей камеры, вследствие чего происходит вытеснение рабочей среды в напорную линию. Работают объёмные насосы от электрического привода, либо же от двигателя внутреннего сгорания. Основным предназначением такого типа насосов является создание большого крутящего момента для перемещения цилиндра или вращения гидромотора, но при этом сохраняется сравнительно небольшой расход рабочей жидкости в отличие от центробежных насосов [3, 10-11].

В динамических насосах под действием центробежных сил создается поток рабочей жидкости и осуществляется выталкивание ее для создания большого объема перекачиваемой среды, что является основным назначением

центробежных насосов. Они работают при небольшом давлении от электрического привода и нужны для создания высокой скорости перекачивания рабочей среды, чем и нашли свое применение в системах водоснабжения и охлаждения [7, 9].

Перейдем к рассмотрению объёмных гидравлических насосов.

Поршневые насосы являются одной из разновидностей объёмных насосов, принцип работы которых строится на возвратно-поступательных движениях поршня, который располагается в цилиндре. Поршней может быть несколько. В этом случае рабочий объём блока цилиндров будет равняться сумме объёмов всех цилиндров. Помимо этого, количество поршней в блоке цилиндров напрямую влияет на пульсацию потоков вытесняемой рабочей среды, которая поступает в напорную магистраль. Во время работы объёмного насоса, когда поршень совершает обратных ход, происходит всасывание рабочей жидкости из подводящей магистрали, а затем рабочая жидкость гидравлической силой выталкивается из цилиндра при прямом ходе поршня [1-2].

Объёмные насосы нашли свое применение в тех областях, где требуются высокое давление и крутящий момент: прессовое оборудование; извлечение нефти из скважин; работа с вязкими веществами и т.д.

Аксиально-поршневые насосы (гидромашины) принято разделять на 2 основные группы по способу функционирования системы: гидромашины с наклонным расположением диска (форма цилиндра) и с наклонным расположением блока [3-4].

На рисунке 1 представлены схемы с аксиально-поршневыми гидромоторами.

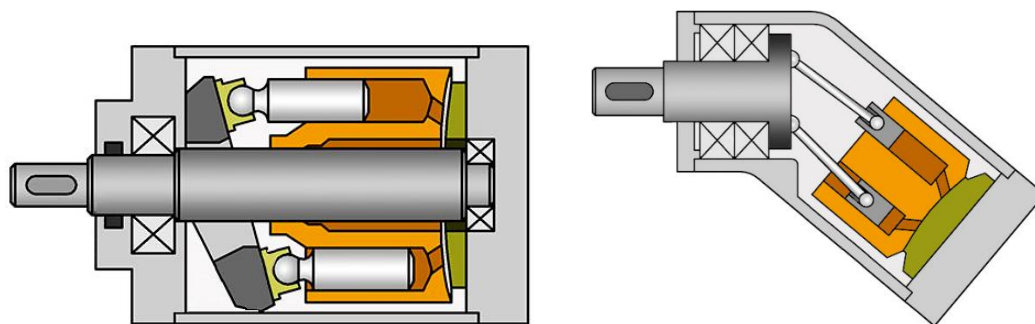


Рисунок 1 – Аксиально-поршневые гидромоторы (с наклонным расположением диска и наклонным расположением блока) [13].

Благодаря данному наклону диска или блока осуществляется вытеснение рабочей жидкости во время прямого хода поршня. Особенности этих гидромоторов заключаются в высоком давлении нагнетания рабочей жидкости, которые способны работать при больших динамических усилиях. Такой тип насосов нашел широкое применение в автомобилестроении из-за сравнительно небольших размеров и высокой выходной мощности [6].

Положительные и отрицательные стороны аксиально-поршневых насосов показаны на рисунке 2.

| Преимущества | Недостатки |
|------------------------------------|---|
| Высокая производительность | Высокие требования к качеству масла |
| Небольшие размеры | Высокий уровень шума |
| Высокая надежность | При малом количестве цилиндров рабочая жидкость имеет пульсацию |
| Широкое применение | |
| Регулирование направления вращения | |
| Реверсивность движения | |

Рисунок 2 - Положительные и отрицательные стороны аксиально-поршневых насосов.

Если в случае с аксиально-поршневыми насосами поршень располагался параллельно оси, либо под углом не более 45° , то в радиально поршневых насосах поршень располагается перпендикулярно оси вращения. Радиально-поршневые насосы принято разделять на 2 группы: с цапфовым и клапанным распределением, конструктивные схемы которых показаны на рисунке 3 [2, 5].

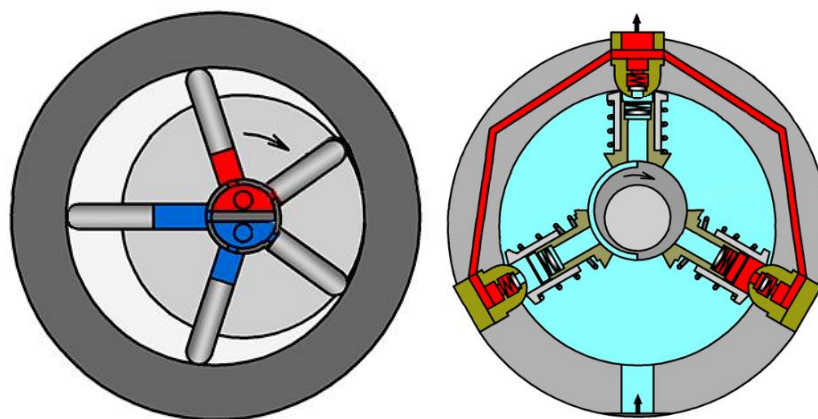


Рисунок 3 – Радиально-поршневые насосы (с цапфовым и клапанным распределением) [13]

В радиально-поршневом насосе с цапфовым распределением рабочей жидкости ротор расположен со смещением относительно оси статора. Во время работы ротор как бы скользит по корпусу статора за счет центробежной силы или прижимных пружин. Центр вала служит распределением всасывания и вытеснения рабочей среды, так как в нем находится цапфовый узел [7, 11-12].

Клапанное распределение, как понятно из названия, происходит за счет клапанов. Они располагаются в корпусе статора и подключены к линии нагнетания. В радиально-поршневых насосах с клапанным вытеснением рабочей жидкости, так же, как и в случае с аксиально-поршневыми насосами, суммарных рабочий объём всех камер, а также частота вращения вала приводного двигателя напрямую влияют на объём перекачиваемой жидкости.

Свое применение радиально-поршневые насосы нашли в оборудовании, где требуются высокие давления нагнетания: прессовые и прокатные станки.

Положительные и отрицательные стороны радиально-поршневых насосов представлены на рисунке 4.

| Преимущества | Недостатки |
|---|-----------------------------|
| Создание высокого давления в напорной линии | Большая масса и габариты |
| Увеличение рабочего объёма за счёт увеличения рядов | Пульсация давления и подачи |
| Надёжность и долговечность | |

Рисунок 4 - Положительные и отрицательные стороны радиально-поршневых насосов.

Самым простым типом поршневых насосов служат ручные насосы, работающие по принципу ручной силы. Перемещение поршня внутри цилиндра осуществляется параллельно оси блока, а нагнетание и выталкивание рабочей жидкости за счёт работы клапанов. Объём рабочей камеры ограничен из-за габаритных размеров. В основном ручные насосы используют при малых расходах. Отличительными чертами такого типа насосов служат: простая конструкция, долговечность и простота замены составляющих. Из минусов: малый рабочий объём камеры и работа вручную [2, 4].

Самым распространённым типом гидравлических насосов являются шестеренные насосы, которые имеют конструктивную схему с внутренним и внешним зацеплением.

Функционирование шестеренных насосов с внутренним зацеплением и выталкиванием рабочей среды в напорную магистраль происходит во время вращения внешней, ведущей шестерни насоса от приводного двигателя. В свою очередь, ведомая шестерня имеет смещение относительно центральной оси корпуса и зафиксирована серповидным разделителем. Во время вращения внешней шестерни создаются объёмы, где жидкость замыкается, а затем выталкивается в линию нагнетания. Насосы с внутренним зацеплением используют для перекачивания вязких компонентов, например нефти [1, 4, 7].

Гидравлический шестерённый насос с внутренним зацеплением показан на рисунке 5.

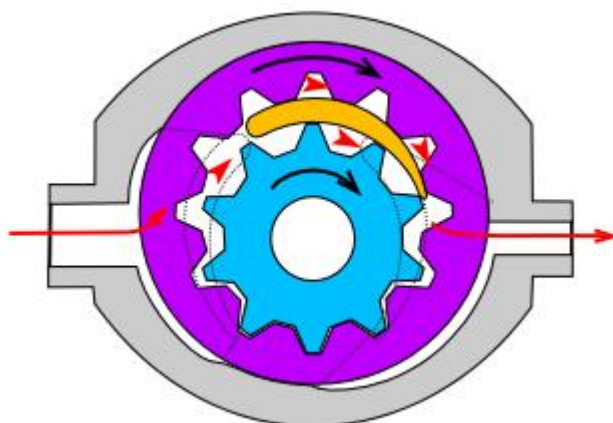


Рисунок 5 - Гидравлический шестерённый насос с внутренним зацеплением [13].

Как и в случае с гидравлическим шестерённый насосом с внутренним зацеплением (рисунок 6), насосы внешнего зацепления имеют ведущую и ведомую шестерни, которые перекачивают рабочую жидкость внутри корпуса. Работа насоса происходит за счёт расхождения и схождения зубьев шестерён. При их расхождении увеличивается рабочий объём и создается разрежение. При схождении зубьев объём уменьшается, что заставляет рабочую жидкость выталкиваться в напорную магистраль под невысоким давлением. Такой тип насосов получил более широкое распространение на практике [12].

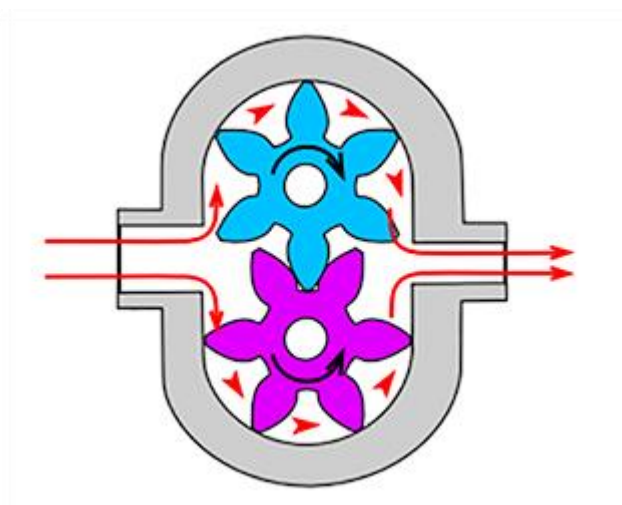


Рисунок 6 - Гидравлический шестерённый насос с внешним зацеплением [13].

Положительные и отрицательные стороны шестерённых насосов представлены на рисунке 7.

| Преимущества | Недостатки |
|--|---|
| Простота конструкции и низкая стоимость (характерно для насосов внешнего зацепления) | Высокие требования к качеству изготовления шестерен |
| Постоянный рабочий объем. | Высокий уровень шума |
| Рабочий объем имеет широкий модельный ряд, что позволяет точно подобрать требуемый размер подачи шестеренного насоса | Низкий КПД |
| | Пульсация в канале нагнетания |

Рисунок 7 - Положительные и отрицательные стороны шестерённых насосов.

Пластинчатые гидравлические насосы не получили широкого распространения. У данного типа насосов на роторе имеются пластины, которые за счёт центробежной силы прижимаются к стенке статора, тем самым образуя рабочий объём камеры. Пластинчатые гидравлические насосы разделяют на 2 основные группы: однократного и двукратного действия.

Ротор с пластинами однократного действия (рисунок 8) размещен со смещением относительно оси статора. При его вращении создается полость, которая засасывает рабочую жидкость в насос, вызывая разрежение. Далее при вращении ротора пластины проходят вершину эллипса, что сокращает рабочий объём жидкости, заставляя вытеснять ее в область нагнетания [1-2, 7].

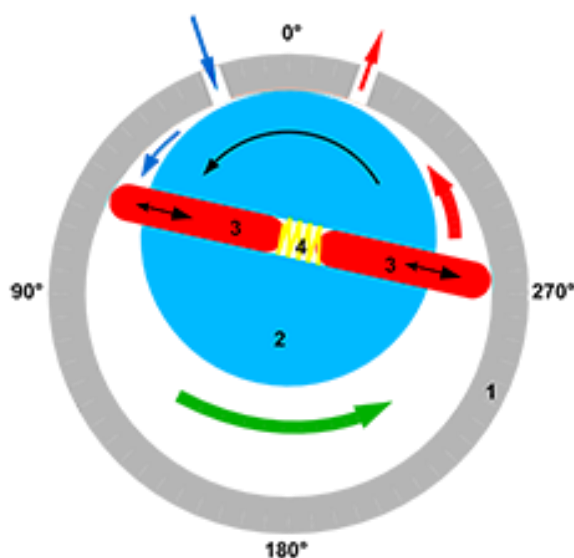


Рисунок 8 – Гидравлический насос с пластинами однократного действия [13].

Более широкое применение получили пластинчатые гидравлические насосы двукратного действия (рисунок 9). Особенности принципа их работы заключаются в эллипсовидной камере, где вращается ротор с пластинами. Таким образом, достигается двойной цикл всасывания и нагнетания рабочей жидкости за один оборот вращения, так как камер нагнетания с одинаковым рабочим объёмом тоже две. После совершения оборота, рабочая жидкость собирается из двух камер нагнетания и направляется в напорную магистраль, что положительно сказывается на увеличении эффективности насоса по сравнению с пластинчатым гидравлическим насосом однократного действия [2, 7, 12].



Рисунок 9 - Пластинчатый гидронасос двойного действия [13].

Положительные и отрицательные стороны пластинчатых гидравлических насосов представлены на рисунке 10.

| Преимущества | Недостатки |
|---|---|
| Простота конструкции | Имеются ограничения по максимальному давлению |
| Плавность работы | Высокий износ пластин |
| Высокий КПД | |
| Возможность регулирования рабочего объема, а следовательно, и производительности этих насосов | |
| Способность перекачивать жидкость разной вязкости | |

Рисунок 10 - Положительные и отрицательные стороны пластинчатых гидравлических насосов.

В заключении отметим, что для тяжелых условий эксплуатации идеально подойдет аксиально-поршневой гидравлический насос, а для более простых и лёгких задач лучше использовать насосы с внешним зацеплением.

Список литературы:

1. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве / Завражнов А.И., Бобрович Л.В., Ведищев С.М., Гордеев А.С., Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Манаенков К. А., Михеев Н.В., Соловьев С.В., Федоренко В.Ф., Щербаков С.Ю. // Санкт-Петербург: Лань. 2021. С. 213.

2. Колдин М.С., Алехин А.В., А.А. Земляной, А.В. Аксеновский. Гидравлика. Мичуринск. Изд-во «Инфра-Инженерия». 2025. С. 45-48.
3. Башта Т. М. Гидравлические приводы и механизмы: учебник. М.: Машиностроение. 2021. С. 480.
4. Колесников К. С., Балакин А. А. Гидромашины и гидропневмоагрегаты: учебник. СПб.: Лань. 2020. С. 368.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3 т. Т. 3. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 2021. С. 928.
6. Попов Д. Н. Гидропривод и гидропневмоавтоматика: учебник. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2020. С. 320.
7. Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник. 3-е изд., перераб. М.: Академия. 2021. С. 464.
8. ГОСТ 17398 72. Насосы. Термины и определения. М.: Стандартиформ. 2020. С. 24.
9. ГОСТ Р 54806 2011. Насосы центробежные. Технические требования. Класс I. М.: Стандартиформ. 2021. С. 16.
10. ГОСТ Р 54807 2011. Насосы объёмные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ. 2021. С. 12.
11. ГОСТ Р ИСО 1219 1 2021. Гидроприводы объёмные. Обозначения графические и схемы. Часть 1. Графические обозначения. М.: Стандартиформ. 2022. С. 8.
12. Беляев А. Н., Иванов П. Л. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник. М.: Юрайт. 2023. С. 416.
13. Гидравлический насос // Торговый дом Паскаль – URL: <https://tdpaskal.ru/blog/gidravlicheskiy-nasos/>

UDC 621.694.3

**HYDRAULIC PUMPS: DESIGN FEATURES AND FUNDAMENTALS
OF OPERATION**

Marina V. Astafieva

senior lecturer

Andrey A. Khokhlov

student

garlic142@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The main task of writing the article was to consider the design features and mechanics of hydraulic pumps. Understanding these processes is aimed at expanding knowledge in the field of hydraulic systems and their applications, ranging from industry to agriculture.

Keywords: hydraulic pumps, system, hydraulics, working fluid, working volume, pressure, efficiency, cylinder, piston, design features.

Статья поступила в редакцию 25.02.2026; одобрена после рецензирования 20.03.2026; принята к публикации 31.03.2026.

The article was submitted 25.02.2026; approved after reviewing 20.03.2026; accepted for publication 31.03.2026.