

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и
тепловые процессы»

ИЗУЧЕНИЕ НА МОДЕЛИ
УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ
ПЛАСТИНЧАТОГО ДВУХПОТОЧНОГО НАСОСА

Методические указания
к лабораторной работе № 2 - ОГМ



РОСТОВ НА ДОНУ
2021

Составитель: канд. техн. наук Р.А. Фридрих, М.С. Полешкин

Изучение на модели устройства и принципа действия пластинчатого двухпоточного насоса: Метод. указания к лабораторной работе №2-ОГМ, Ростов н/Д, 2021.

Данные методические указания используются при выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Объёмные гидромашины и гидропередачи»; «Инновационные методы проектирования объёмных гидромашин и гидропередач», и предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения.

Печатается по решению методической комиссии факультета «Авиастроение. Транспорт, сервис, эксплуатация»

© Издательский центр ДГТУ, 2021

Цель работы: на основе макета пластинчатого двухпоточного насоса типа ...БГ12-... ознакомление с конструкциями объёмных гидромашин данного типа, процессом их разборки – сборки; выявление деталей и их поверхностей, износ которых существенно влияет на технические показатели гидромашин данной конструкции; по конструктивным размерам определить рабочие параметры.

1. Терминология классификация, принцип действия

Пластинчатый (шиберный) гидронасос – объёмная (гидростатическая) гидромашина, в которой преобразование механической энергии вращения вала в гидравлическую энергию потока рабочей жидкости происходит в результате взаимодействия *рабочих органов* (вытеснителей) в виде пластин (шиберов) внутри подвижных *рабочих камер* (перемещающихся вокруг некоторой оси замкнутых изменяемых объёмов, образованных внутренней поверхностью статора, наружной поверхностью ротора, торцевыми поверхностями и двумя соседними пластинами, совершающими одновременно с вращательным и возвратно-поступательное движение) при *попеременном* соединении этих камер (через распределительное устройство) с линиями всасывания и нагнетания.

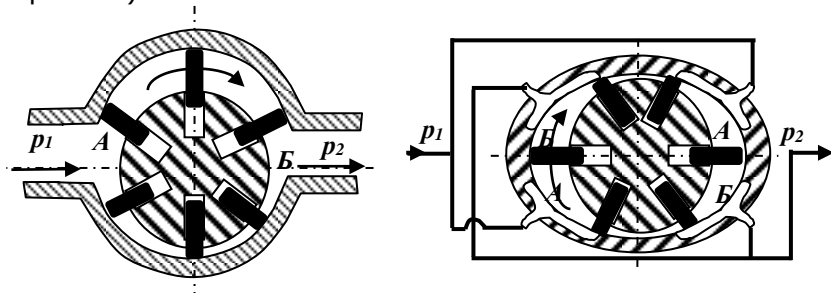


Рис. 1 Принципиальная схема пластинчатого насоса однократного (а) и двукратного (б) действия

При вращении ротора пластины насоса проходят участки профильной направляющей (рис. 1): участок всасывания А, на котором создаётся разрежение и всасывание рабочей жидкости в межлопастное пространство под давлением p_1 , участок нагнетания Б, на котором происходит вытеснение рабочей жидкости из межлопастного пространства при давлении p_2 .

Количество участков (всасывания и нагнетания) соответствует кратности действия насоса. У однократного пластинчатого насоса - один участок всасывания и нагнетания, у двукратного - по два и т. д.

2. Условные обозначения

В гидравлических схемах приводов различных машин и механизмов насосы могут изображаться либо в условном (символическом, рис. 2, а...л), либо в полуконструктивном (рис. 2, м...т) обозначении.

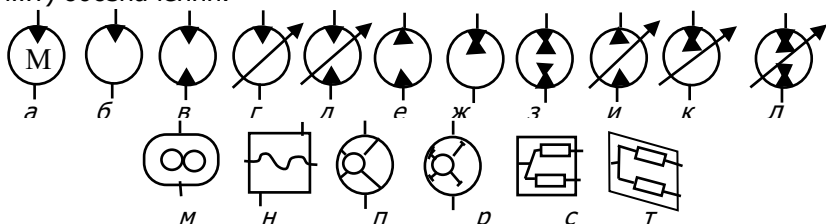


Рис 3. **Графическое изображение гидромоторов:** **а** - общее обозначение; **б** - нерегулируемый с постоянным направлением потока; **в** - нерегулируемый с реверсивным потоком; **г** - регулируемый с постоянным направлением потока; **д** - регулируемый с реверсивным потоком; **е** - насос-мотор нерегулируемый при одном и том же направлении потока; **ж** - насос-мотор нерегулируемый при различных направлениях потока; **з** - насос-мотор нерегулируемый при любом направлении потока; **и** - насос-мотор регулируемый при одном и том же направлении потока; **к** - насос-мотор регулируемый при различных направлениях потока; **л** - насос-мотор реверсивный регулируемый при различных направлениях потока; **м** - шестеренный; **н** - винтовой; **п** - пластинчатый; **р** - радиально-поршневой; **с** - аксиально-поршневой с наклонным диском; **т** - аксиально-поршневой с наклонным блоком.

Достоинством условных обозначений насосов является их универсальность, а также простота исполнения (вычерчивание).

Если необходимо отразить принцип действия насоса, то применяют полуконструктивные обозначения. Полуконструктивное изображение обеспечивает удобство чтения, и наглядность гидравлической схемы привода с точки зрения понимания конструктивной схемы насоса и его взаимодействия с входящими в гидросхему узлами.

3. Объект изучения

3.1 Общие сведения. Пластинчатый (шиберный) насос - гидромашина с подвижными элементами в виде ротора, совершающего вращательное движение, и пластинами

(шиберами), совершающими вращательное и возвратно-поступательное или возвратно-поворотное движения.

Эти машины, получившие в практике так же название лопастных, являются наиболее простыми из существующих типов и обладают при всех прочих равных условиях большим объемом рабочих камер.

3.2 Пластинчатые насосы одинарного действия. Двухпластинчатый насос. Наиболее простым насосом пластинчатого типа является насос с двумя пластинами 3 и 5, подвижно монтируемыми в общем сквозном радиальном пазу ротора 7 (рис. 3, а). Эти пластины, которые по существу являются одной пластиной, образуют с поверхностями ротора 7 и смещенного относительно него на величину e статора 1 с осью O_2 , две серпообразные камеры (полости) a и b .

При повороте ротора 7 относительно оси O_1 , в направлении, указанном стрелкой, объем камеры a (точечная штриховка), соединенной с всасывающей полостью 6, увеличивается, а камеры b , соединенной с нагнетательной полостью 4, уменьшается, в соответствии с чем происходит всасывание (через канал 6) и нагнетание (через канал 4) жидкости. Поскольку ротор 7 имеет плотный контакт с нижней частью статора 1, одна из пластин 3 или 5 в любом положении ротора 7 отделяет всасывающую полость 6 от нагнетательной 4. Для возможности радиального перемещения пластин и обеспечения плотного контакта со статором, пластины распираются пружиной 2, поджимаясь к статору 1. Так как текущая площадь вытеснения в рассматриваемом двухпластинчатом насосе значительно изменяется по углу поворота вала, переменной по углу поворота ротора является также и подача. Наличие пульсации подачи является одним из факторов, ограничивающих возможность широкого применения насосов этой схемы. Кроме того, такой насос пригоден для работы при небольших давлениях, ввиду чего он применяется для вспомогательных целей (подача смазки и др.).

3.3 Многопластинчатые насосы. Для снижения пульсации подачи применяют насосы с несколькими пластинами, На рис. 4 приведены схемы таких насосов, применяющихся в системах подпитки основных насосов и в системах смазки.

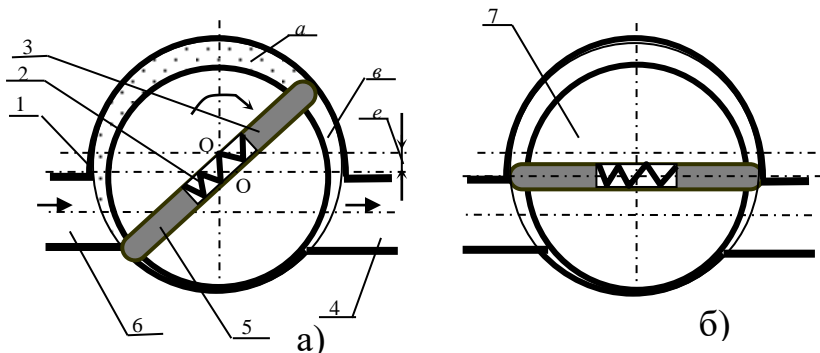


Рис. 3 Принципиальная схема двухпластинчатого насоса однократного действия

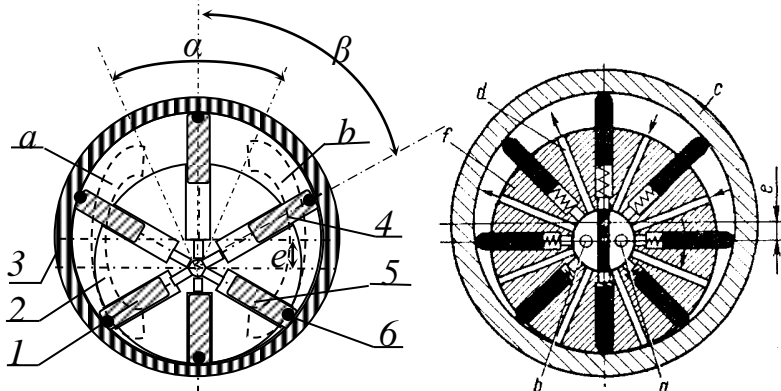


Рис. 4 Многопластинчатый насос: торцовое и цапфовое распределение.

Насос состоит из вращающегося ротора 2, в радиальных прорезях которого помещены пластины (вытеснители) 1, и статорного кольца 3, ось которого смещена относительно оси ротора на величину e . Питание насоса жидкостью (всасывание) осуществляется через серпообразное окно a (для данного направления вращения), а вытеснение (нагнетание) - через окно b . Окна выполнены на боковых крышках насоса.

Поскольку геометрическая ось цилиндрической поверхности статорного кольца 3 эксцентрична относительно оси ротора 2, объемы рабочих камер, ограниченных двумя соседними

пластинами (шиберами) и поверхностями ротора и статора, при вращении ротора изменяются.

Так, при направлении вращения, показанном стрелкой, объем камеры b , находящейся в текущий момент по правую сторону вертикальной оси (между пластинами 4 и 5), будет уменьшаться и рабочая жидкость выдавливаться через нагнетательное окно b ; объем же симметричной камеры, находящейся в данный момент по левую сторону оси, будет увеличиваться, в результате жидкость будет засасываться в нее из всасывающего окна a .

Важным фактором является надежное (герметичное) разделение окон (полостей) всасывания a и нагнетания b , которое осуществляется пластинами при проходе ими перевальной (разделительной) перемычки между этими окнами. Для этого окна располагают по обе стороны нейтральной (вертикальной) оси на таком расстоянии, чтобы при любом положении ротора между ними находилось не менее одной пластины.

Для повышения герметичности пластины 5 некоторых насосов снабжают свободно посаженным уплотнительным элементом 6, кривизна внешней поверхности которого соответствует кривизне статорного кольца

В этих насосах обычно применяют положительное перекрытие, при котором рабочая камера (на рис. 3,а отмечена точечной штриховкой) в ее среднем положении (рис.3,б) размещается на перевальной (разделительной) перемычке, будучи отсеченной (изолированной) как от полости всасывания a , так и от полости нагнетания b . Во избежание компрессии жидкости в рабочей камере при проходе ее через перевальную перемычку, обусловленной изменением при этом замкнутого объема камеры это перекрытие камеры перемычкой (превышение размера перемычки над раствором концов пластин) должно быть возможно малым, однако таким, чтобы было обеспечено разделение полостей всасывания и нагнетания. Полное устранение компрессии достигается при условии равенства угла между двумя смежными пластинами (см.рис.4) углу α между окнами всасывания и нагнетания ($\alpha=\beta$). Подобное условие соответствует так называемому нулевому перекрытию.

Плотность контакта пластин со статором обеспечивается при помощи пружин и прочих механических средств, или давлением жидкости. В насосе, схема которого представлена на рис. 5,

жидкость под давлением подводится через осевое k (не показано) и радиальные сверления в прорези ротора под пластины.

Подобные насосы обычно имеют 6- 12 пластин. При увеличении числа пластин уменьшается действующая на них тангенциальная нагрузка и повышается равномерность потока нагнетаемой жидкости.

Существует различные схемы распределения жидкости. На рис. 4 также изображена схема с цапфовым распределением. Напорное a и всасывающее b окна размещены в неподвижной цапфе. С рабочими камерами (клетями) эти окна соединены радиальными отверстиями d в роторе f . Ротор в этой схеме соединяется с валом при помощи торцового соединения. Изменение подачи осуществляется путем перемещения внешнего барабана (статора) c .

В данной работе рассматриваются широко применяемые в станочных гидроприводах сдвоенные пластинчатые насосы (рис.6).

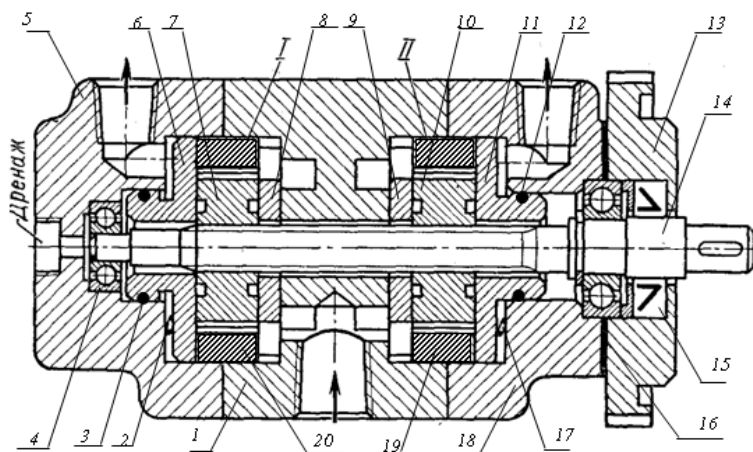


Рис. 6. Сдвоенный пластинчатый насос типа ...БГ12-... I,II-насосные блоки; 1- корпус; 2,17 – пружина; 3, 12- уплотнение; 4- подшипник; 5- крышка; 6,11-диск распределительный (нагнетания); 7, 10- ротор; 8, 9- диск распределительный (всасывания); 13- фланец; 14 -вал; 15- манжета; 16- прокладка; 18 – крышка; 19,20 - статорное кольцо

4. Расчет рабочих параметров

4.1 В общем случае расчетный (теоретический) рабочий объем q , м³, насоса двукратного действия может быть определен из зависимости:

$$q = 2b \left[\pi (r_2^2 - r_1^2) - \frac{(r_2 - r_1)}{\cos \alpha} sz \right] \quad (1)$$

где b – ширина ротора, м;

r_1, r_2 – малый и большой радиусы, м;

s, z – толщина и количество пластин, м;

α – угол наклона пластин к радиусу, ° (град).

4.2 Производительность (подача) пластинчатого насоса Q , м³/с, зависит от его рабочего объема q , м³, и определяется частотой вращения входного звена n , об/с. С учётом объёмного КПД η_o :

$$Q = qn\eta_o \quad (2)$$

4.3 Диаметр вала d , м, из среднеуглеродистой стали ($\sigma_b = 500 \dots 800$ МПа) в случае действия переменной нагрузки и малых изгибающих моментов приближенно определяют по формуле [4]:

$$d = 0.0033 \sqrt{\frac{N}{n}} = 0.0033 \sqrt{\frac{M\omega}{n}} = 0.0033 \sqrt{2\pi M} \quad (3)$$

где N – передаваемая мощность, Вт;

n – частота вращения вала, об/с;

M – передаваемый крутящий момент, Н•м;

Следовательно, по диаметру входного вала насоса можно предварительно оценить крутящий момент M , для передачи которого он спроектирован:

$$M = 5,9 \cdot 10^6 d^3. \quad (4)$$

4.4 Полный КПД η насоса определяется из соотношения выходной мощности $N_{пол}$ (гидравлической, подведенной ко выходу насоса) и мощности затраченной $N_{затр}$ (на его приводном валу) и определяется как:

$$\eta = \frac{N_{пол}}{N_{затр}} = \frac{\Delta p Q}{M\omega} \quad (5)$$

где Δp – перепад давления рабочей жидкости между входом и выходом насоса.

Порядок проведения лабораторной работы

1. С помощью макета и имеющейся литературы изучить конструкцию рассматриваемого двупоточного пластинчатого насоса.

2. Изобразить кинематическую или принципиальную схему насоса, описать принцип его действия и выполнить эскиз отдельного элемента (по указанию преподавателя).

3. Определить рабочий объем q насоса

4. По диаметру вала определить возможный крутящий момент.

5. По рабочему объёму и передаваемому крутящему моменту определить возможное приращение давления в насосе ($\eta \approx 0,82$).

6. Составить технологическую карту процессов сборки и разборки насоса.

7. В заключительной части изложить выводы о степени износа рабочих поверхностей насоса

Контрольные вопросы

1. Область применения пластинчатых насосов.

2. Принцип действия и особенности рабочего процесса пластинчатых насосов.

3. Обратимость, реверсируемость, регулируемость объемных гидромашин.

4. Конструктивные особенности рассматриваемого пластинчатого насоса: подробная классификация.

5. Тип распределительного узла и его конструктивные особенности.

6. Условные обозначения объемных гидромашин.

7. Основные рабочие параметры объемных гидромашин и их расчёт.

8. Износ элементов пластинчатых насосов: причины и степень влияния на рабочие параметры.

Рекомендуемая литература

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – 5 - е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978.

2. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика /Т.М. Башта. //Справочное пособие. 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Машиностроение, 1971. - 672 с.

3. Ермаков В.В. Гидравлический привод металлорежущих станков / В.В. Ермаков. -М.: Машгиз, 1936. 234 с.

4. Ковалевский В.Ф. Справочник по гидроприводам горных машин /В.Ф. Ковалевский, Н.Т Железняков, Ю.Е. Бейлин. -М.: Недра, 1973. - 504 с.

5. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник /В.К. Свешников, А.А. Усов. - М.: Машиностроение, 1982.- 464 с.

6. Зайченко И.З., Мышловский Л.М. Пластинчатые насосы и гидромоторы. М.: Машиностроение,1970, с.252

