

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П.КОРОЛЕВА

ГИДРОНАСОСЫ

Методические указания
к лабораторным работам по курсу
"Конструкция и проектирование
агрегатов ДЛА"

САМАРА 1994

Составители: Г. В. Шестаков,
А. Н. Крючков,
А. В. Мещеряков

УДК 629.78.064

Гидронасосы: Метод. указания к лабораторным работам/
Самар. аэрокосм. ун-т. Сост. Г. В. Шестаков, А. Н. Крючков,
А. В. Мещеряков. Самара, 1994. 36 с.

Приведены схемы, описание принципа действия, области применения гидронасосов. Содержатся указания по работе с автоматизированным обучающе-контролирующим комплексом "Гидронасосы".

Предназначены для студентов дневного обучения специальности 1304А. Выполнены на кафедре АСЭУ.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева

Рецензенты: В. В. Чибизов
А. П. Шулепов

Насосы являются важнейшим элементом гидравлических и топливных систем (ГИТС). Они служат для подачи топлива и управления в силовых установках самолетов и ракет, обеспечивают функционирование систем уборки и выпуска шасси, торможения, управления механизацией крыла и т.д..

Широкий спектр задач, выполняемых насосами в авиационных ГИТС, предопределяет разнообразие их конструктивного исполнения и принципиального устройства.

В зависимости от способа передачи энергии насосы можно разделить на лопастные (динамические) и объемные. В первых рабочим органом является вращающееся рабочее колесо /1,5/, снабженное лопастями, а передача энергии (от колеса к жидкости) происходит за счет динамического взаимодействия лопастей колеса и обтекающей их жидкости. В объемных гидронасосах передача энергии осуществляется изменением объемов их рабочих камер, производимым соответственно поршнем, плунжером, шестерней или пластиной насоса.

1. ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ

1.1. Центробежные насосы

При большом разнообразии конструкций, все динамические насосы состоят из ряда типовых элементов, которые можно рассмотреть на примере центробежного насоса, изображенного на рис.1.1. Насос состоит из подвода 1, рабочего колеса 2, ротора 3, отвода 4. Жидкость подается во входной патрубке насоса, затем в рабочее колесо, откуда под действием вращающихся лопастей нагнетается в отвод. Подвод предназначен для подачи жидкости от входного патрубка насоса к рабочему колесу первой ступени с минимальными потерями и обеспечивает требуемое

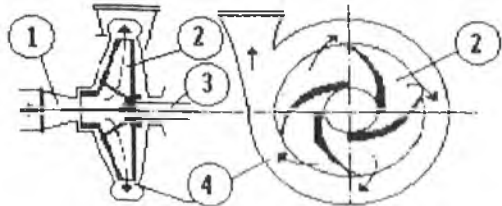


Рис.1.1

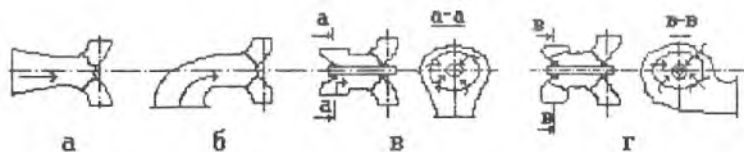


Рис. 1.2

распределение скоростей на входе в рабочее колесо. Подводы для центробежных насосов выполняют в виде конфузорного патрубка (рис. 1.2а), изогнутого колена (рис. 1.2б), кольцевой камеры (рис. 1.2в), или полуспирального типа (рис. 1.2г); для осевых насосов - в виде прямоосного патрубка, изогнутого колена или камерного типа. В рабочем колесе происходит преобразование механической энергии привода в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости. Рабочие колеса выполняют закрытого, открытого и полуоткрытого типов.

Рабочее колесо закрытого типа (рис. 1.3а) состоит из ведомого 1, ведущего 3 дисков, с расположенными между ними

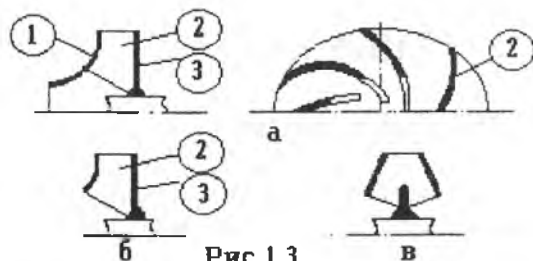


Рис. 1.3

лопастями 2. Рабочее колесо полуоткрытого типа (рис. 1.3б) не имеет покрывающего (ведомого) диска, а лопасти выполнены заодно с основным (ведущим) диском. На рис. 1.3в также представлено рабочее колесо открытого типа.

В зависимости от направления потока жидкости в рабочем

колесе все динамические насосы по эксплуатационным характеристикам можно разделить на следующие группы: вихревые, центробежные и осевые. Именно в таком порядке возрастают подачи насосов и уменьшаются создаваемые напоры.

Отвод служит для сбора жидкости за рабочим колесом, гашения момента скорости и преобразования кинетической энергии жидкости в энергию давления, подвода жидкости к напорному патрубку или к следующей ступени насоса.

Отводы центробежных насосов (рис. 1.4) выполняют спиральными, кольцевыми, в виде направляющих аппаратов,

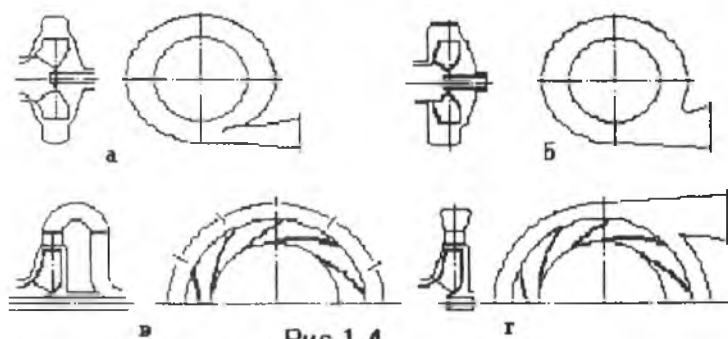


Рис.1.4

составными - состоящими из комбинации направляющего аппарата со спиральным или кольцевым отводом . Для осевых насосов отводом служат направляющие аппараты, выполненные в виде ряда неподвижных профильных лопаток.

Достоинства центробежных насосов:

- непульсирующий поток жидкости;
- высокая приспособляемость к различным условиям, благодаря применению соответствующих колес;
- практически неограниченный выбор материалов;
- отсутствие клапанов или иных встроенных элементов.

Недостатки:

- ограниченный диапазон подач и напоров;
- низкий КПД при недогрузках и перегрузках, зависящих от режима работы;
- снижение КПД с ростом вязкости перекачиваемой жидкости;
- зависимость подачи от противодействия и сопротивления системы.

Рассмотрим конструктивную схему центробежного подкачивающего топливного насоса ЦН-1А, предназначенного для обеспечения постоянного избыточного давления топлива перед основным насосом двигателя (рис.1.5).

При вращении вала насоса 12 топливо поступает в приемный патрубок насоса и попадает на лопасти пропеллера 14, который гонит его на вход в крыльчатку 13.Заданная производительность пропеллера больше производительности крыльчатки, поэтому на входе в крыльчатку возникает повышенное давление жидкости, что улучшает условия работы крыль-

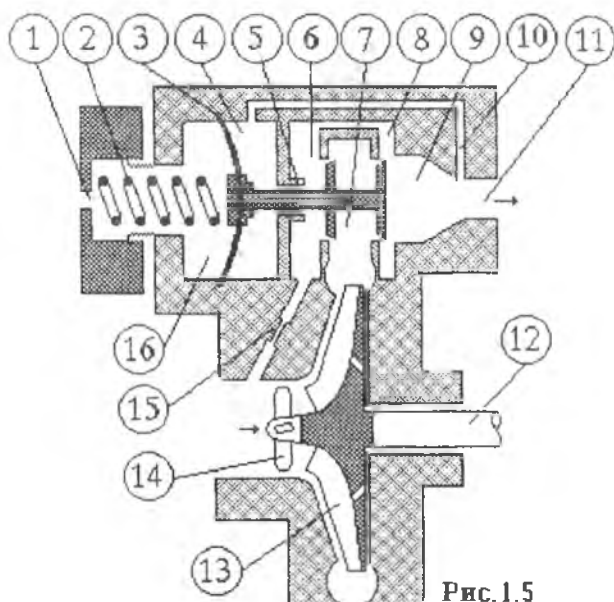


Рис. 1.5

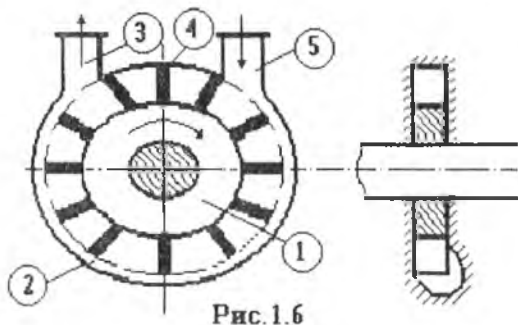
чатки. Вращающиеся лопасти крыльчатки увлекают поток топлива и создают в нем центробежные силы, обуславливающие повышенное давление. Достигнув наружного диаметра крыльчатки, топливо выходит из ее каналов и поступает в кольцевую щель (безлопаточный

диффузор), а затем в сборник-улитку, которая направляет топливо в полость клапана. Канал 5 поддерживает постоянное давление топлива перед основными насосами двигателя за счет дросселирования потока топлива, поступающего из насоса. Перемещением клапана управляет резиновая мембрана 3, жестко связанная со штоком клапана и образующая две изолированные полости 4 и 16. Полость 4 соединена каналом 10 с выходным патрубком 11. При увеличении давления в выходном патрубке давление передается по каналу 10 в полость 4 и действует на мембрану, которая, преодолевая усилие пружины 2, прогибается и перемещает клапан; проходное сечение суживается, подача топлива из полости 7 в патрубок 11 уменьшается, что вызывает понижение давления на выходе до величины, установленной регулировкой. При падении давления в выходном патрубке 11 мембрана 3 и клапан 5 перемещаются в обратном направлении, увеличивая подачу топлива. Для корректирования давления топлива по высоте полета самолета полость 16 сообщена с атмосферой через отверстие 1. Для устранения резкого повышения давления топлива на выходе при резком уменьшении расхода (до нулевого) полость 6, имеющая соединение с полостью 9 через канал 8,

сообщена также с входным патрубком насоса специальным каналом, в котором установлен жиклер 15.

1.2. Вихревые насосы

Рабочим органом вихревого насоса (рис.1.6) является рабочее колесо с радиальными или наклонными лопатками, помещенное в цилиндрический корпус с малыми торцовыми зазорами. В боковых и периферийных стенках корпуса имеется концентричный канал 2, начинающийся у всасывающего отверстия и заканчивающийся у напорного. Канал прерывается перемычкой 4, служащей уплотнением между напорной и всасывающей полостями. Жидкость поступает через всасывающий патрубок 5 в канал, прогоняется по нему рабочим колесом и уходит в напорный патрубок 3. Отличительная особенность насосов этого типа - вихревое движение жидкости, вследствие различного распределения давления в каналах колеса и корпуса. Такое движение жидкости сопровождается повышенными потерями энергии, в результате чего КПД насоса обычно не превышает 40-50%.



Эти насосы характеризуются меньшими расходами чем центробежные, но сравнительно большими напорами.

1.3. Осевые насосы

Рабочее колесо осевого насоса (рис.1.7) напоминает гребной винт корабля. Оно состоит из втулки 1, на которой закреплено несколько лопастей 2. Рабочее колесо передает жидкости энергию по тому же принципу, что и у центробежного насоса.

Отводом служит осевой направляющий аппарат 3, с помощью которого устраняется закрутка жидкости и ее кинетическая энергия

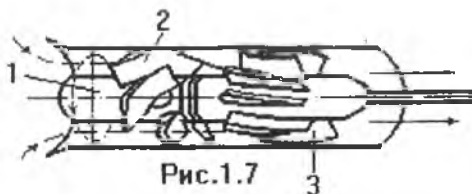


Рис.1.7

преобразуется в энергию давления. Осевые насосы рассчитаны на большие подачи и малые напоры.

В осевом насосе имеется возможность расширения диапазона

рабочих подач и напоров за счет поворота лопастей рабочего колеса. С изменением угла установки лопасти, характеристика насоса сильно изменяется при незначительном снижении оптимального КПД.

Осевые насосы, лопадки которых расположены по винтовой линии, называют шнековыми насосами. Как правило они устанавливаются перед центробежными или осевыми насосами для борьбы с кавитацией.

2. ОБЪЕМНЫЕ НАСОСЫ

2.1. ПОРШНЕВЫЕ НАСОСЫ

2.1.1. Поршневые насосы с кривошипно-шатунным приводом поршней

В насосах этого типа возвратно-поступательное движение поршня осуществляется при помощи кривошипно-шатунного механизма. При вращении кривошипа 1 вокруг оси приводного вала, поршень 4, связанный с шатуном 2, будет совершать

возвратно-поступательное движение в цилиндре 3. За каждый оборот кривошипа поршень совершит два хода, один из которых используется для всасывания, а другой для нагнетания жидкости (рис.2.1).

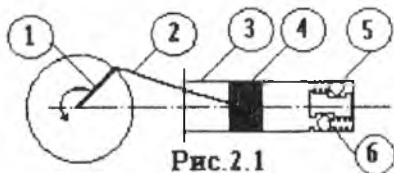


Рис.2.1

2.1.2. Аксиально-поршневые насосы

Кинематической основой этих насосов является видоизмененный кривошипно-шатунный механизм (рис.2.2а), схема которого отличается от рассмотренной ранее (рис.2.1) тем, что цилиндр 3 при повороте кривошипа 2 вокруг оси 1 совершает перемещение по вертикали (в плоскости чертежа), двигаясь параллельно самому себе и сохраняя горизонтальное положение своей оси, поршень же перемещается в цилиндре (вдоль оси последнего) и одновременно по вертикали вместе с цилиндром.

Схема принципиально не изменится, если плоскость вращения кривошипа повернуть вокруг вертикальной оси относительно прежнего положения на некоторый угол γ , меньший 90° ($\gamma = 70 \dots 90$ град.) (рис.2.2б).

В этом случае схема превратится в пространственную, а следовательно, цилиндр для сохранения прежней кинематики поршня (параллельности оси при повороте кривошипа) должен перемещаться в пространстве по следу проекции точки а внешнего конца кривошипа на плоскость, перпендикулярную оси цилиндра (рис.2.2).

Взяв вместо одного цилиндра несколько (рис.2.3) и разместив их равномерно по кругу с расположением осей параллельно оси блока цилиндров, а также заменив кривошип диском 5, ось которого наклонена относительно оси блока на угол $\beta = 90^\circ - \gamma$, получим принципиальную схему многопоршневого насоса пространственного типа, вытеснители которого выполняются в виде поршней, связанных с наклонным диском с помощью штоков 4, либо в виде свободно посаженных плунжеров 2 (рис.2.4) со

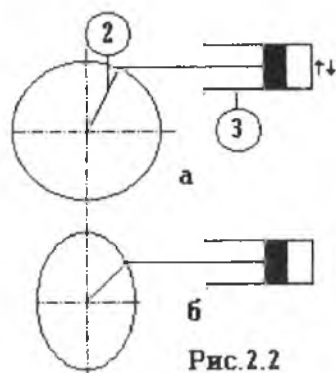


Рис. 2.2

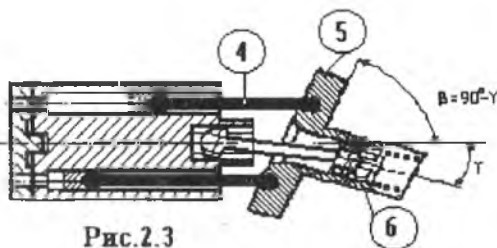


Рис. 2.3

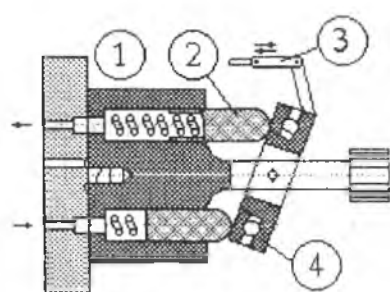


Рис. 2.4

сферической головкой, которые прижимаются к наклонному диску с помощью пружин 1 или давления подпиточных насосов.

Первые машины называются аксиально-поршневыми насосами с наклонным цилиндрическим блоком, а вторые — аксиально-поршневыми насосами с наклонным диском. Конструктивно в аксиально-поршневом насосе с

наклонным блоком оси приводного вала и блока цилиндров расположены под углом B друг к другу, а в насосах с наклонным диском эти оси составляют одну линию.

В насосах первого типа поршни соединяются приводным наклонным диском с помощью шарниров (штоков, рис. 2.3).

Осевое усилие поршней, воспринимаемое от приводной наклонной шайбы 5, преобразуется вследствие наклонного ее расположения в крутящий момент, который затем через карданные шарниры 6 передается на центральный вал. Насосы этого типа называются также насосами с передачей крутящего момента на наклонную шайбу.

Крутящий момент в таких насосах снимается непосредственно в месте его возникновения, т.е. с приводной наклонной шайбы 5 через поршни в этой схеме передается на блок цилиндров 2 лишь момент от сил трения и энергии. Поэтому поршни скользят в цилиндрах практически без поперечных нагрузок, и их функции в этом случае сводятся к герметизации цилиндров.

Благодаря этому фактически устраняется износ поршней цилиндров и обеспечивается высокий механический КПД насоса, а также хороший пусковой момент. Однако угловое расположение приводного диска и блока цилиндров и соответствующее ему распределение действующих сил в приводном механизме требует применения мощных опор и подшипников качения.

Угол наклона B диска относительно оси цилиндрического блока определяет для данного диаметра блока величину хода поршня, а следовательно и расчетную подачу насоса.

Ниже приведены конструктивные схемы и описания работы некоторых наиболее популярных насосов отечественного и зарубежного производства [3,4].

Гидронасос с наклонной шайбой и регулируемым рабочим объемом фирмы Рексрот типа AIV

У насоса этого типа (рис.2.5) наклонной плоскостью является шайба. Наклонная шайба 1 крепится подвижно и с

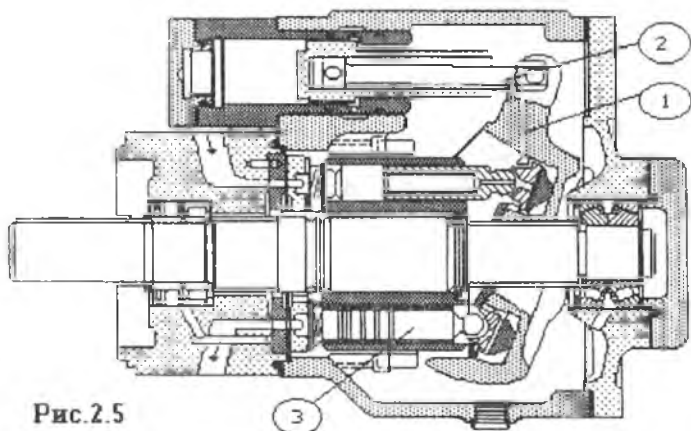


Рис.2.5

помощью механизма 2 может поворачиваться на 15 градусов в обе стороны. В зависимости от угла наклона поршни 3 имеют определенный ход. Этот ход определяет рабочий объем поршня. С увеличением угла наклона ход поршня увеличивается. Если шайба находится в среднем положении (нулевое положение), то есть перпендикулярно к ведущему валу, то ход поршня, а следовательно и рабочий объем, равны нулю.

Если повернуть шайбу, не меняя направление вращения привода, то соответственно меняются и направление потока.

Преимуществами насосов этого типа являются:

- быстрое реверсирование поток;
- малый вес;
- хорошая подача в нулевом положении;
- малые габариты;
- гидромашинка применяется там, где необходим реверс большой инерционной массы.

Нерегулируемый гидронасос с наклонным цилиндрическим блоком фирмы Рексрот типа A2F

В корпусе 1 установлены входной вал 2, наклонная шайба 3, цилиндр 4 с поршнями 5 и шарнирами 6 и торцевой распределитель 7 (рис.2.6.). Качающаяся шайба расположена перпендикулярно к приводному валу. Цилиндр имеет семь поршней и расположен относительно оси вала под углом 25 градусов. Качающаяся шайба

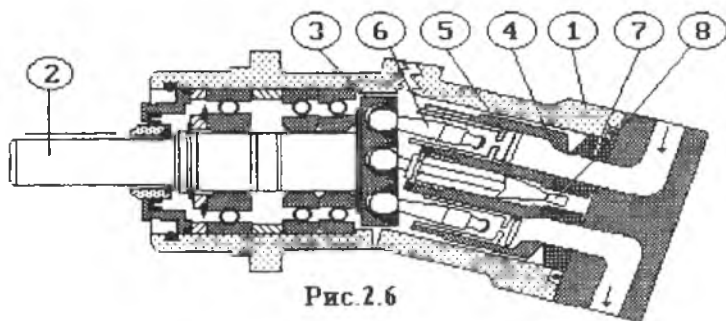


Рис. 2.6

с помощью шарниров соединена с цилиндром. Цилиндр опирается на среднюю цапфу 8. В процессе работы вал 2 поворачивается. Шарниры 6 сообщают это движение поршням 5, а те передают его на цилиндр 4. Поскольку поршни соединены с шайбой шарнирами, при повороте вала они приходят в движение. Торцевой распределитель имеет два серповидных окна для подачи и отвода сжатой жидкости. Для того, чтобы барабан цилиндра в процессе движения не цеплялся за торцевую поверхность распределителя, ему придается шарообразная форма. Синхронность работы поршней обеспечивается бескарданной передачей с помощью шатунов, сообщающих только тяговое усилие, а не крутящий момент. Действующие на цилиндр боковые силы берет на себя средняя цапфа 8.

Гидронасос с наклонным цилиндрическим блоком и регулируемым рабочим объемом фирмы Рексрот типа A2V

Цилиндровый блок 4 насоса с поршнями 5, распределителем 7 и часть корпуса 9 подвижны (рис.2.7). Угол наклона относительно

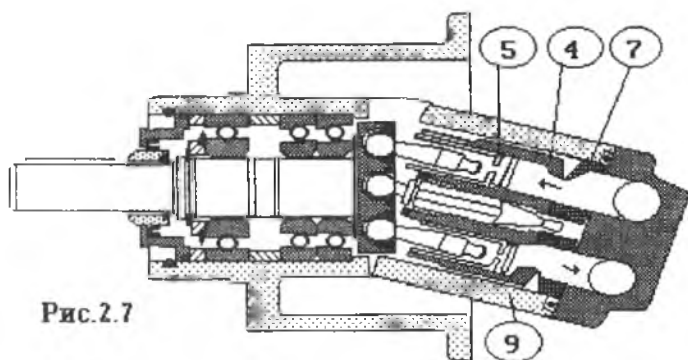


Рис.2.7

оси вала может регулироваться в пределах 25 градусов. От угла наклона зависит и ход поршней в цилиндре. Чем больше угол наклона, тем больше рабочий объем. Направление течения потока плавно меняется, если, не меняя направление вращения привода, переместить подвижную часть через нулевое положение. Когда угол наклона равен нулю, рабочий объем также равен нулю.

Нерегулируемый аксиально-поршневой насос с наклонной шайбой фирмы "Виккерс" серии PFB

Этот насос выполнен по бескарданной схеме (рис.2.8). В корпусе 6 и крышке 12 размещен поршневой блок 10, в расточки которого с минимальными зазорами вставлены поршни 8. Своими сферическими головками поршни 8 завальцованы в пистоны 4, 2

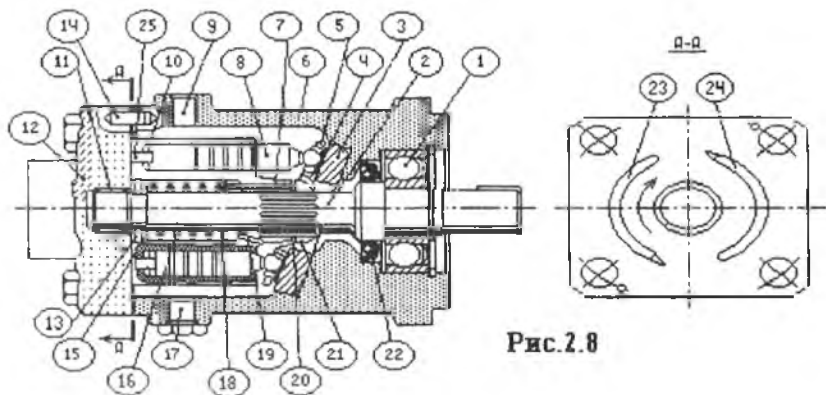


Рис.2.8

сидящие в шайбе 5. Вращение поршневого блока 10 осуществляется посредством шлицевого вала 2, смонтированного на шариковом 1 и игольчатом подшипниках. При вращении поршневого блока 10 поршни 8 совершают возвратно-поступательное движение, величина хода которого определяется углом наклона диска 3. Поршни 8 левой половины насоса (смотреть со стороны вала) при вращении вала 2, последовательно выдвигаясь из блока 10 поршнями 4, увеличивают объем поршневых камер, вследствие чего в них создается разрежение и масло из бака под действием атмосферного давления через полукольцевой паз 23 в крышке 12 и отверстия в поршневом блоке 10 заполняет камеры поршней - происходит процесс всасывания. Другая половина поршней под действием наклонного диска 3 вдавливаются в поршневой блок 10, вследствие чего масло из рабочих камер вытесняется через отверстия в поршневом блоке и полукольцевой паз 24 в систему - происходит процесс нагнетания.

Предварительный прижим поршневого блока 10 при пуске насоса осуществляется пружиной 16, которая одним концом запирается через шайбу 15 в стопорное кольцо 13, другим концом через шайбу 18, три шпильки 7, шайбу 20, сферическую шайбу 21, диск 5 и поршны 4 упираются в наклонный диск 3. Утечки, проникающие между блоком и крышкой в полость пружины 16, отводятся через три отверстия 19 в полость корпуса насоса, а затем через одно из отверстий 9 или 17 в бак. При первоначальном пуске через эти же отверстия необходимо полость насоса заполнить маслом с целью устранения подсоса воздуха и задира торцевых соприкасающихся поверхностей. Для устранения утечек из полости насоса на валу 2 установлена манжета 22. Насосы данной конструкции без какой-либо переделки позволяют произвести реверсирование потока масла путем изменения направления вращения вала.

Эти насосы могут использоваться в качестве гидромоторов.

Аксиально-поршневой гидронасос фирмы Рексрот типа А4V

На рис.2.9 изображен аксиально-поршневой регулируемый насос с наклонной шайбой 1, представляющий собой первичный агрегат, в который входят вспомогательный насос 2 для обеспечения

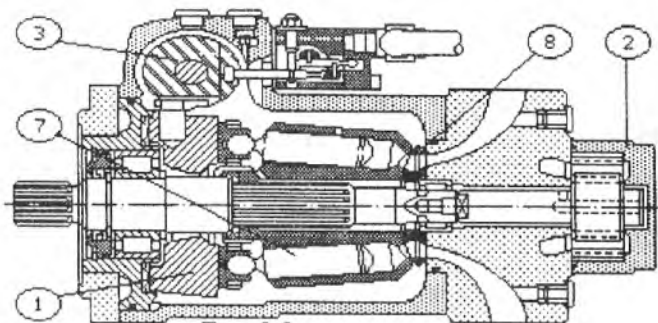


Рис. 2.9

поддачи питающей жидкости, регулирующий прибор 3, комбинированные питательные и предохранительные клапаны, а также предохранительный клапан питающего давления.

Одним из отличий данного насоса от предыдущих является наклонное расположение поршней 7. Имеется сферический торцевой распределитель 8. Этот насос представляет собой замкнутый контур, то есть вытекающая жидкость снова под давлением возвращается в насос. Утечка жидкости восполняется вспомогательным насосом.

Аксиально-поршневой гидронасос с наклонной шайбой и нерегулируемым рабочим объемом фирмы Рексрот типа A1F

В неподвижном корпусе 1 параллельно к приводному валу 2 расположены 9 поршней (рис. 2.10). Они движутся в блоке цилиндра 4, который с помощью призматической шпонки прочно соединен с приводным валом.

Концы поршней выполнены в виде шаровых шарниров и расположены в

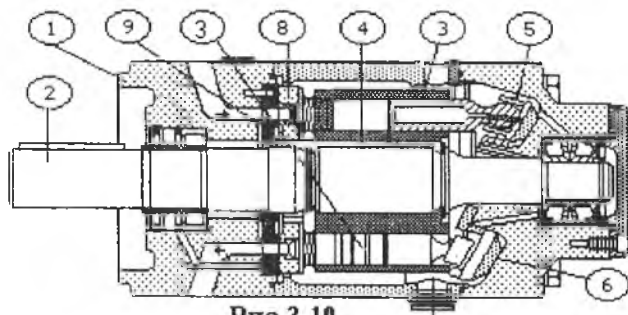


Рис. 2.10

башмаках-ползушках 5. С помощью упорных и стопорных шайб башмаки-ползушки удерживаются в определенной плоскости под углом 15 градусов.

Наклонная плоскость в этом насосе является как бы частью корпуса, т.е. угол наклона не изменяется. Приводной вал 2 насоса вращает цилиндрический блок 4, дно блока 8, поршни 3, башмаки-ползушки 5. Поскольку поршни с помощью башмаков-ползушек удерживаются в наклонной плоскости, при вращении приводного вала они движутся в барабане цилиндра. Управление подачей жидкости осуществляется с помощью двух окон распределителя 9, соединенного с корпусом. При движении наружу поршни через окно питания соединяются с баком и всасывают жидкость. Через другое окно другие поршни соединяются с магистралью нагнетания и вытесняют жидкость в барабан цилиндра. Один поршень находится между сторонами нагнетания и всасывания. Через отверстие в поршне сжатая жидкость попадает в башмак-ползушку, уравнивая давление.

2.1.2. Роторно-поршневые насосы

Кинематически роторно-поршневые насосы построены на базе рассмотренного ранее кривошипного механизма, в котором неподвижным звеном является кривошип 1 (рис. 2.11), цилиндр же вращается вокруг его оси O_2 и шатун 2 - вокруг оси O_1 . Поскольку поршень 4 связан с шатуном 2, поршень при вращении цилиндра 3 будет совершать в нем возвратно-поступательные движения, которые используются для процессов нагнетания и всасывания. Благодаря тому, что цилиндр 3 в этой схеме вращается вокруг оси O_2 , представляется возможным использовать ее в качестве золотникового распределительного устройства.

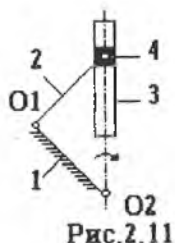


Рис. 2.11

Ниже рассматриваются конструкции роторно-поршневых насосов известной немецкой фирмы РЕКСРОТ.

Радиально-поршневой насос фирмы Рексрот типа Р2

В этом насосе поршни крепятся на вале привода звездобразно. Движение поршней происходит в радиальном направлении. Существуют насосы с клапанным и золотниковым распределением, с нерегулируемым и регулируемым рабочим объемом. Кроме того, различают насосы с внутренней кривой хода поршня (поршни находятся под наружным давлением) и насосы с внешней кривой хода поршня (поршни находятся под внутренним давлением).

Самовсасывающий насос, изображенный на рис.2.12, имеет клапанное распределение. Давление поступает на поршень извне. Объем постоянный. Насос состоит из корпуса 1, эксцентрикового вала 2, элементов 3 с поршнями 4, всасывающим клапаном 5 и клапаном давления 6. Под элементом насоса следует понимать действующий однопоршневой насос, привинченный к корпусу. Поршни находятся в элементах и прижимаются к эксцентриковому валу пружинами. Каждый поршень совершает за один оборот вала два хода.

Во время вращения эксцентрикового вала через осевое отверстие в вале всасывается жидкость, которая через радиальные отверстия с силой идет вперед, попадая по каналам во всасывающий клапан.

Всасывающий клапан состоит из пластинки, которая с помощью слабой пружины прижимается к уплотнительной кромке. При движении поршня к центру вала объем полости поршня увеличивается. Возникает подсос, в результате которого пластинка отходит от уплотнительной кромки и в полость поршня начинает поступать жидкость (элемент 3.1).

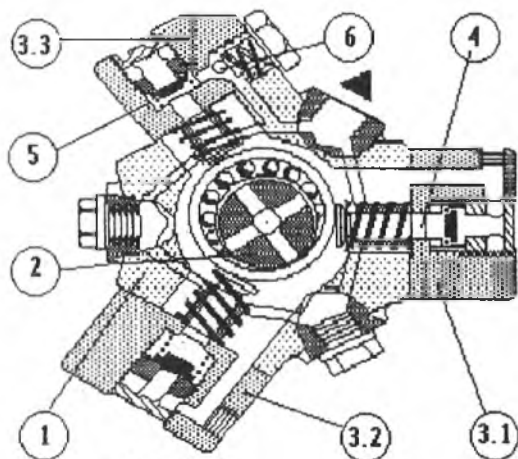


Рис.2.12

Когда эксцентриковый вал снова выталкивает поршень, он давит на пластинку всасывающего клапана, прижимая ее к уплотнительной кромке (элемент 3.2). Одновременно шар клапана давления 6 выходит из седла (элемент 3.3). Теперь жидкость из отдельных элементов насоса по каналам течет в полость давления. Рабочий объем насоса зависит от диаметра поршней и их числа. Поскольку производительность зависит от рабочего давления и объема, от диаметра поршня зависит и предел рабочего давления. В целях обеспечения равномерной подачи жидкости рекомендуется пользоваться нечетным числом поршней.

Самовсасывающий насос фирмы Рекрот с клапанным распределением типа R4

На рис.2.13 изображен самовсасывающий насос типа R4 с клапанным распределением. Поршни этого насоса находятся под наружным давлением. От насоса Рекрот серии R2 он отличается особенностью конструкции поршней. Полый поршень со всасывающим клапаном 2 находится во втулке 3 и с помощью пружины 4 прижимается к эксцентрику 5. Рабочая поверхность поршня соответствует радиусу эксцентрика.

Втулка имеет шарообразную форму и с помощью цапфы 6 крепится на подшипниках к корпусу 7. В цапфе имеется клапан давления 8. Таким образом, с помощью пружины обеспечивается

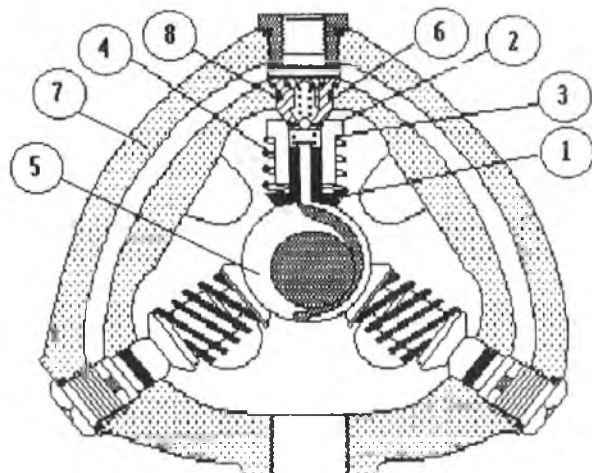


Рис.2.13

свободный зажим поршня между эксцентриковым валом и цапфой (гидростатическая разгрузка поршня). При движении поршня вниз объем полости поршня во втулке увеличивается. Возникает подсос, в результате чего пластинка клапана отходит от уплотнительной

кромки. Одновременно через радиальную канавку эксцентрика полость всасывания соединяется с поршнем. Через канавку и проточку в поршне камера наполняется жидкостью. при движении поршня вверх эксцентрик прерывает контакт с корпусом. Пластика прижимается к уплотнительной кромке, а шар выходит из седла.

Жидкость течет к выходу из насоса.

В момент вращения эксцентрика элемент насоса производит маятниковое движение.

В этом насосе можно применять 3, 5 и 10 поршней и три различных формы эксцентриситета. В целях лучшей дозировки цилиндрические блоки могут включаться порознь.

2.2. Шестеренные насосы.

Шестеренные насосы выполняют с шестернями внешнего и внутреннего зацепления, из которых наиболее распространенными являются насосы первого типа. Шестеренный насос состоит из пары сцепляющихся между собой шестерен, помещенных в плотно обхватывающий их корпус с каналами для подвода и отвода жидкости (рис.2.14). При вращении шестерен жидкость, заключенная во впадинах зубьев, переносится в камеру нагнетания, которая образована корпусом насоса и зубьями a_1 , a_2 , b_1 , b_2 . Зубья a_1 и a_2 при вращении шестерен вытесняют больше жидкости, чем может поместиться в пространстве, освобождаемом зубьями b_1 и b_2 , находящимися в зацеплении. Разность объемов, описываемых этими двумя парами зубьев, вытесняется в нагнетательную линию

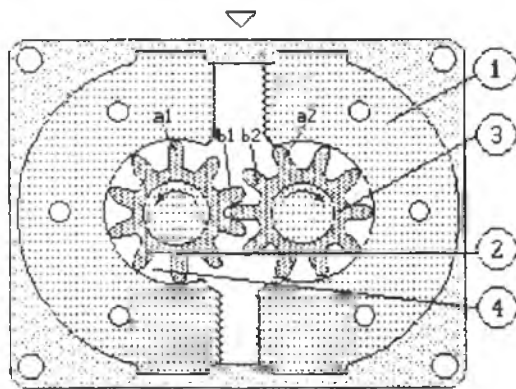


Рис.2.14

насоса. Эти насосы допускают относительно высокие числа оборотов (3000...4000 об/мин).

Увеличение числа оборотов насоса ограничивается возможностью нарушения при этом заполнения жидкостью его рабочих камер (впадин между зубьями), что приводит к понижению производительности и возникновению высокоамплитудных пульсаций давления в гидромагистрали.

Шестеренный насос с внутренним зацеплением

Шестеренные насосы с внутренним зацеплением более сложны в изготовлении, но обеспечивают более равномерный поток жидкости и более высокую производительность при одинаковых габаритах.

Насос состоит из корпуса 1 (рис. 2.15), в котором вращаются две шестерни с аксиальным и радиальным люфтами. Сторона всасывания соединена с резервуаром, а сторона нагнетания с гидросистемой. При вращении внутренней шестерни 2 вращается

и наружный венец 3, размещенный эксцентрично относительно нее в корпусе. При этом шестерни расходятся, высвобождая впадины между зубьями. Возникающее разрежение, а также атмосферное давление, действующее на поверхность жидкости в резервуаре, приводят к тому, что жидкость из резервуара поступает в

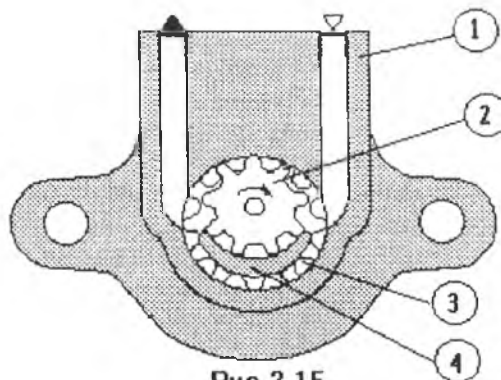


Рис. 2.15

насос, т.е. насос “качает”. Жидкость, заполняющая межзубовые впадины шестерен, переносится в полость нагнетания, где и выдавливается зацепляющимися зубьями. Для отделения (уплотнения) полостей всасывания и нагнетания применен серпообразный элемент 4, при смещении которого на 180 градусов происходит реверсирование подачи.

Четырехшестеренный насос фирмы "Хеллер"

Одна ведущая шестерня осуществляет привод трех ведомых шестерен 4 (рис.2.16). Для каждой пары шестерен масло засасывается из бака по двум каналам. Заполнение впадин зубьев ведущей шестерни 2 происходит по каналу 1, а ведомой шестерни 4 по каналу 5, нагнетание в систему по каналу 3.

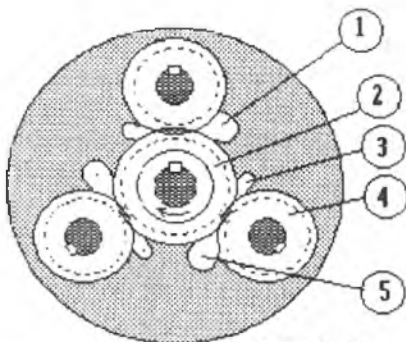


Рис.2.16

Аналогично засасывают масло и две другие пары шестерен, нагнетая его независимыми потоками в систему.

Комбинация шестеренных насосов

Для создания нескольких независимых потоков отдельные насосы соединены в комбинацию из двух или трех насосов. Приводной вал присоединяемого насоса 3 (рис.2.17) имеет выступ,

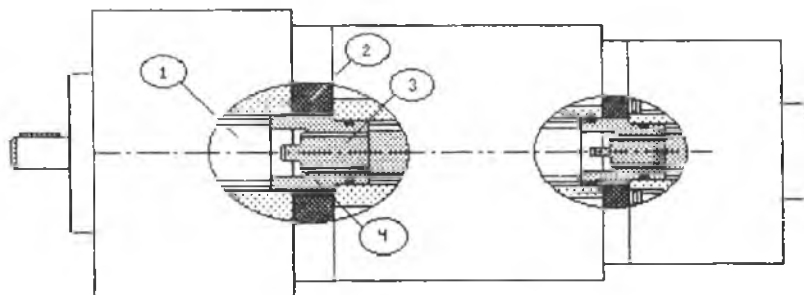


Рис.2.17

который входит в прорезь приводного вала первого основного насоса 1. Присоединение насоса осуществляется посредством промежуточного фланца 2 и центрирующей втулки 4.

*Трехшестеренный насос фирмы "Гидравлик Ринг".
Серия PZ*

Корпус насоса состоит из трех плит 2,3,4, соединенных между собой болтами 10. В расточках средней плиты 3 с небольшими радиальными и торцевыми зазорами вставлены шестерни 12, 14, 15. Шестерни насажены на валы 6, 8, 9 и посредством штифтов 5 соединены с ними. Валы смонтированы на игольчатых подшипниках. Осевое перемещение игольчатых подшипников ограничивается крышками 7, уплотненными по наружному

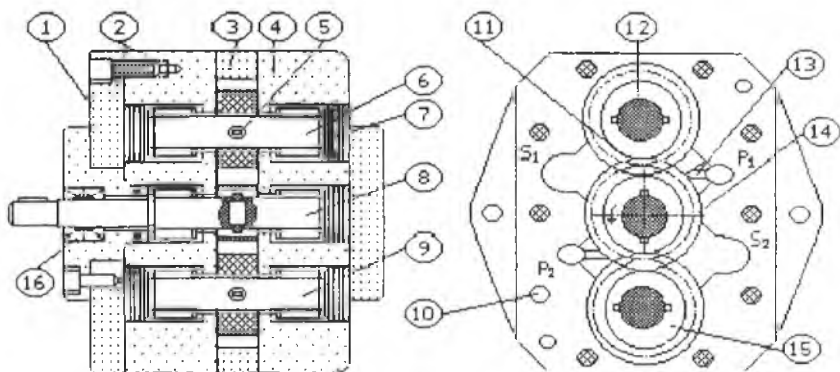


Рис. 2. 18

диаметру резиновыми кольцами. Шестерня 14 является ведущей, а шестерни 12 и 15 - ведомыми.

При вращении шестерен насоса в направлении, указанном стрелками, объем впадин зубьев в полости всасывания заполняется маслом из каналов S. Когда зубья входят в зацепление, масло из впадин зубьев вытесняется в систему двумя потоками по каналам P1 и P2.

Для устранения запираания масла между зубьями профрезерованы канавки 13. Отвод утечек, проникающих в подшипники, осуществляется в полость всасывания по каналам 11. Для устранения утечек по приводному валу установлены манжеты 16.

2.3. Пластинчатые насосы

На рис.2.19 приведена схема многопластинчатого насоса, рабочие камеры которого ограничены соседними пластинами (вытеснителями) и поверхностями ротора и статора. В роторе 6 насоса помещены пластины 3, поджимаемые с помощью пружин 2 к статору 1, ось которого смещена относительно оси ротора на величину e . При повороте ротора в направлении, указанном стрелкой, объем камеры насоса, соединенной с входной (всасывающей) полостью 5, увеличивается, а камеры, соединенной с нагнетательной полостью 4 - уменьшается, в соответствии с чем происходит всасывание (через канал 5) и нагнетание (через канал 4) жидкости. Поскольку ротор 6 имеет плотный контакт с разделительной частью статора, одна из пластин в любом положении ротора отделяет всасывающую полость 5 от нагнетательной 4. Подобные насосы обычно имеют 6...12 пластин и применяются для вспомогательных гидросистем, не требующих высоких давлений (4...5 МПа). Недостатком их является большая нагрузка на ось ротора и пластины от сил давления жидкости. Объемный КПД насоса составляет 0,64...0,93, а общий КПД - 0,41...0,82.

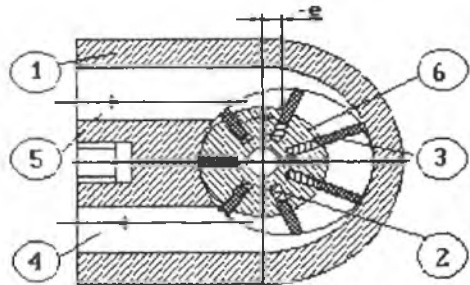


Рис.2.19

Роторно-пластинчатый насос с нерегулируемым рабочим объемом

Для высоких давлений применяются нерегулируемые пластинчатые насосы двойного действия, или, как их еще называют, двухкратные насосы (рис.2.20). Статор 1 имеет двухэксцентрическую внутреннюю дорожку. Ротор является ведомой деталью насоса. На поверхности ротора в радиальных пазах крепятся по 2 подвижные лопасти 3 (двойные лопатки). При вращении ротора центробежная сила и давление прижимают подвижные лопасти наружу. Внешние края лопастей прилегают к

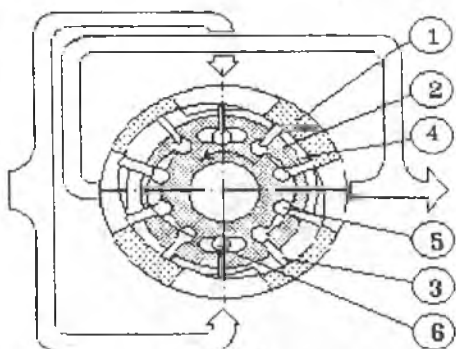


Рис.2.20

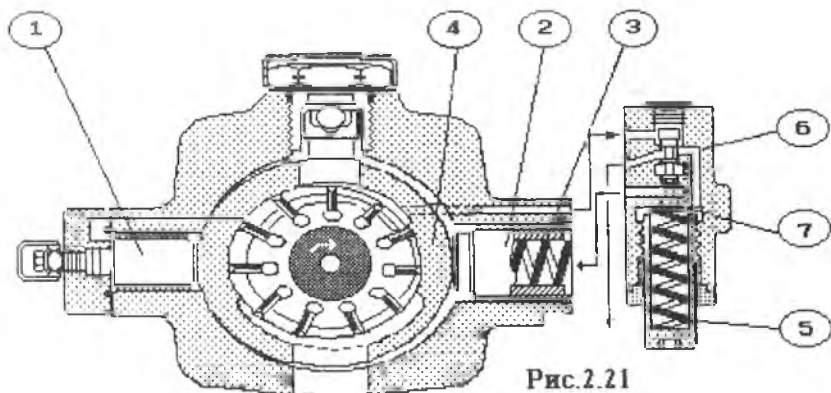
внутренней полоске статора. Ротор, статор, пара лопастей и расположенные с боков распределительные диски образуют ячейки или камеры. Подвод (сторона всасывания) и отвод жидкости (сторона нагнетания) производится через распределительные диски (на рисунке их нет). Простоты ради приток и отток жидкости на чертеже (рисунок 5) изображены

снаружи. Для подачи жидкости включается ротор. Вблизи канала всасывания (вверху и внизу) камеры 4 имеют небольшие размеры. По мере вращения камеры увеличиваются, наполняясь жидкостью. Когда камеры достигают максимальных размеров (максимальное расстояние между дорожкой и центром ротора), с помощью распределительных дисков они отделяются от стороны всасывания, соединяясь со стороной нагнетания. По ходу кривой статора лопатки снова входят в пазы.

Объем камер уменьшается, а жидкость выталкивается в направлении стороны нагнетания. Поскольку кривая статора имеет двухэксцентрическую форму, то каждая камера принимает участие в процессе нагнетания жидкости дважды. Таким образом, в насосе образуются две противоположные камеры, в результате чего вал привода гидравлически разгружается. В области давления на лопасти с обратной стороны 5 действует давление гидросистемы.

Роторно-пластинчатый насос фирмы Рексрот типа V4

Насос этого типа изображен на рис.2.21. Так же, как и в нерегулируемом насосе здесь в каждом пазу ротора имеются по две лопасти, а следовательно, и две уплотняющие кромки и малый прижим вследствие гидравлической разгрузки в переходной зоне. Другим отличием является вид регулирования. Кольцо статора зажимается между двумя поршнями 1 и 2, находящимися под давлением. Отношение площади поверхностей поршней 1:2.



Слабая пружина 3 в большом поршне служит для обеспечения пуска поршня. Она прижимает кольцо статора 4 в исходное положение. При пуске насоса кольцо статора возвращается в эксцентричное положение. Максимальное рабочее давление устанавливается с помощью пружины 5 клапана 6. Пружина 5 удерживает регулировочный поршень 7 в исходном положении. По достижению заданного давления поршень в регулирующем клапане не смещается, соединяя расположенную за большим поршнем 2 полость с баком. Поскольку движение статора производится гидравлически, а не с помощью пружины, графическая характеристика линии "расход- давление" проходит перпендикулярно, а при изменении рабочего давления сдвигается параллельно.

Роторно-пластинчатый насос с регулируемым рабочим объемом и давлением

В насосе этого типа можно регулировать рабочий объем и давление (рис.2.22). Принцип подачи жидкости тот же, что и в описанном ранее нергулируемом насосе, тип V2. Статор насоса представляет собой концентрическое кольцо. Пружина 2 прижимает статор в исходное положение, эксцентрично относительно ротора 3. Регулирование максимального эксцентриситета и, следовательно, максимального рабочего объема производится с помощью винта 5. Сила пружины регулируется с помощью установочного винта 6.

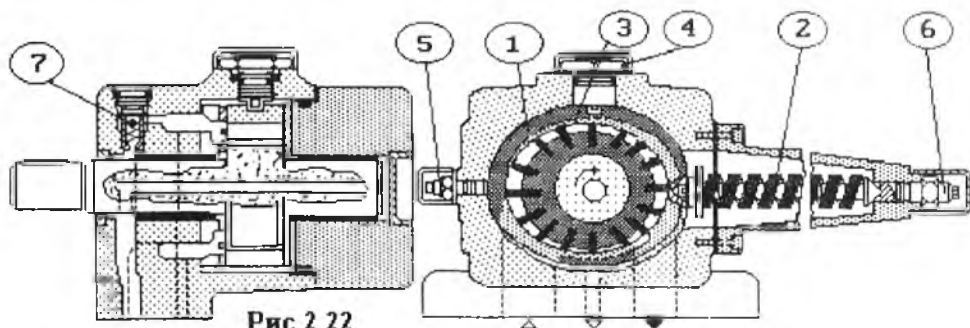


Рис. 2.22

Регулировка статора по высоте осуществляется с помощью винта 4. Давление, образующееся в области сопротивления напору (например, на цилиндре, находящемся под грузом) с напорной стороны действует на внутреннюю поверхность статора. Возникает горизонтальная составляющая сила, действующая в направлении пружины.

По достижении силы давления, равной установленной силе пружины, кольцо статора из эксцентричного возвращается в нулевое положение. Эксцентриситет уменьшается. Подача жидкости регулируется в соответствии с расходом.

Если потребитель не расходует жидкость, то есть достигается максимальное давление, то насос почти полностью перекрывает подачу. Таким образом, поддерживается рабочее давление и восполняется только утечка масла. Благодаря этому удается свести потери и нагрев находящейся под давлением жидкости до минимума.

Пластинчатый насос двойного регулирования давления с электромагнитным управлением

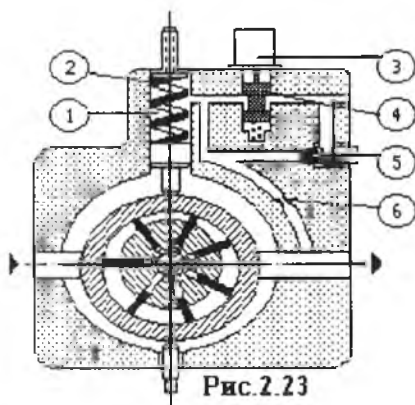
При выключенном электромагните 3 золотник 4 пропускает на слив масло, подводимое из системы нагнетания через дроссельное отверстие 6 регулятора (рис. 2.23). При этом давление в камере 1 регулятора равно нулю, вследствие чего только пружина 2 определяет предел давления, при котором статор установится в концентричное относительно ротора положение. При включении электромагнита золотник опускается и перекрывает

прямой путь слива из камеры регулятора, направляя масло через предохранительный клапан 5.

Появившееся в камере регулятора давление создает дополнительное к пружине 2 усилие и статор смещается, увеличивая эксцентricность.

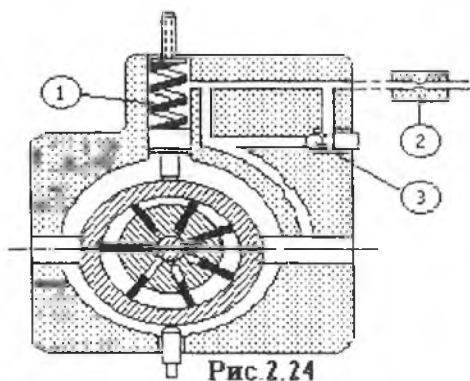
Вследствие этого насос дает большую производительность и давление в системе увеличивается. Высокое давление поддерживается при максимальной производительности до тех пор, пока не будет превышена установленная для предохранительного клапана 5 величина.

При увеличении давления в системе (статорное кольцо продолжает удерживаться давлением масла в положении максимальной производительности) выше настройки предохранительный клапан 5 открывается и так как площадь отверстия в клапане значительно больше отверстия дросселя 6, в камере регулятора 2 происходит быстрое падение давления, вследствие чего эксцентricитет статора уменьшается (его положение определяется настройкой пружины 2) и производительность насоса уменьшается до величины, определяемой настройкой пружины.



Пластинчатый насос двойного регулирования давления с гидравлическим управлением

При такой схеме регулирование низкого давления осуществляется регулировкой усилия пружины 1, регулирование высокого давления - настройкой предохранительного клапана 3, а управляющим сигналом является давление, поступающее из системы через дроссель 2 (рис.2.24). Принцип работы регулятора тот же, что у регулятора с электромагнитным управлением.



*Нерегулируемый
пластинчатый насос
фирмы "Виккерс" серии
V1*

Насосы серии V1 выпускаются трех типов: с производительностью от 4 до 42 л/мин, 50 - 135 л/мин и 150 - 230 л/мин. Конструкция насосов показана на рис. 2.25.

В чугунном 4 корпусе имеются каналы для всасывания 16 и нагнетания 13, а также смонтирован статор 10. Внутри статора помещается в подшипниках скольжения ротор 11. Подшипники ротора выполнены за одно целое с бронзовыми дисками 8. Диски плотно прилегают к статору, образуя рабочую камеру насоса. В дисках имеется по четыре полукольцевых паза: два паза 14 для всасывания и два паза 15 для нагнетания. На внутренних торцевых поверхностях сделаны канавки, по которым масло поступает под рабочие пластины из полостей нагнетания. Ротор 11 имеет двенадцать узких радиальных пазов, в которых с небольшими зазорами вставлены пластины 12.

Внутренняя поверхность статора 10 имеет форму эллипса. При работе насоса ротору 10 с пластинами 12 передается вращение от шлицевого вала 2. Под действием центробежной силы и давления, подводимого под их торцы, пластины прижимаются к внутренней поверхности статора и скользят по ней. Благодаря эллипсной поверхности статора при повороте ротора происходит изменение рабочего объема в полости между пластинами.

Вследствие того, что полости нагнетания расположены диаметрально, силы от давления масла на ротор, нагружающие его цапфы, взаимно уравновешиваются, что разгружает подшипники ротора. Во избежание заклинивания пластины расположены под углом 6 - 14 град. в сторону вращения ротора.

Угол наклона пластин предотвращает заклинивание их в пазах в зоне нагнетания, когда пластины скользят по переходной кривой профиля статора от его большего радиуса к меньшему.

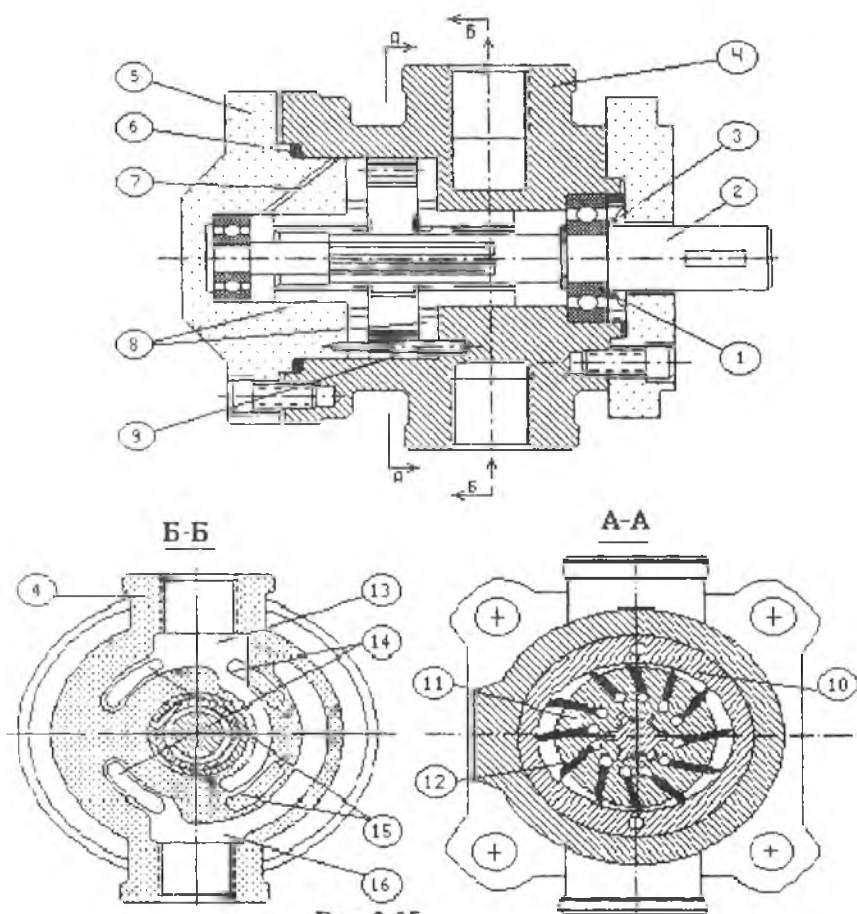


Рис. 2.25

Насос пластинчатый регулируемый Г12-5М

Рабочий комплект насоса (рис. 2.26), состоящий из ротора 1 с пластинами 3, статора 4, наружного кольца 6, переднего 18 и заднего 15 распределительных дисков, установлен в соединенных между собой винтами корпусе 14 и крышке 19 и скреплен винтами 5 [2]. Шейки ротора опираются на подшипники скольжения, выполненные в распределительных дисках. Ротор через шлицевое

распределение связан с приводным валом 22, опирающимся на шарикоподшипник 20.

В переднем диске выполнены полукольцевые пазы 24 и 17 для всасывания и нагнетания масла, а также пазы 16 и 25 для соединения обращенных к центру ротора торцевых поверхностей пластин с напорной (на участке нагнетания) или всасывающей (на участке всасывания) линиями 7. Задний диск имеет связанную с напорной линией кольцевую камеру 26, ограниченную торцевой поверхностью шайбы 28 и уплотняемую резиновыми кольцами 27. В процессе работы насоса статор, опирающийся на неподвижную 29 и подвижную 7 опоры, может перемещаться в поперечном (относительно оси приводного вала) направлении, изменяя свой эксцентриситет относительно оси ротора. Это обеспечивается за счет взаимодействия усилия от давления масла на внутреннюю поверхность статора и усилия, развиваемого регулятором давления. Последний состоит из корпуса 8, толкателя 9, силовой пружины 10, подпятника 11, регулировочного винта 12 и гайки 13. Наибольшая величина эксцентриситета ограничивается упором 2. Наружные утечки по валу исключаются манжетой 21. Утечки из корпуса насоса отводятся через дренажное отверстие 23.

При вращении ротора насоса рабочий комплект сжимается давлением масла в кольцевой камере 26, а пластины под действием центробежной силы и давления масла (на участке нагнетания) прижимаются к расположенной эксцентрично внутренней поверхности статора, причем объемы рабочих камер, ограниченных двумя соседними пластинами, ротором, статором и

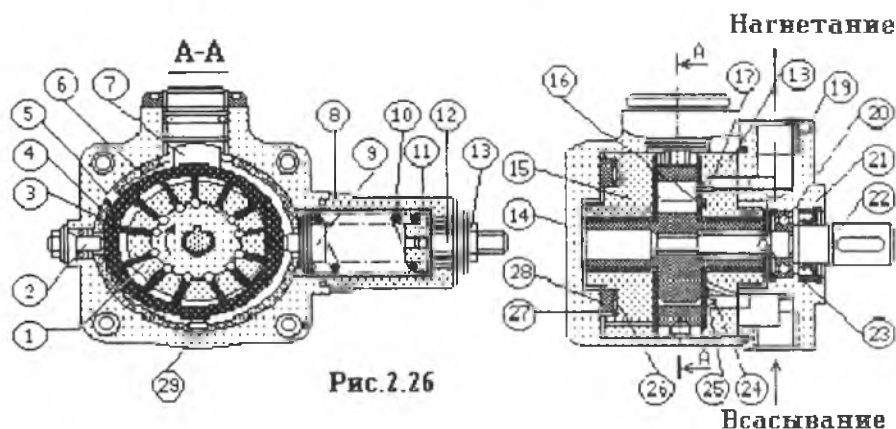


Рис. 2.26

распределительными дисками, изменяются: увеличиваются, когда рабочая камера движется ниже оси ротора, и уменьшаются в процессе ее движения в зоне выше оси ротора. Полукольцевые пазы 24 и 17 выполнены таким образом, что при увеличении объема рабочих камер последние постоянно связаны со всасывающей линией, а при уменьшении объема - с напорной. нетрудно видеть, что давление масла в зоне нагнетания односторонне нагружает ротор и статор, причем усилие, действующее на ротор (сверху вниз), воспринимается подшипниками скольжения, а усилие, действующее на статор (снизу вверх), в основном воспринимается подвижной опорой 7. Отличительная особенность насоса состоит в том, что полукольцевые пазы 24 и 17 выполнены несимметрично относительно горизонтальной оси I-I (повернуты на некоторый угол в направлении вращения ротора). Благодаря этому действующее на статор усилие отклоняется от вертикали, то есть появляется некоторая составляющая R этого усилия, стремящаяся сдвинуть статор вправо, преодолевая усилие силовой пружины 10, причем величина составляющей R зависит от давления в напорной линии гидросистемы.

3. Работа пользователя с автоматизированным обучающе-контролирующим комплексом “Гидронасосы”

Автоматизированный обучающе-контролирующий комплекс (АОК) “Гидронасосы” предназначен для автоматизированного обучения и контроля знаний студентов, изучающих гидронасосы в курсе “Конструкция и проектирование агрегатов”. Он является существенным дополнением к вышесказанному методическому материалу.

Основными режимами работы комплекса являются:

“Входной контроль”

В этом режиме осуществляется контроль знаний пользователя на предмет его допуска к работе с комплексом.

“Обучение”

В этом режиме предлагается подробная информация по выбранному им тематическому разделу, содержащему богатый иллюстративный материал.

“Опрос”

Комплекс формирует ряд вопросов, выбранных случайным образом из базы данных. Кроме текстовой информации предлагаемые вопросы содержат и графические иллюстрации. Выбор ответа производится пользователем из нескольких предложенных. После завершения ответов ЭВМ на дисплее выводит оценку, не анализируя результата.

“Тренаж”

Комплекс работает аналогично режиму “Опрос”, но после каждого неправильного ответа ЭВМ сообщает вариант правильного решения, а также по запросу пользователя выдает подробную информацию по тематике запроса.

“Журнал”

Доступ к работе в этом режиме осуществляется набором пароля преподавателя. Сервисные функции “Журнала” позволяют осуществлять просмотр, печать, удаление данных обучения и контроля, объединенных в разделы “Группа”, “Дата”, “Студент”.

Работа с АОК начинается с ввода в ЭВМ личных данных пользователя (Ф.И.О., N группы), после чего на экране дисплея появляется головное меню с предлагаемыми режимами работы.

Выбор необходимого режима осуществляется нажатием на клавиши “ ”, “ ”, “ ”. При этом та или иная строка меню закрашивается тонирующим полем. Переход к работе в выбранном режиме осуществляется с помощью клавиши “Enter”. Если пользователь впервые работает с АОК, то первоначально он должен пройти “Входной контроль”, т.к. доступ к остальным режимам работы для него закрыт. Если же “Входной контроль” был пройден во время предыдущих работ с комплексом, о чем имеется запись в базе данных “Журнала”, то пользователь может выбрать и другие режимы работы.

Организация работы с компьютером во “Входном контроле”, как и все последующие процедуры диалога с ЭВМ, описаны в “подсказках” АОК, вызываемых нажатием на клавишу F1. Кроме того, текущие директивы управления содержатся в комментариях служебной строки, расположенной в нижней части экрана.

При положительном ответе на вопросы (>50% правильных ответов) осуществляется возврат в главное меню и запись результатов “Входного контроля” в базу данных “Журнала”. В противном случае на экран выводится информационное сообщение: “Вы не готовы для работы с АОК. Читайте следующую литературу.....” и работа программного пакета прерывается.

После прохождения “Входного контроля” пользователь получает доступ к режимам работы “Обучение”, “Опрос”, “Тренаж” и по своему усмотрению (в зависимости от уровня подготовки) выбирает режим работы.

В режиме “Обучение” инициативу диалога имеет ЭВМ. Для ознакомления с предлагаемым материалом пользователю необходимо лишь правильно применять директивы служебной строки: “Следующая страница”, “Предыдущая страница”, “Выход”. Порядок просмотра разделов “Обучения”, а также его скорость и полнота выбираются пользователем.

В режиме “Опрос” выбор альтернативных ответов осуществляется с помощью клавиш “ \leftarrow ”, “ \rightarrow ” и “Enter”.

В режиме “Тренаж” используется такая же схема диалога как в режимах “Обучение” и “Опрос”.

4. Порядок проведения лабораторно-практических занятий

1. Изучить теоретические основы работы и схемные решения лопастных насосов (раздел 1 методических указаний).

2. Используя препарированный макет насоса ЦН-1А, рассмотреть особенности его конструктивного исполнения.

3. Изучить особенности работы и конструктивного исполнения объемных насосов (раздел 2).

4. По препарированным макетам изучить конструкции шестеренного насоса 348-И и аксиально-плунжерных насосов НП-85 и НП-89.

5. Изучить порядок работы с АОК “Гидронасосы”.

6. Используя режимы работы комплекса “Обучение”, “Опрос”, “Тренаж”, провести автоматизированное тестирование полученных знаний.

Библиографический список

1. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. Башта Т.М. и др. М.: Машиностроение. 1970. 504с.
2. Станочные гидроприводы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1982. - 467с.
3. Учебный курс гидравлики. "Маннесман Рексрот ГМБХ": Графическое предприятие ГМБХ и Ко. КГ., 1981, 226с.
4. Гидравлические средства автоматики. Меркле Д., Шрадер Б., Гомес М. Учебное пособие для слушателей курсов повышения квалификации. "Фесто Дидактик КГ", 1988. - 409с.
5. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. М.: Машиностроение. 1974. 50с.

Содержание

1. Лопастные насосы.....	3
1.1. Центробежные насосы.....	3
1.2. Вихревые насосы.....	7
1.3. Осевые насосы.....	7
2. Объемные насосы.....	8
2.1. Поршневые насосы.....	8
2.1.1. Поршневые насосы с кривошипно-шатунным приводом поршней.....	8
2.1.2. Аксиально-поршневые насосы.....	9
2.1.3. Роторно-поршневые насосы.....	16
2.2. Шестеренные насосы.....	19
2.3. Пластинчатые насосы.....	23
3. Работа пользователя с автоматизированным обучающе-контролирующим комплексом "Гидронасосы".....	31
4. Перечень проведения лабораторно-практических занятий.....	33
Библиографический список.....	34

ГИДРОНАСОСЫ

Составители: Шестаков Георгий Валентинович,
Крючков Александр Николаевич,
Мещеряков Александр Викторович.

Редактор Г. К. Кр е т и н и н а
Техн. редактор Г. А. У с а ч е в а

Подписано в печать 28.03.95, Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 2.1, Усл. кр.-отт. 2.2, Уч.-изд. л. 2.2

Гираж 150 экз. Заказ 161. Арг. С – 16мр / 94.

Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С. П. Королева.

443086 Самара, Московское шоссе, 34.

ИПО Самарского государственного аэрокосмического
университета им. академика С. П. Королева.

443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.