ВВЕДЕНИЕ

Объемные гидравлические машины широко применяются в автотракторном и сельскохозяйственном машиностроении. Например, гидравлические силовые цилиндры используются в качестве исполнительных механизмов для осуществления возвратно-поступательного движения в гидроподъемниках, в гидрообъемном рулевом управлении тракторов и комбайнов. Гидравлические двигатели вращательного движения (гидромоторы) применяются в трансмиссиях мобильных машин (тракторов, дорожных машин, комбайнов).

Широкое распространение гидропривода объясняется целым рядом его преимуществ по сравнению с другими типами приводов: небольшая масса, малые размеры, возможность бесступенчатого регулирования скорости рабочих органов, надежное предохранение от перегрузок и многое другое.

История гидропривода начинается с середины XIX века, когда в промышленности получили распространение гидравлические прессы, гидроподъемные механизмы, гидроаккумуляторы. Затем были разработаны гидромоторы и объемные гидропередачи, а в 1902 г. была предложена первая конструкция гидродинамической передачи.

Целью расчетно-графической работы является закрепления знаний, полученных в результате изучения теоретического материала и приобретения навыков расчета основных параметров гидравлических передач.

В рассматриваемой работе ставится задача выбора параметров основных агрегатов объёмного гидравлического привода на основании расчета режимов их работы. Предлагаются два типа приводов: с двигателем возвратно-поступательного движения (ВПД) и с гидромотором.

Выполнение расчетно-графической работы способствует развитию следующих компонентов профессиональных компетенций:

* способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию (ОПК-3);
* способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена (ОПК-4);
* способностью проводить и оценивать результаты измерений (ОПК-6);
* готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);
* способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

В результате выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен:

1. **Знать:**

* основные законы гидравлики, основы расчёта гидравлических передач;
* типы и принципы действия гидроприводов и пневмоприводов;
* основные параметры гидроприводов и методику их расчёта.

1. **Уметь:**

* читать гидравлические и пневматические схемы;
* рассчитывать и подбирать приборы гидропневмоприводов.

1. **Владеть:**

* навыками поиска, обработки информации;
* самостоятельного анализа основных принципов построения элементов конструкции и методов эксплуатации гидросистем.

1 Общие сведения

Под объёмным гидроприводом понимается совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов и машин с помощью рабочей жидкости. К основному гидрооборудованию объёмного гидропривода относятся гидромашины (насосы, моторы, цилиндры), распределительные гидроаппараты (распределители, клапаны, регуляторы, делители и сумматоры потоков), трубопроводы и соединительная арматура. Источником гидравлической энергии потока является насос. Он преобразует подведённую к нему механическую энергию в гидравлическую.

Теоретическая подача насоса объёмного типа рассчитывается по его геометрической постоянной величине которая рассматривается как подача за один оборот вала, см /об:

=  **,л/мин (1)**

Марка насоса выбирается из каталога (смотри приложение I) по его геометрической постоянной.

Действительная (фактическая) подача насоса **QH** меньше теоретической из-за перетечек масла внутри насоса:

=  **=**   **103,** **л/мин (2)**

где: - объёмный коэффициент полезного действия (КПД) насоса, значение которого принимается по данным его технической характеристики (Приложение 1)

Объёмный КПД насоса является одной из двух составляющих его полного КПД **():**

=  **(3)**

где: - механический КПД насоса, учитывающий потери на трение.

Формула (**3**) справедлива для любой гидромашины объёмного типа.

Гидравлическую мощность потока жидкости в трубопроводе рекомендуется рассчитывать по формуле:

**= , кВт (4)**

где: **p -** гидростатическое давление, МПа;

**-** расход жидкости, л/мин.

Чтобы создать в трубопроводе требуемую гидравлическую мощность потока, нужно подвести к валу насоса следующую приводную мощность:

**= = , кВт (5)**

где:  **= - ,** т.е. перепад давления для каналов выхода () и входа () насоса.

В дальнейших расчётах принимаем:

**= - = =**

Чтобы создать на валу гидромашины требуемую приводную мощность, необходимо вращать вал с определённым крутящим моментом:

**M = 9551 , Н (6)**

Указанная формула справедлива как для насоса, так и для гидромотора. Применительно к насосу:

**M = 0,156**  **, Н м (7)**

Применительно к гидромотору:

**М** = **0,156** • • • **, Н** • **м (8)**

где: - перепад давления на входе и выходе гидромотора, МПа;

- геометрическая постоянная гидромотора, см3/об.;

- механический КПД.

Предложенные формулы (1) … (8) используются в расчетах параметров гидроагрегатов (Раздел 5).

2 Принципиальные гидравлические схемы передач

2.1 Схема нерегулируемой гидравлической передачи с гидродвигателем возвратно-поступательного движения (гидроцилиндром)

Гидропередача применяется в тракторах для управления навесной сельскохозяйственной машиной.

Принципиальная гидравлическая схема передачи показана на рисунке 1 с использованием символики Приложения 2.

В состав передачи входят следующие гидравлические машины: насос 1 (нерегулируемый нереверсивный) и гидравлический цилиндр 5 двухстороннего действия.

Насос преобразует механическую энергию, подведённую к валу, в гидравлическую энергию потока жидкости.

Гидроцилиндр, получая гидравлическую энергию потока, преобразует её в механическую, поднимая груз силой веса ***G*** на высоту ***Н***.

Отработав, жидкость сливается в гидробак 2 через фильтр 3.

Между насосом и цилиндром устанавливается гидравлический распределитель, в состав которого входят: золотник 6, перепускной клапан 10 и предохранительные клапаны 8 и 11 максимального и номинального рабочего давлений. Золотник имеет четыре положения (четырехпозиционный) и управляет тремя гидролиниями одновременно (трехлинейный). Каждое положение золотника на схеме показано прямоугольником. Каналы, пропускающие жидкость черезследующие условные названия (перечисляются по направлению на схеме сверху вниз): ***подъём, нейтральное положение, принудительное опускание и плавающее***.

Гидравлические линии, которыми управляет золотник, называются: напорная **П**, сливная **Сл** и линия **У**, управляющая потоком с помощью дросселя 9.

Гидравлическая схема на рисунке 1 показана при нейтральном положении золотника. При этом напорная и сливная линии золотника закрыты, а линия управления направляет поток жидкости от дросселя в бак.

Давление на входе в дроссель больше, чем давление на выходе из него. Под действием перепада давления перепускной клапан открывается, и основной поток жидкости от насоса направляется через фильтр в бак. Силовой цилиндр при нейтральном положении золотника запирается, фиксируя поднятый груз.

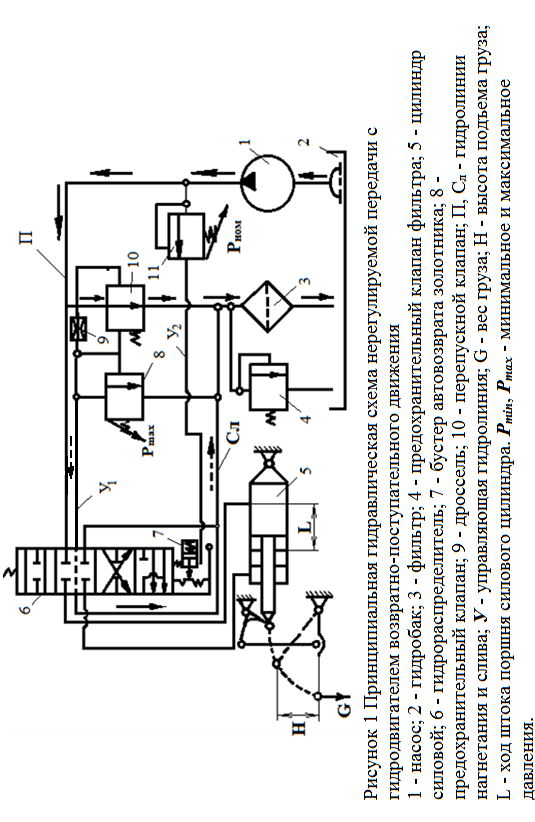
Золотник в нейтральном положении удерживается при помощи пружин, действующих на его торцы.

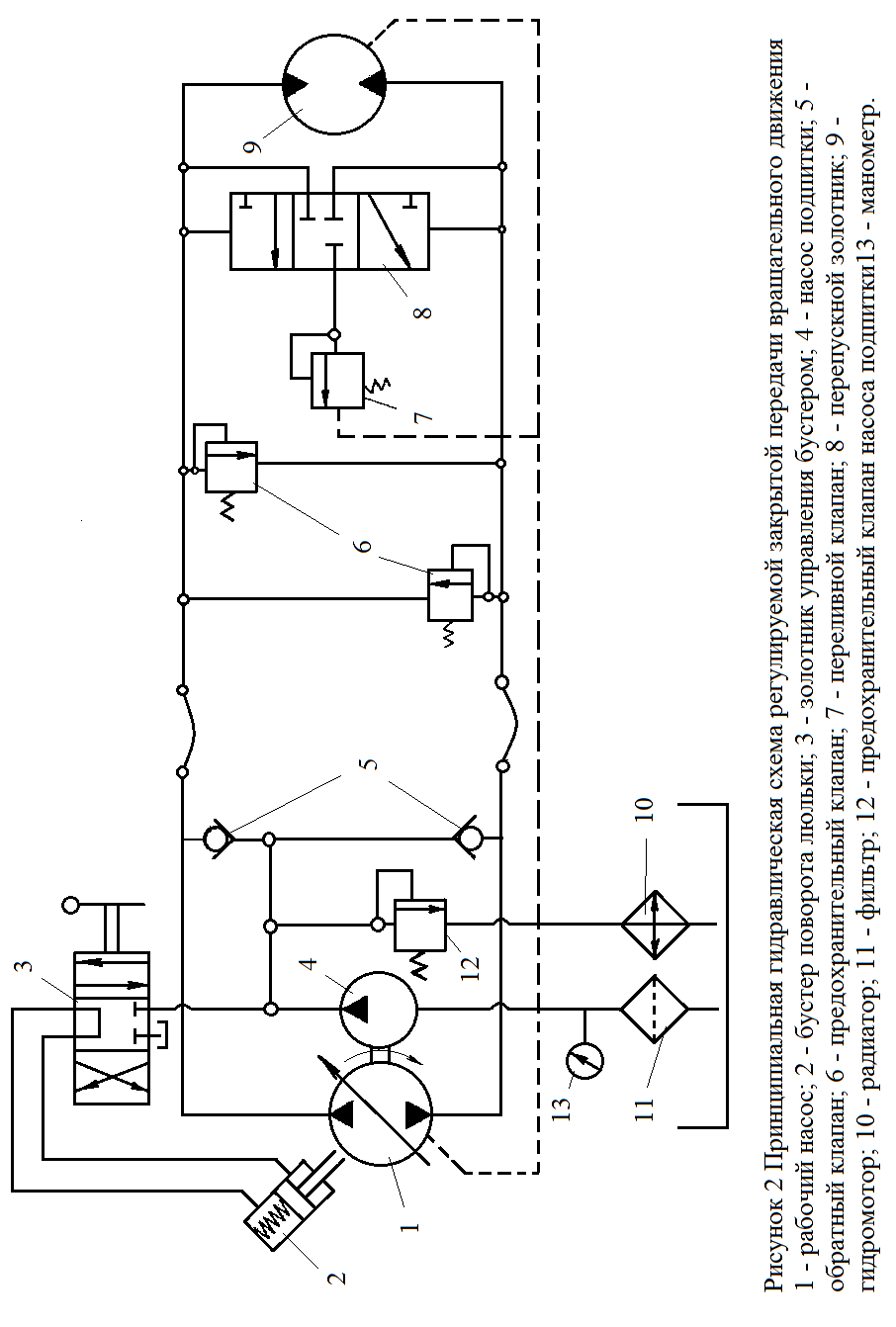
При положении золотника **«подъём»** жидкость от насоса поступает в бесштоковую полость цилиндра, и груз поднимается.

При положение **«принудительное опускание»** груз (или сельскохозяйственная машина) прижимается к опоре (заглубляется).

При **плавающем** положении золотника груз опускается только под действием собственного веса. Гидравлический цилиндр не препятствует этому, т.к. его полости соединены как между собой, так и со сливом в бак.

Если удерживать золотник за рукоятку при положении **«подъём»**, защита, устанавливающая давление на уровне номинального, отключается. Давление поднимается и достигает максимального значения. При максимальном значении открывается предохранительный клапан 8, направляя поток жидкости от дросселя на слив. На дросселе устанавливается перепад давления (как и при нейтральном положении золотника), что приводит к открытию перепускного клапана 10.





2.2 Схема регулируемой гидравлической передачи вращательного движения

Гидропередача применяется на самоходных сельскохозяйственных и дорожных машинах для привода ведущих колёс.

Принципиальная гидравлическая схема передачи показана на рисунке 2 с использованием символов Приложения **2.**

Передача состоит из регулируемого и реверсивного по потоку насоса *1* и нерегулируемого, но реверсивного по направлению вращения, гидромотора *9*. Вал насоса получает механическую энергию от двигателя внутреннего сгорания. К валу гидромотора через трансмиссию присоединяется ведущее колесо самоходной машины. Насос и гидромотор соединены трубопроводами, по которым движется рабочая жидкость. Максимальное давление в трубопроводах ограничивается предохранительными клапанами *6*.

Регулирование подачи насоса осуществляется поворотом его наклонной шайбы при помощи гидроцилиндра 2. Управляет гидроцилиндром водитель машины с помощью золотника 3 гидрораспределителя. Подача насоса изменяется от нулевого до максимального значения. При этом скорость движения самоходной машины изменяется. Она может двигаться вперёд и назад. Для изменения направления движения машины достаточно наклонить шайбу в противоположную сторону.

Для охлаждения рабочей жидкости используется радиатор 10, который подключён на сливе в бак к дренажной системе (каналы показаны пунктирной линией). В дренажную систему жидкость поступает через перепускной золотник 8 и переливной клапан 7. При помощи золотника клапан подключается только к трубопроводу с низким давлением. В дренажную систему также сливается жидкость, вытекающая через зазоры качающих узлов насоса и гидромотора.

Чтобы сохранить постоянное количество рабочей жидкости, циркулирующей между насосом и гидромотором, применяется система подпитки. Она включает в себя насос подпитки 4 и два обратных клапана 5. Давление насоса ограничивается клапаном 12. Насос забирает жидкость из гидробака через фильтр 11 и подаёт её в тот трубопровод, где давление понижается вследствие утечки ниже допустимого уровня.

3 Задание на расчетно-графическую работу

Задание предлагается в двух вариантах:

**I** - гидравлическая передача возвратно-поступательного движения;

**II** - гидравлическая передача вращательного движения.

**Номер варианта** выбирается студентом самостоятельно по **предпоследней** цифре своего шифра (номера зачётной книжки). Учащиеся, у которых предпоследняя цифра шифра чётная (0, 2, 4, 6, 8), выполняют вариант – **I**, нечётная (1, 3, 5, 7, 9) - вариант **II**.

Все расчеты выполняются в единицах измерения системы СИ (Приложение 3).

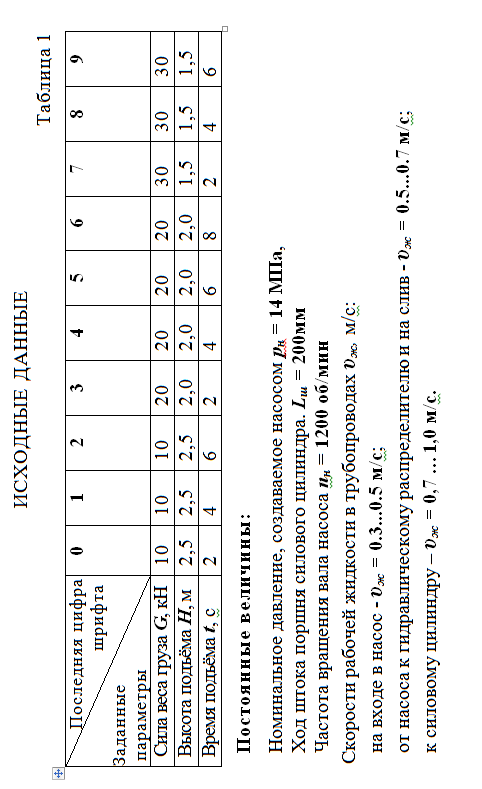
3.1 Вариант I

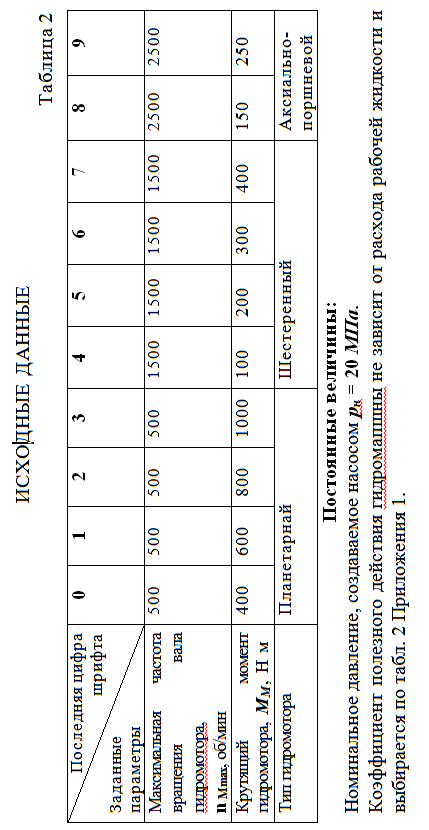
Для открытой гидрообъёмной передачи с двигателем возвратно-поступательного движения на основании исходных данных рассчитать параметры основных гидроагрегатов.

По каталогу (Приложение 1) выбрать:

* тип и марку насоса,
* тип и марку гидравлического цилиндра,
* тип и марку распределителя,
* определить ёмкость гидробака,
* определить внутренние диаметры и выбрать тип и марку трубопроводов.

Передача предназначена для подъёма и опускания груза. **Числовые значения** исходных параметров выбираются из таблицы 1 в соответствии с **последней цифрой шифра**.





3.2 Вариант 2.

Для закрытой регулируемой передачи вращательного движения:

* рассчитать параметры насоса и гидромотора,
* выбрать по каталогу (Приложение 1) тип и марку гидромашин,
* построить скоростную характеристику гидромотора.

**Числовые значения** исходных параметров выбираются из таблицы 1 в соответствии с **последней цифрой шифра**.

Передача предназначена для привода ведущих колёс самоходной машины.

4 Рекомендации к оформлению расчетно - графической работы

Расчетно-графическаяработа выполняется ввиде расчетно-пояснительной записки на гладких листах стандартного формата А4 (297x210).

На титульном листе указывается название учебного заведения, института, кафедры и дисциплины. Далее пишется номер варианта, фамилия исполнителя (студента) и преподавателя, который проверяет и принимает работу. Рядом с фамилией студента указывается его шифр (номер зачетной книжки). На титульном листе преподаватель проставляет оценку по результатам защиты расчетно-графической работы.

Графическая часть работы состоит из принципиальной схемы гидравлической системы и графика регулировки (вариант II). Схема выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 17752-81 и ГОСТ 2.721-74.

Примеры построения гидросхем показаны на рисунках 1 и 2. К чертежу гидравлической схемы прикладывается спецификация выбранной аппаратуры, в которой указывается название и марка аппарата.

Все расчёты должны выполняться в системе СИ. Каждая расчетная формула первоначально приводится в буквенном выражении с расшифровкой символов и указыванием единиц измерения.

Затем выполняется числовой расчет и представляются его результаты. Результаты однотипных расчетов могут быть сведены в таблицу.

Расчетно-графическая работа должна содержать заключение, в котором студент самостоятельно обосновывает результат своих расчетов.

В конце расчётно-пояснительной записки даётся перечень литературных источников, использованных при выполнении работы.

5 Последовательность выполнения расчётов для выбора гидроагрегатов

5.1 Вариант I. Расчёт технических параметров и выбор агрегатов для гидропередачи возвратно-поступательного движения

Первоначально рассчитывается диаметр поршня силового цилиндра **dц** и по каталогу (Приложение 1) выбирается его марка. Величина **dц** получается из уравнения равенства сил, приложенных к штоку со стороны груза и поршня (рис. 1):

**G**• **= π**•• **p,** Н

где  **= -** кинематическое передаточное число рычажной системы;

**p = pн,** Па - давление в бесштоковой полости цилиндра принимаемое равным номинальному давлению насоса.

**= 0,75 -** коэффициент полезного действия рычажной системы.

Следовательно:

= **2**• **,** м (9)

По каталогу выбирается цилиндр, диаметр которого равен или несколько больше расчетного. В спецификацию к схеме записывается его марка (например, ЦС- 75).

После выбора силового цилиндра рассчитываются параметры насоса.

Рассмотрим шестерённый насос.

Приводная мощность на валу насоса рассчитывается по величине мощности, затрачиваемой на подъём груза.

**= G**• **,** кВт (10)

где:  **= 0,6** - ориентировочное полное значение КПД гидравлической передачи и рычажной системы.

Затем из формулы (5) выводится выражение и рассчитывается гидравлическая мощность потока **Nг,** а из формул (4), (2), (1), соответственно, фактическая подача насоса **Qh,** его теоретическая подача **Qтн** и геометрическая постоянная **qн.**

По величине **qн** из каталога выбирается марка насоса (ближайшее большее значение) и заносится в спецификацию к гидросхеме (например, НШ-32-2).

Распределитель выбирается по пропускной способности **Qp.** Величина **Qр** должна быть равна или больше теоретической подачи насоса **Qтн.**

Чтобы обеспечить достаточный запас рабочей жидкости и её охлаждение, ёмкость гидравлического бака должна составлять 50 ... 70 % от теоретической подачи насоса.

Диаметр трубопроводов **dтр** рассчитывается по фактической подаче насоса и рекомендуемой скорости рабочей жидкости в трубопроводе:

**=** **2 ,** **м** (11)

где - скорость рабочей жидкости, м/с.

5.2 Вариант II. Расчёт технических параметров, выбор гидромашин и построение графика регулирования для гидропередачи вращательного движения

Из формулы (8) рассчитывается геометрическая постоянная гидромотора .

Численное значение механического КПД выбирается из справочника (таблицы 2 Приложения в соответствии с заданным типом гидромотора).

Перепад давления  **=**

По величине из справочников (таблицы 1 методички) выбирается марка гидромотора (по ближайшему большому значению) и заносится в спецификацию к гидросхеме (например, МПА-90).

Для выбранного гидромотора по формуле (**8**) рассчитывается фактическое значение крутящего момента **ММ(ф).**

Крутящий момент гидромотора при заданном значении не зависит от частоты вращения его вала.

Из формулы (6) извлекается и рассчитывается мощность на валу гидромотора при различном значении его частоты вращения.

Поскольку зависимость линейная, достаточно рассчитать мощность при  **= 0** и  **= .**

Зависимость крутящего момента и мощности на валу гидромотора от частоты вращения называется **скоростной характеристикой** **гидромотора** и **представляет собой график регулирования гидропередачи**.

Мощность **NM** на валу гидромотора рассчитывается через гидравлические параметры потока жидкости:

=  **, кВт** (12)

где: **-** полный КПД гидромотора.

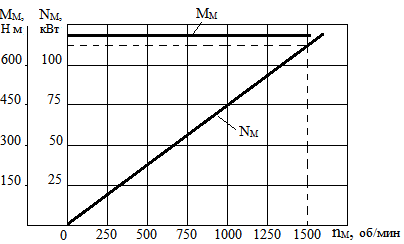


Рисунок 4 Скоростная характеристика планетарного гидромотора ГПР-Ф-320

Из формулы (12) извлекают и рассчитывают расход жидкости через гидромотор при максимальной мощности.

Расход жидкости через гидромотор равен фактической максимальной подаче насоса.

Следовательно, используя формулу (2), можно определить наибольшее значение теоретической подачи насоса.

По величине выбирается регулируемый насос (Приложение 1).

Если значение , полученное в результате расчёта, больше максимального табличного значения, то, можно насосную установку комплектовать из нескольких насосов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 - Параметры гидравлических машин и гидроаппаратуры

Таблица П 1.1 – Геометрические постоянные и , рекомендуемые при выборе гидравлических машин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип гидрома-  шины  Исполнение | Гидронасос  , см3 /об | Гидромотор  , см3 /об |
| Шестеренное (НШ и ГМШ**)** | 4; 6,3; 10; 25; 32; 40; 50; 71; 100; 160, 250 | 32, 46, 50, 100 |
| Планетарное (ПМ и ГПР-Ф) |  | 64, 82, 102, 126, 160, 203, 250, 320, 630 |
| Аксиально-поршневое (НПА и МПА) | 12, 28, 55, 90, 107, 112, 425 | 12, 28, 56, 90, 112, 224 |

Таблица П 1.2 – Рекомендованные параметры гидроаппаратуры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Гидроаппаратура | Параметры | | Пример маркировки |
| Внутренний диаметр, мм | Номинальная величина потока, л/мин |
| Цилиндр поршневой | 40, 50, 63, 75, 80 90, 100, 110, 125, 140, 180 |  | ЦС-75 |
| Распределители |  | 50, 75, 80, 90, 100, 150, 500 | Р-150 |
| Трубопроводы высокого давления | 10, 12, 16, 20 |  | Т-16 |

Таблица П 1. 3 – Коэффициент полезного действия гидромашин

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип гидромашин | Исполнение | Коэффициент полезного действия | | |
| Полный **ηΣ** | Объёмный **ηО** | Механический **ηМ** |
| Гидронасос | НШ | 0,82...0,85 | 0,9...0,94 | Рассчитать |
| НПА | 0,89 | 0,95 | 0,93 |
| Гидромотор | ГМШ | 0,75...0,78 | Рассчитать | 0,8...0,85 |
| ПМ | 0.8...0.83 | Рассчитать | 0,91...0,94 |
| ГПР-Ф | 0,85 | 0,95 | 0,89 |
| МПА | 0,9 | 0,98 | 0,92 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П 2. 1 Греческий алфавит

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А α - альфа | Ι ι - йота | Р ρ - ро |
| В β - бета | Κ κ - каппа | Σ σ - сигма |
| Г γ - гамма | Л λ - ламбда | Т τ - тау |
| Δ δ - дельта | М μ - ми (мю) | Y υ - ипсилон |
| Е ε - эпсилон | N ν - ни (ню) | Ф φ - фи |
| Z ζ - дзета | Ξ ξ - кси | X χ - хи |
| Н η - эта | О о - омикрон | Ψ ψ - пси |
| Θ θ - тхэта | П π - пи | Ω ω - омега |

Таблица П 2. 2 Приставки для наименования дольных и кратных единиц

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дольные единицы | | | Кратные единицы | | |
| Степень | Приставка | Символ | Степень | Приставка | Символ |
| 10-1 | деци | д | 101 | дека | да |
| 10-2 | санти | с | 102 | гекто | г |
| 10-3 | милли | м | 103 | кило | к |
| 10-6 | микро | мк | 106 | мега | М |
| 10-9 | ваво | в | 109 | гига | Г |
| 10-12 | пико | п | 1012 | тера | Т |
| 10-15 | фемто | ф | 1015 | пета | П |
| 10-18 | атто | а | 1018 | экса | Э |

Таблица П 2. 3 Соотношения единиц величин, применяемых в гидравлике, с единицами международной системы СИ (SI)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Единица | | Примечание |
| Название | Обозначение | Название | Обозначение |  |
| Производные единицы, применяемые в гидравлике и пневматике | | | | |
| Диаметр | d. D | м | метр |  |
| Радиус | r. R | м | метр | r = 0,5 D |
| Площадь | A, f | м2 | квадратный метр |  |
| Объем | V | м3 | кубический метр |  |
| Рабочий объем | V0 | см3 | кубический сантиметр |  |
| Расход массовый | Qm | кг/с | килограмм в секунду |  |
| Расход объемный | Q,Qv | м3/с | кубический метр в секунду | Qv = Qm/ρ |
| Расход объемный | Qн, Qvн, Q | л/мин | литр в минуту | Внесистемная единица |
| Пропускная способность | Kv | м3/ч | кубический метр в час | Внесистемная единица |
| Плотность | ρ | кг/м3 | килограмм на кубический метр |  | |
| Удельный объем | V | м3/кг | кубический метр на килограмм | V=1/p | |
| Абсолютная влажность | f, f абс | кг/м3 | килограмм на кубический метр |  | |
| Относительная влажность | φ | - | - | Измеряется в процентах | |
| Удельный объем | V | м3/кг | кубический метр на килограмм | V=1/p | |
| Частота импульсов, ударов и т.п. частота вращения | n, f | c-1, Гц | секунда в минус первой степени герц | 1 с-1= 1 Гц | |
| об/с | оборот в секунду | 1 об/с=1 с-1 | |
| об/мин | оборот в минуту | 1об/мин = 1/ 60, с-1 | |
| Частота угловая | ω | с-1 | секунда в минус первой степени |  | |

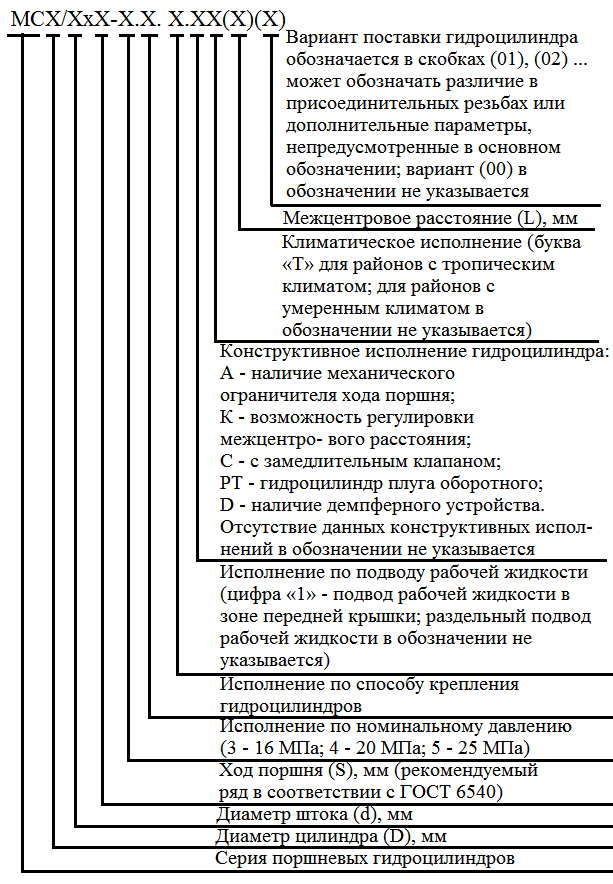
Продолжение Таблица П 2.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Единица | | Примечание |
| Скорость линейная | υ | м/с | метр в секунду |  |
| Скорость угловая | ω | рад/с | радиан в секунду |  |
| об/с | оборот в секунду | 1 об/с = 2π рад/с |
| об / мин | оборот в минуту | 1 об/мин =2π/60, рад/с |
| Ускорение линейное | а | м/с2 | метр на секунду в квадрате |  |
| Ускорение свободного падения | g |  |  | g = 9,81 м/с2 |
| Ускорение угловое | ε | рад/с2 | радиан на секунду в квадрате |  |
| Сила (усилие) | F, P | Н | ньютон | Н = кг м/с2 |
| Сила тяжести, вес | G, P |
| Момент силы | М | Н м | Ньютон-метр |  |
| Крутящий момент | М, Т |
| Давление | р | Па | паскаль | Па = Н/м2 |
| Динамическая вязкость | μ | Па с | паскаль - секунда |  |
| Кинематическая вязкость | ν | м2/с | квадратный метр на секунду | ν = μ/ρ |
| Энергия | Е, W | Дж | джоуль |  |
| Мощность | Р, N | Вт | ватт |  |
| Коэффициент полезного действия | η | - | - | Безразмерная величина |
| Удельная газовая постоянная | R | Дж/(кг К) | Джоуль на килограмм-кельвин |  |

Таблица П 2.4 Соотношения между различными единицами давления

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Единица** | **Па** | **кПа** | **МПа** | **кгс / см2** | **бар** |
| 1 Па | 1 | 10-3 | 10-6 | 1,0197-10-5 | 10-5 |
| 1 кПа | 103 | 1 | 10-3 | 1,0197-10-2 | 10-2 |
| 1МПа | 106 | 103 | 1 | 10,1972 | 10 |
| 1 кгс/см2 | 98066,5 | 98,0665 | 0,0980665 | 1 | 0,980665 |
| 1 бар | 105 | 100 | 0,1 | 1,0197 | 1 |
| 1 физ. атм. | 1,01325 • 105 | 1,01325 • -105 | 0,101325 | 1,03323 | 1,01325 |
| 1 мм вод.ст | 9,80665 | 9,80665 • 10-3 | 9,80665 • 10-3 | 10-4 | 9,8067 • 10-5 |
| 1 мм рт.ст. | 133,322 | 0,133322 | 1,33322 • 10-4 | 1,3595 • 10-3 | 1,333 • 10-3 |
| 1 psi | 6894,76 | 6,89476 | 6,89476 • 10-3 | 7,0307 • 10-2 | 6,894 • 10-2 |
| **Единица** | **физ. атм.** | **мм вод. ст.** | **мм рт. ст.** | **psi** |  |
| 1 Па | 9,8692 • 10-6 | 0,101972 | 7,5006 • 10-3 | 1,4503 • 10-4 |  |
| 1 кПа | 9,8692 • 10-3 | 101,972 | 7,5006 | 0,145037 |  |
| 1МПа | 9,86923 | 101972,6 | 7500,62 | 145,0377 |  |
| 1 кгс/см2 | 0,967841 | 104 | 735,56 | 14,22333 |  |
| 1 бар | 0,986923 | 10197,2 | 750,06 | 14,50377 |  |
| 1 физ. атм. | 1 | 1,033 • 104 | 760 | 14,69594 |  |
| 1 мм вод.ст | 9,6784 • 10-5 | 1 | 7,356 • 10-2 | 1,4223 • 10-3 |  |
| 1 мм рт.ст. | 1,3158 • 10-3 | 13,5951 | 1 | 1,9337 • 10-3 |  |
| 1 psi | 6,8046 • 10-2 | 703,07 |  | 1 |  |

Приложение 2 – Условное обозначение гидроцилиндров



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 1

1. Общие сведения 3
2. Принципиальные гидравлические схемы передач 4

2.1 Схема нерегулируемой гидравлической передачи с гидродвигателем возвратно-поступательного движения (гидроцилиндром) 4

2.2 Схема регулируемой гидравлической передачи вращательного движения 12

1. Задание на расчетно-графическую работу 8

3.1 Вариант I 20

3.1 Вариант II 31

1. Рекомендации к оформлению расчетно - графической работы 37
2. Последовательность выполнения расчётов для выбора гидроагрегатов 46

5.1 Вариант I Расчёт технических параметров и выбор агрегатов для гидропередачи возвратно-поступательного движения 17

5.2 Вариант II Расчёт технических параметров, выбор гидромашин и построение графика регулирования для гидропередачи вращательного движения 19

1. ПРИЛОЖЕНИЯ 21

ЛИТЕРАТУРА 48