

Банк заданий по специальной части вступительного испытания в магистратуру

Вопрос 6. Механика жидкости и газа (теоретические вопросы).

6.1. Силы давления покоящейся жидкости на твердые поверхности. Сила неравномерного давления на плоскую стенку. Понятие центра давления.

6.2. Силы неравномерного давления жидкости на криволинейные стенки. Тело давления. Плавание тел

6.3. Одномерная модель реального потока вязкой жидкости. Уравнение Бернулли. Геометрический и энергетический смысл членов уравнения.

6.4. Уравнение Бернулли. Потери энергии (напора) на местных гидравлических сопротивлениях. Потери напора на осесимметричном расширении в круглой трубе. Потери в диффузоре.

6.5. Потери энергии (напора) по длине. Формула Дарси-Вейсбаха. Изменение λ для труб с искусственной и естественной шероховатостью.

6.6. Истечение вязкой несжимаемой жидкости из отверстий и насадков. Понятие коэффициентов скорости, сжатия, расхода.

6.7. Ламинарное течение вязкой жидкости в круглой трубе. Формулы для распределения скорости и давления.

6.8. Полуэмпирическая теория Прандтля о турбулентных напряжениях. Двухслойная модель турбулентного потока. Формулы для изменения скорости для гидравлически гладких и шероховатых труб.

6.9. Одномерные газовые течения. Параметры торможения; критическая скорость газа; скорость звука в адиабатном потоке. Различные формы уравнения Бернулли для адиабатного потока газа. Изоэнтропические формулы.

6.10. Нестационарное одномерное течение жидкости. Условия возникновения прямого гидравлического удара.

Вопрос 7. Лопастные гидромашины (теоретические вопросы)

7.1. Насосные гидросистемы (ГС) и задачи их гидравлического расчета. Виды ГС. Элементы ГС. Характеристика простой ГС (вывод формулы, общий случай). Определение параметров работы насоса в простой ГС. Примеры простых ГС и графическое представление их характеристик.

7.2. Получить теоретические характеристики центробежного насоса (напор, гидравлический момент, гидравлическая мощность) в зависимости от расхода через рабочее колесо при постоянной частоте вращения. Обосновать изменение этих характеристик при других частотах вращения

7.3. Основные способы регулирования подачи лопастных насосов изменением характеристики гидросистемы и их сравнительный анализ по технико-экономическим показателям. Области применения.

7.4. Основные способы регулирования подачи лопастного насоса изменением его

характеристики и их сравнительный анализ по конструктивным, схемным и технико-экономическим показателям. Универсальные характеристики регулируемых насосов.

7.5 Устойчивая и неустойчивая работа лопастного насоса в простой гидросистеме. Условие устойчивой работы. Стабильный и нестабильный участки напорной характеристики. Явление «помпажа» и способы его предотвращения.

7.6 Условия подобия режимов работы лопастных насосов. Безразмерные комплексы и расчётные формулы подобия для подачи, напора, мощности и момента (вывод). Масштабный эффект: его причины и практика учёта. Параболы подобия в полях $Q-H$ и $Q-N$.

7.7 Критический и допустимый кавитационные запасы. Условие бескавитационной работы насоса лопастного насоса. Определение допустимой подачи и допустимой высоты всасывания насоса. Способы увеличения допустимой подачи.

7.8 Вывод основного уравнения реактивной гидротурбины. Его разновидности и применение.

7.9 Получить теоретические характеристики гидротурбины (напор, гидравлический момент, гидравлическая мощность) в зависимости от расхода через рабочее колесо при постоянной частоте вращения. Обосновать изменение этих характеристик при других открытиях направляющего аппарата.

7.10 Формулы подобия для основных рабочих параметров в изогональных режимах работы гидротурбин, приведенные величины, коэффициент быстроходности.

7.11 Методы и средства проведения энергетических и кавитационных испытаний модельных гидротурбин.

7.12 Основное уравнение кавитации. Коэффициенты кавитации установки и турбины, способы определения и учет при проектировании ГЭС.

7.13 Вывод формулы регулирования расхода в гидротурбинах. Конструктивная реализация изменения параметров регулирования.

7.14 Рабочий процесс отсасывающей трубы реактивной гидротурбины (назначение, виды отсасывающих труб, коэффициент восстановления).

Вопрос 8. Гидравлические приводы (теоретические вопросы)

8.1. Гидропривод дроссельного регулирования с последовательной установкой дросселя. Статические и энергетические характеристики. Особенности установки дросселя на входе и выходе гидродвигателя.

8.2. Гидропривода дроссельного регулирования с параллельной установкой дросселя. Статические и энергетические характеристики. Область применения

8.3. Стабилизация скорости движения выходных звеньев исполнительных устройств гидроприводов с помощью двухлинейных регуляторов расхода. Математические модели.

8.4. Гидроприводы с трехлинейными регуляторами расхода. Принцип действия. Математические модели. Особенности применения трехлинейных регуляторов расхода

8.5. Гидроприводы с машинным управлением. Области применения. Статические и энергетические характеристики. Диапазон регулирования скорости и возможность его расширения.

8.6. Гидропривод с машинно-дроссельным управлением. Области применения. Статические и энергетические характеристики. Принцип действия регулятора насоса

8.7. Гидроприводы с электромашинным управлением. Структурная схема. статические и энергетические характеристики.

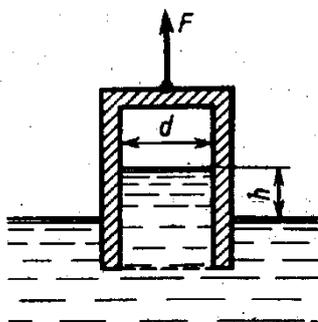
8.8. Напорные клапаны прямого и непрямого действия. Принцип действия. Области применения. Математические модели и статические характеристики

8.9. Редукционные клапаны прямого и непрямого действия. Принцип действия. Области применения. Математические модели и статические характеристики. Особенности трехлинейных редукционных клапанов

8.10. Клапаны соотношения расходов. Назначение и принцип действия. Математические модели. Статические характеристики.

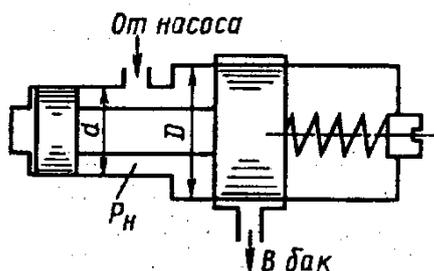
Вопрос 9. Механика жидкости и газа (практические задания)

Задача 9.1



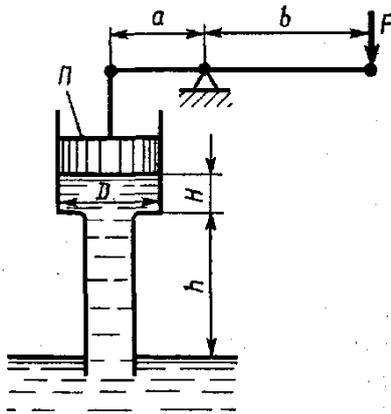
Определить абсолютное давление на поверхности жидкости в сосуде и высоту h , если атмосферное давление соответствует $h_a=740$ мм рт. ст., поддерживающая сила $F=10$ Н, вес сосуда $G=2$ Н, а его диаметр $d=60$ мм. Толщиной стенки сосуда пренебречь. Плотность жидкости $\rho=1000$ кг/м³.

Задача 9.2



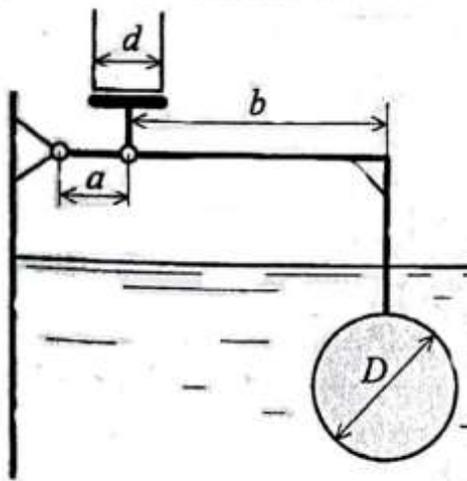
Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана (мм), обеспечивающую начало открытия клапана при $p_n=0,8$ МПа. Диаметры клапана: $D=24$ мм, $d=18$ мм; жесткость пружины $C=6$ Н/мм. Давление справа от большого и слева от малого поршней — атмосферное.

Задача 9.3



Определить силу F , необходимую для удержания в равновесии поршня П, если труба под поршнем заполнена водой, а размеры трубы: $D=100$ мм, $H=0,5$ м; $h=4$ м. Длины рычага: $a=0,2$ м и $b=1,0$ м. Собственным весом поршня пренебречь.

Задача 9.4



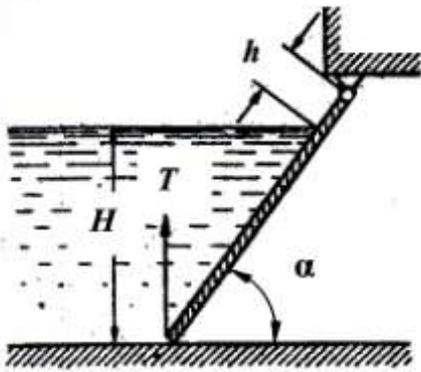
Из трубы диаметром $d = 15$ мм вода под давлением $0,25$ МПа заполняет резервуар. Определить минимально необходимый диаметр шарообразного поплавка для автоматического закрытия клапана рычажного типа, если $a = 100$ мм, $b = 0,5$ м; вес конструкции не учитывать.

Задача 9.5.



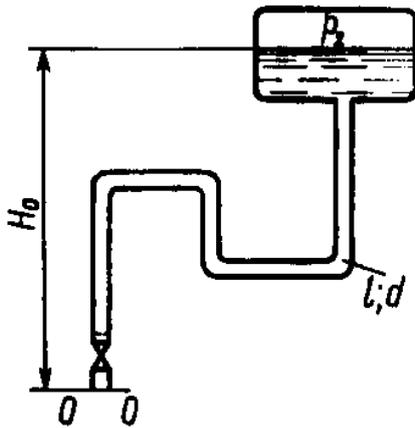
Закрытый резервуар с жидкостью плотностью $\rho = 900$ кг/м³ имеет выпускную трубу диаметром $D = 0,5$ м, перекрытую дисковым затвором. Избыточное давление в резервуаре равно $p = 8$ кПа, уровень жидкости находится над горизонтальной плоскостью, проходящей через ось затвора, на высоте $H = 0,65$ м. Найти силу давления R на затвор и момент M этой силы относительно оси поворота затвора.

Задача 9.6.



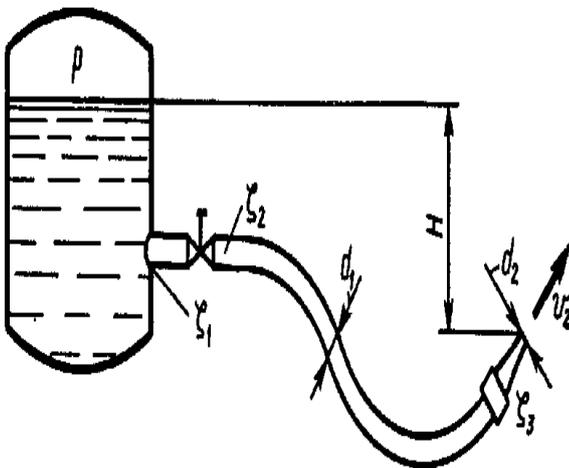
Определить силу T , необходимую для подъема шарнирного наклонного щита шириной $b = 2,5$ м, расположенного под углом $\alpha = 60$ град. В канале глубиной $H = 2,5$ м, если расстояние от уровня воды до оси шарнира равно $h = 25$ см. Собственным весом щита и трением в шарнире пренебречь.

Задача 9.7



Определить потребный напор, который необходимо создать в сечении $0-0$ для подачи в бак воды с вязкостью $\nu = 0,008$ Ст, если длина трубопровода $l = 80$ м; его диаметр $d = 50$ мм; расход жидкости $Q = 15$ л/с; высота $H_0 = 30$ м; давление в баке $p_2 = 0,2$ МПа; коэффициент сопротивления крана $\zeta_1 = 5$; колена $\zeta_2 = 0,8$, шероховатость стенок трубы $\Delta = 0,04$ мм.

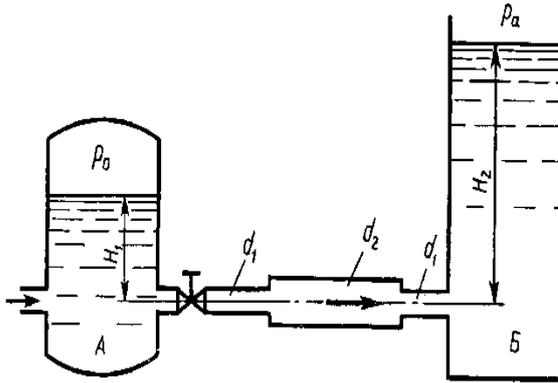
Задача 9.8



Определить давление в напорном баке p , необходимое для получения скорости истечения из брандспойта $v_2 = 20$ м/с. Длина шланга $l = 20$ м; диаметр $d_1 = 20$ мм; диаметр выходного отверстия брандспойта $d_2 = 10$ мм. Высота уровня воды в баке над отверстием брандспойта $H = 5$ м. Учтеть местные гидравлические сопротивления при входе в трубу $\zeta_1 = 0,5$; в кране $\zeta_2 = 3,5$; в брандспойте $\zeta_3 = 0,1$, который отнесен к скорости v_2 . Шланг считать гидравлически гладким ($\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$).

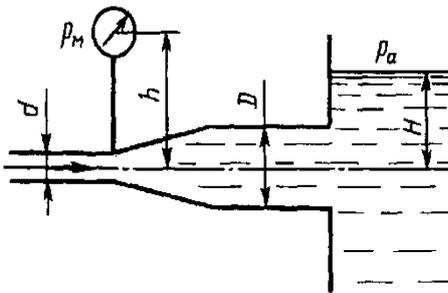
Вязкость воды $\nu = 0,01$ Ст.

Задача 9.9



Вода перетекает из напорного бака A в резервуар B через вентиль с коэффициентом сопротивления $\zeta_v=3$ по трубе. Диаметры: $d_1=40$ мм; $d_2=60$ мм. Считая режим течения турбулентным и пренебрегая потерями на трение по длине, определить расход. Учесть потери напора при внезапных сужениях и расширениях. Высоты: $H_1=1$ м, $H_2=2$ м; избыточное давление в напорном баке $p_0=0,15$ МПа.

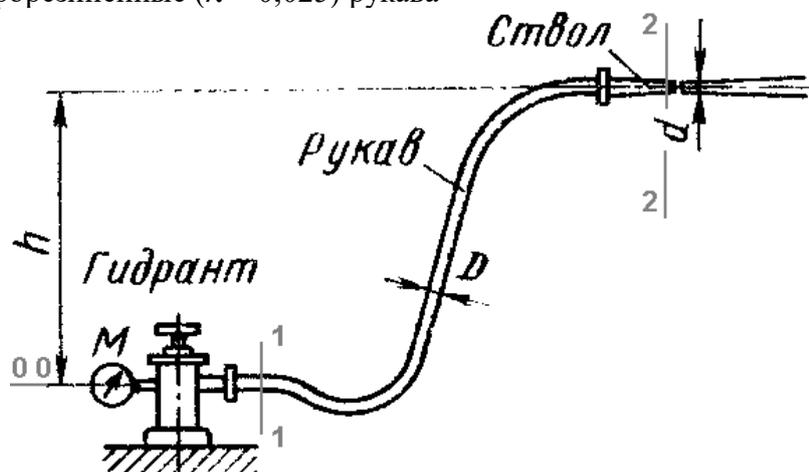
Задача 9.10



Определить расход жидкости, вытекающей из трубы диаметром $d=16$ мм через плавное расширение (диффузор) и далее по трубе диаметром $D=20$ мм в бак. Коэффициент сопротивления диффузора $\zeta=0,2$ (отнесен к скорости в трубе), показание манометра $p_m=20$ кПа; высота $h=0,5$ м; $H=5$ м; плотность жидкости $\rho=1000$ кг/м³. Учесть потери на внезапное расширение, потерями на трение пренебречь, режим течения считать турбулентным.

9.11. Пример решения задачи:

Какой предельной длины L можно сделать пожарной рукав диаметром $D=65$ мм, если при давлении $M=0,8$ МПа (по манометру на гидранте) подача через установленный на конце ствола насадок, выходной диаметр которого $d=30$ мм, должна составлять $Q=1,2$ м³/мин? Ствол поднят выше манометра на $h=10$ м; коэффициент сопротивления ствола с насадкой $\xi=0,1$ (сжатие струи на выходе отсутствует). Местные потери в рукаве не учитывать. Задачу решить, предполагая, что используются не прорезиненные ($\lambda=0,054$) и прорезиненные ($\lambda=0,025$) рукава



Решение:

Запишем уравнение Бернулли:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_c \quad (1)$$

Выберем расчетные сечения и плоскость сравнения. Тогда:

<i>Сечение 1-1</i>	<i>Сечение 2-2</i>	
$v = v_1$	$v = v_2$	
$p = p_1$	$p = p_2$	(2)
$z = 0$	$z = h$	

Из $Q = v_1 S_1 = v_2 S_2$ получаем, что $v_1 = v_2 S_2 / S_1$.

Примем коэффициенты кинетической энергии $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$.

Так как сжатие струи на выходе отсутствует, а местные потери в рукаве не учитываются, то

$$h_c = \frac{v_2^2}{2g} \left(\xi + \frac{\lambda L}{D} \frac{S_2^2}{S_1^2} \right) \quad (3)$$

учитывая (2), (3), а также, что

$S_1 = \pi D^2 / 4$, $S_2 = \pi d^2 / 4$, а $v_2 = 4Q / (\pi d^2)$, из (1) получим:

$$\frac{p_1 - p_2}{\rho g} + 8 \frac{Q^2}{\pi^2 \text{Diam}^4 g} = h + 8 \frac{Q^2}{\pi^2 d^4 g} + 8 \frac{Q^2 \left(\xi + \frac{\lambda L d^4}{\text{Diam}^5} \right)}{\pi^2 d^4 g}$$

Разрешив это уравнение относительно L, получим:

$$L = \frac{1}{8} \frac{\text{Diam} \left(D p \pi^2 \text{Diam}^4 d^4 + 8 Q^2 \rho d^4 - h \rho g \pi^2 \text{Diam}^4 d^4 - 8 Q^2 \rho \text{Diam}^4 - 8 Q^2 \rho \xi \text{Diam}^4 \right)}{Q^2 \rho \lambda d^4}$$

Отсюда, подставив числовые значения, получим ответы для обоих случаев:

$$\lambda = 0,054 \quad L = 18.54 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,025 \quad L = 40.05 \text{ м}$$

Ответ: $L = 18.54$ и 40.05 м.

Вопрос 10. Объемные гидромашины (практические задания)

Задача № 10.1

Для проектируемого ПКН ПТЗ/100, предназначенного для перекачивания минерального масла, выбрать частоту вращения вала n , об/мин, и конструкцию клапанов, одинаковых на всасывающей и нагнетательной линиях. Рассчитать высоту подъема клапана h_{\max} .

Задача № 10.2

Коэффициент подачи ПКН определяется по следующей формуле

$$K_Q = \eta_o - K_{\text{газ}} - K_{\text{сж}}. \quad (1)$$

Поясните смысл каждого члена формулы (1), как они определяются?

Задача № 10.3

Исходная формула для определения диаметра плунжера D и его хода S трехплунжерного ПКН является следующая:

$$Q = zFSnK_Q/60$$

Поясните, как из этой формулы определить D и S если задана подача Q .

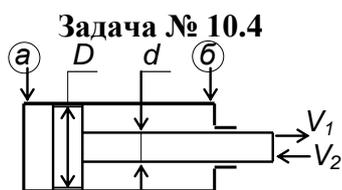


Рис. 10.4

Для гидроцилиндра с размерами, показанными на рис. 10.4, и площадями сечений: поршня $F=\pi D^2/4$ и штока $f=\pi d^2/4=0,25F$ определить все возможные скорости V движения выходного звена при постоянном расходе рабочей жидкости Q . Указать максимальное и минимальное значения скорости V .

Задача № 10.5

ПКН марки ПТ 2/100 имеет частоту вращения $n=250$ об/мин и допустимую высоту всасывания при нормальных условиях (на уровне моря) $H_{с,доп}=+2$ м.

Будет ли работать этот насос на высоте установки при отметке местности $\nabla=1800$ м над уровнем моря или что-то придется изменить?

Задача № 10.6

Какая формула является исходной для расчета трехвинтового насоса при заданных исходных параметрах: Q , p_n и n ?

Задача № 10.7 Пример решения задачи

Для проектируемого ПКН ПТ 2,5/120, предназначенного для перекачивания воды со взвесями, выбрать частоту вращения вала n , об/мин, и конструкцию клапанов, одинаковых на всасывающей и нагнетательной линиях. Определить высоту подъема клапана h_{max} .

РЕШЕНИЕ

Частоту вращения вала n поршневого кривошипного насоса (ПКН) марки ПТ 2,5/120 (т. е. Поршневой Трехплунжерный, подача $2,5$ м³/час; давление нагнетания 120 кгс/см²= 12 МПа) выбирают в пределах $n = 100-750$ об/мин, причем при перекачивании загрязненных жидкостей, а также вязких жидкостей типа минерального масла ограничиваются $n \leq 500$ об/мин. При перекачивании чистых жидкостей или маловязких типа чистой воды, в том числе морской, можно выбрать n до 750 об/мин.

По конструкции клапан для жидкостей со взвесями выбирают конический с углом наклона образующей 45° , а для чистых жидкостей – плоский тарельчатый, или кольцевой.

Максимальную высоту подъема клапана h_{max} определяют из критерия безударной работы клапана $nh_{max} = 600-1200$, причем нижние значения для грузовых клапанов, верхние значения – для пружинных, а чем выше n , тем больше nh_{max} .

Выбираем:

$$n = 450 \text{ об/мин}; \quad nh_{max} = 900.$$

Вычисляем

$$h_{max} = nh_{max}/n = 900/450 = 2 \text{ мм}.$$

Ответ

$$\underline{h_{max} = 2 \text{ мм}}$$

Вопрос 11. Лопастные гидромашины (практические задания)

Задача 11.1

Определить напор насоса К 100-80-160 при перекачке воды с расходом $90 \text{ м}^3/\text{час}$ при следующих условиях:

- показания манометра, присоединенного к выходному патрубку насоса через заполненную водой соединительную трубку и установленного на высоте $z_2 = 0,8 \text{ м}$ от оси насоса, $p_2 = 0,27 \text{ МПа}$;
- показания манометра, присоединенного к выходному патрубку насоса через заполненную воздухом соединительную трубку, $p_1 = - 0,05 \text{ МПа}$;

Задача 11.2

Определить напор насоса К 200-150-315 при перекачке воды с расходом $300 \text{ м}^3/\text{час}$ при следующих условиях:

- показания манометра, присоединенного к выходному патрубку насоса через заполненную водой соединительную трубку и установленного на высоте $z_2 = 0,7 \text{ м}$ от оси насоса, $p_2 = 0,32 \text{ МПа}$;
- показания манометра присоединенного к входному патрубку насоса через заполненную водой соединительную трубку и установленного на высоте $z_1 = 0,2 \text{ м}$ от оси насоса, $p_1 = 0,03 \text{ МПа}$.

Задача 11.3

Определить допустимую частоту вращения консольного насоса перекачивающего воду из открытого резервуара с расчетной подачей $180 \text{ м}^3/\text{час}$ и высотой всасывания $+ 4,4 \text{ м}$. Принять, что потери во всасывающем трубопроводе не превышают $1,0 \text{ м}$.

Задача 11.4

На ГЭС с расчетным напором турбины $= 36,7 \text{ м}$ установлены гидротурбины единичной мощности 46 МВт .

Параметры оптимального режима приведены ниже:

- КПД $= 0,94$;
- $ns = 520 \text{ об/мин}$; - $n_1' = 132 \text{ об/мин}$.

Определить частоту вращения турбины, диаметр рабочего колеса, и величину приведенного расхода.

Задача 11.5

Известна характеристика насоса при частоте вращения n . Как определить частоту вращения n_1 , если необходимо, чтобы напорная характеристика насоса прошла через точку А, не лежащую на заданной зависимости $H_{сет} = f(Q)$, причем $H_{сет} \neq 0$? Определите КПД насоса в этом режиме (при работе в точке А). Как рассчитать мощность насоса при работе в этом режиме?

Задача 11.6

При реконструкции малой ГЭС её располагаемый напор будет увеличен с 3,0 до 4,3 м. Предполагая, что расход реки достаточен, определить расчетную мощность и число оборотов нового генератора при сохранении кинематически подобного режима существующей гидротурбины, имевшей следующие режимные параметры:

$$N = 350 \text{ кВт};$$

$$Q = 14 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$n = 125 \text{ об/мин.}$$

Определить также КПД агрегата и требуемый расход турбины.

Задача 11.7

Рабочие колеса двух центробежных насосов имеют одинаковые размеры и формы меридианных сечений, но разное количество лопастей (одинаковой формы). Как повлияет это обстоятельство на параметры и напорную характеристику этих насосов?

Задача 11.8

Известно, что температура перекачиваемой насосом жидкости в процессе эксплуатации может изменяться. Как должно учитываться это обстоятельство при выборе отметки расположения насоса?

Задача 11.9

Давление над свободной поверхностью жидкости во всасывающем резервуаре в процессе эксплуатации изменяется, прочие параметры концевых элементов гидросистемы неизменны. Как следует учитывать это обстоятельство при проверке условий бескавитационной работы насоса? Повлияют ли эти изменения на расход в гидросистеме? Пояснить ответ с помощью графических иллюстраций

Задача 11.10

Давление над свободной поверхностью жидкости в напорном резервуаре в процессе эксплуатации существенно изменяется. Как следует учесть это обстоятельство при проверке условий бескавитационной работы насоса? Повлияют ли эти изменения на расход в гидросистеме? Пояснить ответ с помощью графических иллюстраций.

Пример расчета для задачи 11.2

Напор насоса есть разность полных удельных энергий между выходным и входным патрубками насоса.

$$H = E_{\text{вых}} - E_{\text{вх}}$$

$$E = Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (\text{в метрах столба перекачиваемой жидкости})$$

(значения α в обоих сечениях следует принять одинаковыми и равными 1).

Указания к расчету:

1. Плоскость отсчета Z обычно назначается на оси насоса. Соответственно, показания приборов измерения давления, которые тарируются по торцу их присоединительных штуцеров, следует пересчитать в метры столба жидкости и привести к этой плоскости сравнения, учитывая заполняющую соединительные трубки среду.

2. Скорость жидкости во входном и выходном патрубках насоса рассчитывается по соответствующим диаметрам, указанным в марке насоса.

$$E_{\text{ВЫХ}} = 0,7 + \frac{0,32 \cdot 10^6}{\rho g} + \left(\frac{\frac{300}{3600}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,15^2} \right)^2 \frac{1}{2g} = 34,43 \text{ м}$$

$$E_{\text{ВХ}} = 0,2 + \frac{0,03 \cdot 10^6}{\rho g} + \left(\frac{\frac{300}{3600}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,2^2} \right)^2 \frac{1}{2g} = 3,62 \text{ м}$$

$$H = E_{\text{ВЫХ}} - E_{\text{ВХ}} = 30,81 \text{ м}$$

Пример расчета для задачи 11.4

Указания к расчету:

1. Из формулы для коэффициента быстроходности можно определить частоту вращения турбины

$$n_s = 1,167 * n * \frac{(N_{\text{КВТ}})^{0,5}}{(H)^{5/4}};$$

$$n = 520 * \frac{(36,7)^{5/4}}{1,167 * (46000)^{0,5}} = 187,7 \text{ об/мин}$$

2. Из формулы для приведенных чисел оборотов можно определить диаметр рабочего колеса

$$n'_l = \frac{n * D}{(H)^{0,5}};$$

$$D = \frac{132 * (36,7)^{0,5}}{187,7} = 4,26 \text{ м}$$

3. Из формулы мощности определяем расход агрегата и величину приведенного расхода

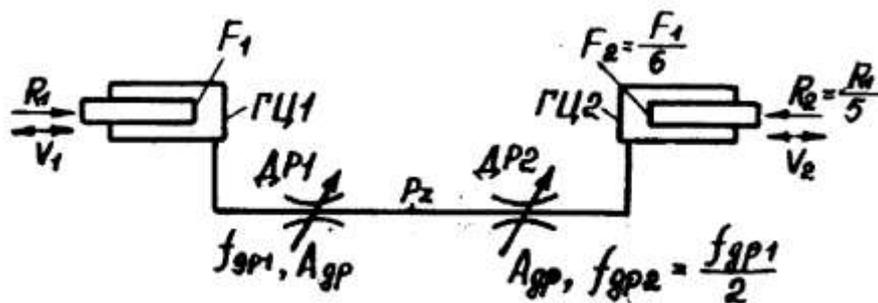
$$N = \rho * g * Q * H * \eta \text{ (Вт)}$$

$$Q = \frac{(46 * 10^6)}{1000 * 9,81 * 36,7 * 0,94} = 136 \frac{\text{м}^3}{\text{сек}}$$

$$Q'_l = \frac{Q}{D^2 * (H)^{0,5}} = 1,23 \frac{\text{м}^3}{\text{сек}}$$

Вопрос 12. Гидравлические приводы (практические задания)

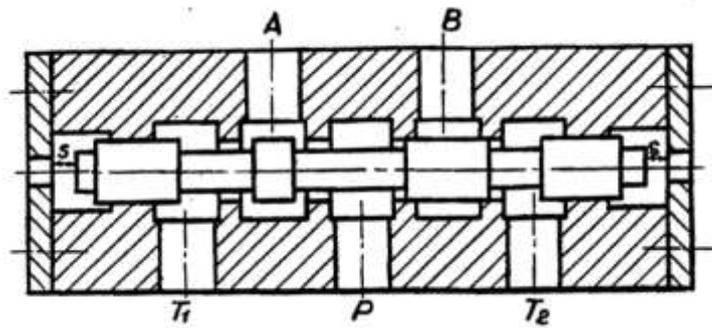
Задача 12.1.



Дано: $R_1, F_1, A_{оп}, f_{оп1}$

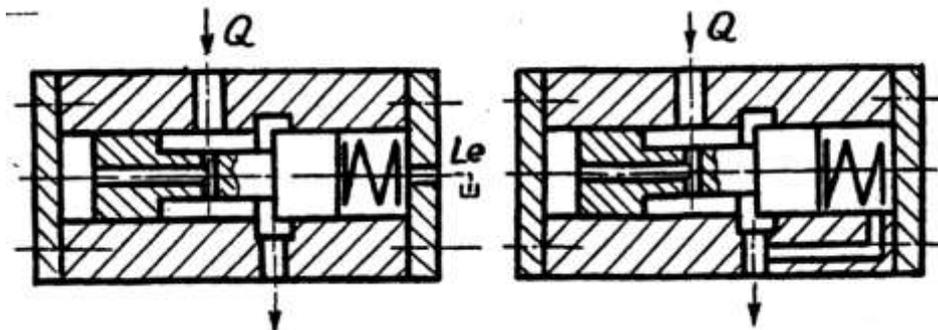
Найти: p_z , направление и величину скоростей v_1 и v_2 .

Задача 12.2.



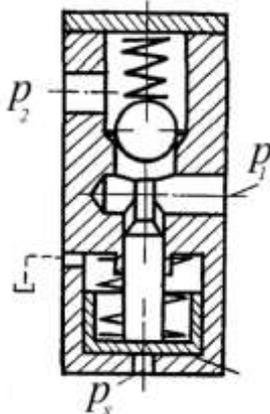
Укажите наименование и назначение устройства. Приведите его условное обозначение. Обозначьте гидрелинии.

Задача 12.3.



Приведите условные обозначения обоих изображенных устройств. Укажите их наименование и опишите все функциональные сходства и различия

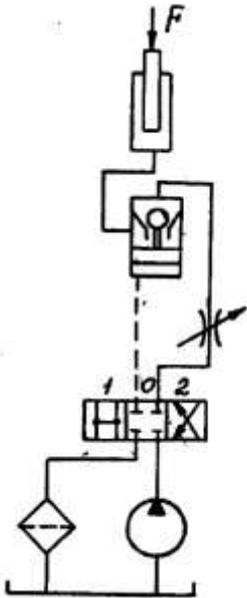
Задача 12.4.



Какое устройство изображено на рисунке?

Укажите его функциональное назначение и приведите пример применения

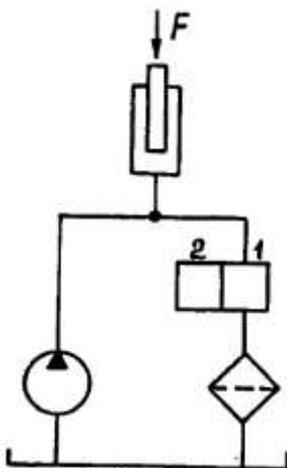
Задача 12.5



Исправить и дополнить схему, обеспечив работоспособность привода и выполнение следующего цикла:

1. Движение вверх с максимальной скоростью независимо от открытия дросселя
2. Останов и надежное стопорение плунжера с одновременной разгрузкой насоса
3. Опускание с регулируемой скоростью

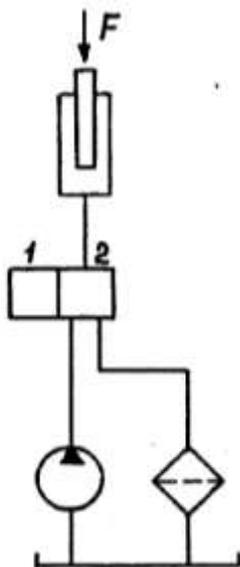
Задача 12.6.



Дополнить схему, обеспечив выполнение следующих требований:

1. В позиции 1 распределителя плунжер движется вверх с максимальной скоростью независимо от открытия дросселя
2. В позиции 2 распределителя плунжер движется вниз с регулируемой скоростью, обеспечиваемой дросселем
3. Управление – электромагнитное.
4. При самопроизвольном отключении электромагнита плунжер должен перемещаться вверх

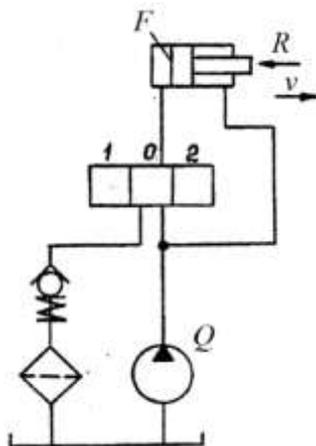
Задача 12.7.



Дополнить схему, обеспечив ее работоспособность и выполнение следующих требований:

1. В позиции 1 обеспечить подъем с максимально возможной скоростью
2. В позиции 2 обеспечить опускание с регулированием скорости и разгрузкой насоса
3. Управление – электромагнитное
4. При самопроизвольном отключении электромагнита плунжер должен автоматически опускаться вниз

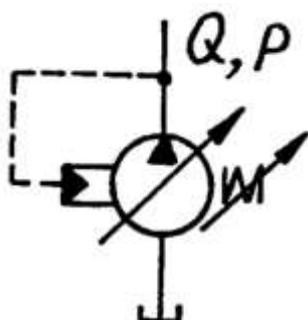
Задача 12.8.



Дополнить схему, обеспечив ее работоспособность и выполнение следующих требований:

1. В позиции 0 обеспечить стопорение поршня с разгрузкой насоса
2. В позиции 1 обеспечить перемещение поршня влево с регулированием скорости
3. В позиции 2 обеспечить быстрое перемещение вправо со скоростью $v > Q/F$

Задача 12.9.



Охарактеризуйте насос, имеющий данное обозначение. Какие преимущества и недостатки дает применение данного насоса? Приведите качественно его характеристику $Q = f(p)$

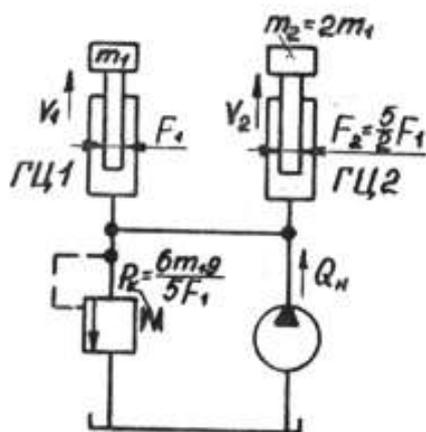
Задача 12.10.

Изобразить гидравлическую схему привода, обеспечивающего поступательное перемещение рабочего органа по следующему циклу:

1. Перемещение вправо с бесступенчато регулируемой скоростью, не зависящей от нагрузки
2. Стопорение выходного звена с обеспечением разгрузки насоса
3. Быстрое перемещение влево

Задача 12.11 Пример решения задачи

Дано: m_1, F_1, Q_n . Оба плунжера находятся в нижнем положении.



Движутся ли оба плунжера одновременно или последовательно?

Найти скорости движения плунжеров v_1, v_2 .

Обеспечивается ли движение обоих плунжеров давлением p_k ?

Согласно рисунку гидроцилиндры включены параллельно, поэтому плунжеры двигаются последовательно друг за другом.

Левый плунжер начнет движение после того, как рабочее давление достигнет

величины

$$p_1 = \frac{m_1 g}{F_1}.$$

Аналогично движение правого плунжера начнется, если рабочее давление достигнет

$$p_2 = \frac{m_2 g}{F_2} = \frac{2m_1 g}{5/2F_1} = \frac{4m_1 g}{5F_1}.$$

Очевидно $p_1 > p_2$.

В начале работы плунжеры неподвижны. Жидкость, подаваемая насосом, начинает сжиматься, давление в системе начинает повышаться. При достижении давления величины p_2 начнется движение плунжера правого гидроцилиндра. Этого давления недостаточно для работы левого гидроцилиндра. При этом вся подача насоса поступает в правый гидроцилиндр. Скорость движения его плунжера равна

$$v_2 = \frac{Q_H}{F_2} = \frac{2Q_H}{5F_1}.$$

Пока двигается плунжер давление за насосом не меняется. После достижения упора и остановки, давление за насосом начнет повышаться. Когда оно достигнет давления p_1 , начнется движение плунжера левого гидроцилиндра.

Скорость движения левого плунжера равна

$$v_1 = \frac{Q_H}{F_1}.$$

Движение плунжеров обеспечивается давлением настройки клапана, поскольку оно больше p_1 и p_2 .

Вопрос 13. Задачи по курсу УТС

Предлагаемые задачи имеют принципиально разносторонний и качественный характер, а потому - не требуют примера образцового решения. Далее под s понимается, естественно, либо оператор дифференцирования d/dt , либо комплексная переменная $s = a + i\omega$

13.1. Построить качественно логарифмические амплитудно-частотные характеристики динамического звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{k}{s(Ts+1)}$$

13.2. На основании алгебраического критерия Гурвица установить условия устойчивости САР, характеристический полином которой

$$D(s) = a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3$$

13.3. Построить качественно переходную характеристику динамического звена, описываемого уравнением

$$(T_2^2 s^2 + T_1 s + 1)x_2(t) = k \mathbf{1}(t), T_2 = 1c, T_1 = 3c, k = 2$$

13.4. Построить качественно переходную характеристику динамического звена, описываемого уравнением

$$(T_2^2 s^2 + T_1 s + 1)x_1(t) = \mathbf{1}(t), T_2 = 1c, T_1 = 1c$$

13.5. Для динамического звена с передаточной функцией $W(s) = \frac{0,5}{s+1}$ получить аналитическое выражения для переходной составляющей решения.

13. 6. Устойчива ли САР, характеристический полином которой имеет вид

$$Q(s) = s^4 + 0,2s^3 - 1,2s^2 + 3s + 5$$

13.7. Построить качественно логарифмические частотные характеристики пассивного динамического звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{T_1 s + 1}{T_2 s + 1}, \quad T_1 < T_2$$

13.8. Построить качественно логарифмические частотные характеристики пассивного динамического звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{T_1 s + 1}{T_2 s + 1}, \quad T_1 > T_2$$

13.9. Построить качественно логарифмические частотные характеристики пассивного динамического звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{T_1 s + 1}{T_3 s + 1} \frac{T_2 s + 1}{T_4 s + 1}, \quad T_3 < T_1 < T_2 < T_4$$

Пример решения задачи 13.10

Устойчива ли САР, характеристический полином которой имеет вид

$$D(s) = s^4 + 0,7s^3 + 2,1s^2 + 0,3s + 1$$

Пример решения задачи, тип которой содержится в ряде далее сформулированного задания.

Построить частотные логарифмические характеристики динамического звена (д.з.), имеющего передаточную функцию (п.ф.)

$$W(s) = \frac{ks}{1 + Ts}$$

Решение: Данное д.з. – дифференцирующее 1-го порядка.

Переходим к частотной п.ф., принимая $s = i\omega$

$$W(i\omega) = \frac{i k \omega}{1 + iT\omega}$$

Модуль частотной п.ф. и ее аргумент (фаза)

$$A(\omega) = \frac{k|\omega|}{\sqrt{1 + T^2\omega^2}}, \quad \varphi(\omega) = \text{arctg} T\omega$$

ЛАЧХ: $L(\omega) = 20 \lg k + 20 \lg \omega - 20 \lg \sqrt{1 + T^2\omega^2}$

Асимптотическая ЛАЧХ:

$$L_1(\omega) = 20(\lg k + \lg \omega), \quad 0 < \omega < \frac{1}{T}$$

$$L_2(\omega) = 20 \lg \frac{k}{T}$$

$$\text{сопрягающая частота } \omega_c = \frac{1}{T} \quad \text{частота среза } \omega_{cp} = \frac{1}{k}$$

В результате имеем:

