

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики

Кафедра гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

Быкадоров В.В.

« 16 » 02 2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине

«Гидромеханические процессы в элементах и системах  
гидропневмоавтоматики»

01.03.03 Механика и математическое моделирование

«Механика деформируемых тел и сред»

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент  Бугаенко В.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой  Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Гидромеханические процессы в элементах и системах ГПА»**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа:**

*Выбрать один правильный ответ*

1. Уравнение неразрывности для элементарной струйки газа имеет вид:

А)  $\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2$ ;

Б)  $v_1 F_1 = v_2 F_2$ ;

В)  $\rho_1 v_1 F_1 = \rho_2 v_2 F_2$ ;

Г)  $\rho_1 v_1 T_1 = \rho_2 v_2 T_2$ .

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Уравнение постоянства расхода газа в дифференциальной форме имеет вид:

А)  $\frac{dG}{G} = \frac{dv}{\rho} + \frac{d\rho}{v} + \frac{dF}{F}$ ;

Б)  $\frac{dG}{G} = \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} + \frac{dF}{F}$ ;

В)  $\frac{dG}{G} = \frac{dv}{v} + \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dF}{F}$ ;

Г)  $\frac{dG}{G} = \frac{dv}{G} + \frac{d\rho}{G} + \frac{dF}{F}$ ;

Д)  $\frac{dG}{G} = \frac{dv}{\rho v} + \frac{d\rho}{v\rho} + \frac{dF}{vF}$ ;

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Формула для определения коэффициента объёмного сжатия имеет вид:

А)  $\beta_p = \frac{dV}{dp} \frac{1}{V}$ ;

Б)  $\beta_p = -\frac{dV}{dp} \frac{1}{V}$ ;

В)  $\beta_p = -\frac{dp}{dV} \frac{1}{p}$ ;

Г)  $\beta_p = \frac{dp}{dV} \frac{1}{p}$ .

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Обобщённый закон Гука имеет вид:

А)  $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta p}{K}$ ;

Б)  $\frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta p}{K}$ ;

В)  $\frac{\Delta V}{V} = -\frac{K}{\Delta p}$

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

*Выберите все правильные варианты ответов*

5. Перечислите основные параметры потока газа:

А) Скорость;

Б) Давление;

В) температура;

Г) Плотность;

Д) Вязкость;

Е) Влажность.

Правильный ответ: А, Б, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

### **Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

*Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

1. Установите соответствие уравнений и названий термодинамических процессов

1)  $pV = const$

А) политропный

2)  $pV^k = const$

Б) изобарный

3)  $pV^n = const$

В) изохорный

4)  $\frac{p}{T} = const$

Г) адиабатный

5)  $\frac{V}{T} = const$

Д) изотермический

Правильный ответ:

1

2

3

4

5

Д

Г

А

В

Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Установите соответствие между формулами и наименованием физических величин.

1) Число Маха

А)  $\sqrt{\frac{2k}{k+1}RT^*}$

2) Скорость звука

Б)  $\frac{v}{a}$

3) Скорость звука для критического режима

В)  $a^* \sqrt{\frac{2}{k-1}}$

4) Максимальная скорость истечения газа

Г)  $\sqrt{kRT}$

Правильный ответ:

1

2

3

4

Б

Г

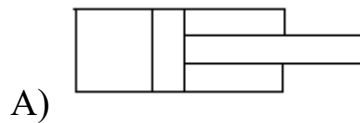
А

В

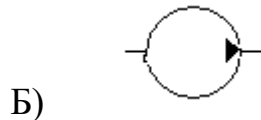
Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Установите соответствие между названием устройства и его условным обозначением.

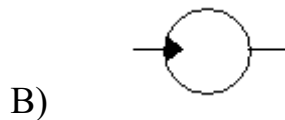
1) Насос



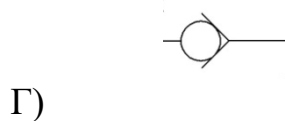
2) Гидромотор



3) Обратный клапан



4) Гидроцилиндр



Правильный ответ:

1

2

3

4

Б

В

Г

А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

Technical diagram of a three-way valve in cross-section. The valve is mounted in a housing. It features a central vertical passage and two side passages. A piston (1) is located in the central passage, controlled by a spring (2) and a lever (3). The lever is actuated by a signal (4) from a control system (5). The valve is connected to three ports: port 1 (top), port 2 (right), and port 3 (left). The diagram shows the flow of fluid ( $Q$ ) from port 2 to port 3, with a pressure drop ( $p_1$  to  $p_2$ ) and a flow rate ( $Q$ ). The valve is labeled with dimensions  $d_{A,A}$ ,  $d_{K,R}$ ,  $d_{A,y}$ , and pressures  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ .

А) Давление в полости А снижается по отношению к давлению  $p_1$  из-за потерь давления на дросселе 2;  
Б) Появляется небольшой расход через дроссели 2 и 1;  
В) При повышении давления, выше давления настройки, открывается управляющий клапан 7;  
Г) На главный клапан 3 начинает действовать сила, обусловленная разностью давлений  $p_1 - p_3$ ;  
Д) Появляется расход жидкости  $Q$  в направлении сливного канала.  
Е) Клапан 3 поднимается, преодолевая силу сжатой пружины 4;  
Правильный ответ: В, Б, А, Г, Е, Д.  
Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

А) Рассчитываются характеристики установившихся режимов работы ОГП, определяются параметры работы на каждом этапе рабочего цикла.

Б) Выполняется предварительный расчет и выбираются конкретные гидромашины и гидроаппаратура.

В) Выполняется тепловой расчет,

Г) Рассчитывается КПД гидропривода.

Правильный ответ: Б, А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Установите правильную последовательность работы элементов редуктора воздушно-дыхательного аппарата, изображённого на рис. 2, при его эксплуатации.

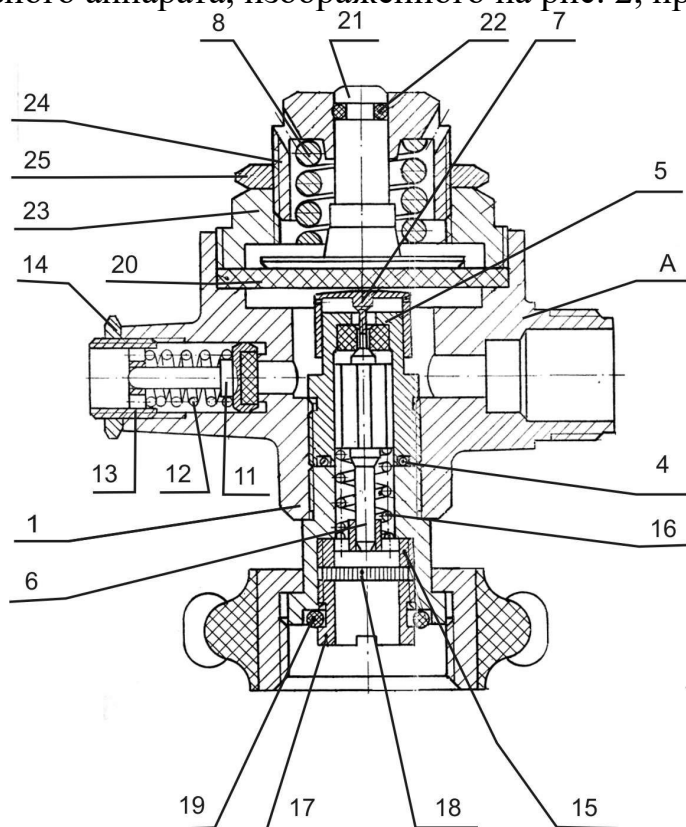


Рис.2.

А) При отсутствии расхода воздуха через штуцер А, мембрана 20 под воздействием давления воздуха находится в крайнем верхнем положении, клапан 6, под воздействием давления воздуха высокого давления и пружины 16, прижат к седлу 5, давление в камере редуктора, при этом, равно максимальному значению, которое определяется предварительным сжатием пружины 8;

Б) Мембрана 20, под воздействием пружины 8, перемещается;

В) При появлении расхода воздуха через штуцер А, давление в камере редуктора снижается;

Г) Мембрана 20, через толкатель 7, воздействует на клапан 6 и перемещает его, открывая проход для воздуха из баллонов;

Д) В камере редуктора создаётся давление, величина которого зависит от степени первоначального сжатия пружины 8 и количества воздуха, расходуемого через штуцер А;

Е) Мембрана 20 перемещается, сжимая пружину 8;

Ж) При прекращении расхода воздуха из камеры, редуктора давление в камере редуктора под мембраной повышается;

З) Клапан 6, под воздействием пружины 16 и давления воздуха в баллоне, прижимается к седлу и расход воздуха полностью прекращается.

Правильный ответ: А, В, Б, Г, Д, Ж, Е, З.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

**Задания открытого типа**

## Задания открытого типа на дополнение

*Вставьте пропущенное слово (словосочетание)*

1. Гидроаппаратами называют устройства, служащие для \_\_\_\_\_ потоками жидкости.

Правильный ответ: управления

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.1 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

2. Основным назначением гидрораспределителей является изменение, согласно внешнему управляющему воздействию, \_\_\_\_\_ движения потоков жидкости в нескольких гидролиниях.

Правильный ответ: направления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.1 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

3. Клапаны — устройства, способные \_\_\_\_\_ проходную площадь, пропускающую поток, под его воздействием.

Правильный ответ: изменять

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.1 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

4. Дроссели — регулирующие устройства, способные устанавливать определенную связь между \_\_\_\_\_ до и после дросселя и пропускаемым расходом.

Правильный ответ: перепадом давления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

5. Гидрораспределители разделяют по типу \_\_\_\_\_ элементов на золотниковые, крановые и клапанные.

Правильный ответ: запорно-регулирующих.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.1 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

6. Одним из основных критериев при выборе предохранительного клапана является вид его \_\_\_\_\_ характеристики.

Правильный ответ: статической.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

## Задания открытого типа с кратким свободным ответом

*Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

1. Демпфирующими силами в гидроаппаратах являются силы \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: трения и силы давления/ давления и силы трения.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. В различных системах, обладающих различными объемами, длинами и жесткостью трубопроводов, и характеристиками гидродвигателей, характеристики переходных процессов одного и того же гидроаппарата \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: различны/ отличаются.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Важным требованием к гидроаппаратам сводится к обеспечению их удовлетворительной работоспособности в необходимом \_\_\_\_\_ температур.

Правильный ответ: диапазоне/ интервале.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Большую опасность гидроудар представляет для \_\_\_\_\_ трубопроводов, поскольку в стационарных условиях они работают при низких давлениях и трубы для них выбирают из этих соображений.

Правильный ответ: отводящих/ сливных.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

### **Задания открытого типа с развёрнутым ответом**

1. Определите параметры работы гидропривода: давление на выходе насоса, величину подачи насоса, расход рабочей жидкости через гидродвигатель, расход рабочей жидкости через предохранительный клапан при расположении характеристик насоса, предохранительного клапана и системы гидропривода, изображённых на рис.3.



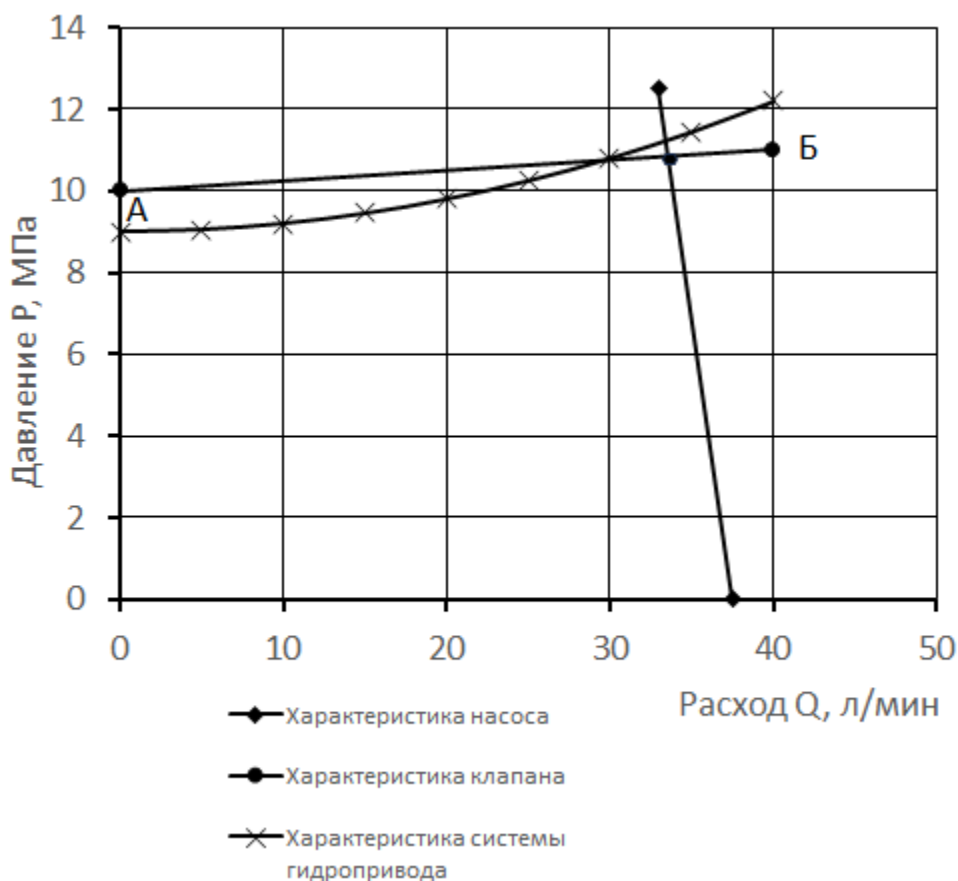


Рис.3

Привести расширенное решение.

Время выполнения 35 минут.

Ожидаемый результат:

Для определения параметров работы гидропривода необходимо построить линию, определяющую режим совместной работы насоса и предохранительного клапана. Построение проведём упрощённой процедуре. На график характеристики насоса наносим точку Д, ордината которой соответствует ординате точки А характеристики предохранительного клапана. На ось ординат наносим точку В, ордината которой соответствует ординате точки пересечения характеристики насоса с характеристикой предохранительного клапана. Линия ДВ отражает режим совместной работы насоса и предохранительного клапана. Точка пересечения (Г) линии ДВ с характеристикой системы гидропривода определяет режим работы гидропривода. Ордината точки Г определяет величину давления на выходе насоса. Абсцисса точки Г определяет расход рабочей жидкости через гидродвигатель. Ордината точки Л соответствует величине давления на выходе насоса, а абсцисса определяет подачу насоса при данном давлении. Разность абсцисс точек Л и Г определяет расход рабочей жидкости через предохранительный клапан при данном давлении на выходе насоса.

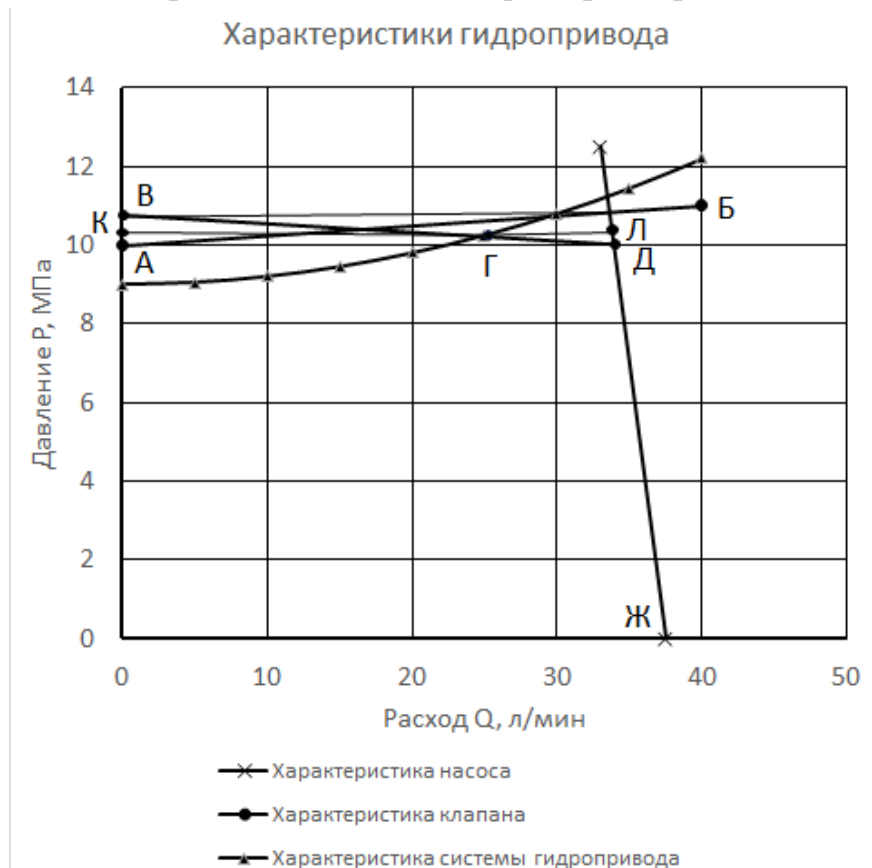
Определяем по диаграмме:

А) Давление на выходе насоса  $p \approx 10,3 \text{ МПа}$ ;

Б) Величина подачи насоса при данном давлении  $Q_n \approx 34 \text{ л / мин}$ ;

В) Расход рабочей жидкости через гидродвигатель  $Q_{гд} \approx 25 \text{ л / мин}$ ;

Г) Расход рабочей жидкости через предохранительный клапан  $Q_{\text{кл}} \approx 9 \text{ л / мин}$



Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше результату.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Составить уравнение движения поршня гидроцилиндра (рис. 4).

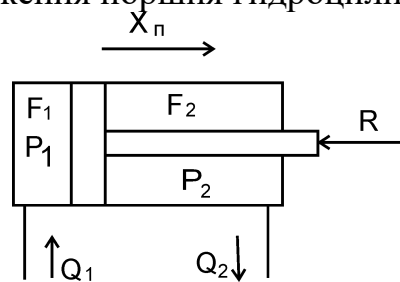


Рис. 4.

Привести расширенное решение.

Время выполнения 25 минут.

Ожидаемый результат:

Уравнение движения поршня гидроцилиндра составим согласно второму закону Ньютона:

$$m_{\text{п}} \frac{d^2 x_{\text{п}}}{dt^2} = p_1 F_1 - p_2 F_2 - R - k \frac{dx_{\text{п}}}{dt},$$

где:  $m_{\text{п}}$  - масса поршня и присоединённых к нему частей;

$k$  - коэффициент жидкостного трения;

$p_1$  и  $p_2$  давление в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра, соответственно;

$F_1$  и  $F_2$  - площадь поршня в поршневой и штоковых полостях, соответственно;

$R$  - усилие нагрузки;

$x_{\Pi}$  - перемещение поршня.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше результату.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Составить уравнения расходов для поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра (рис. 5).

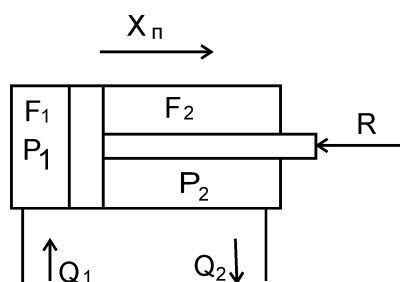


Рис. 5.

Привести расширенное решение.

Время выполнения 25 минут.

Ожидаемый результат:

Уравнения расходов составим с учётом сжимаемости жидкости:

$$Q_1 = F_1 \frac{dx_{\Pi}}{dt} + \frac{F_1 x_{\Pi}}{K} \frac{dp_1}{dt},$$

$$Q_2 = F_2 \frac{dx_{\Pi}}{dt} - \frac{F_2 x_{\Pi}}{K} \frac{dp_2}{dt}$$

где:  $F_1$  и  $F_2$  - площадь поршня в поршневой и штоковых полостях, соответственно;

$x_{\Pi}$  - перемещение поршня;

$p_1$  и  $p_2$  давление в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра, соответственно;

$K$  – модуль упругости жидкости.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше результату.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Составить математическая модель рабочего процесса редуктора дыхательного аппарата (рис.6).

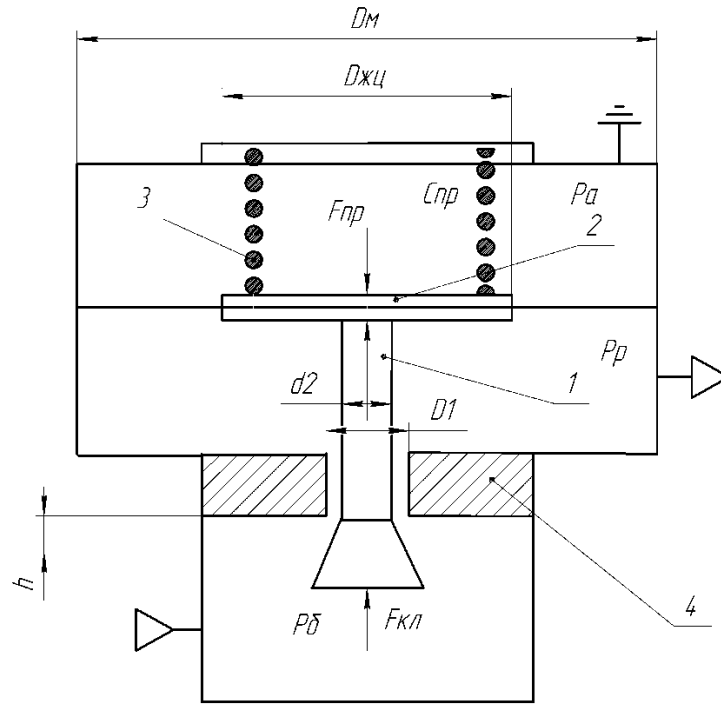


Рис. 6.

Привести расширенное решение.

Время выполнения 35 минут.

Ожидаемый результат:

Уравнение движения клапана редуктора можно представить в виде:

$$m_{\text{кл}} \frac{d^2 h}{dt^2} = F_{\text{нр}} + p_a S_{\text{мэ}} - p_p (S_{\text{мэ}} - S_{\text{с.кл}}) - p_{\text{б}} S_{\text{с.кл}} - F_{\text{тр}},$$

где:  $m_{\text{кл}}$  – масса клапана редуктора и присоединённых к нему частей, кг;

$h$  – перемещение клапана редуктора, м;

$F_{\text{нр}}$  – сила пружины, Н;

$p_a$  – атмосферное давление, Па;

$p_p$  – абсолютное давление в рабочей камере редуктора, Па;

$S_{\text{мэ}}$  – эффективная площадь мембраны, м<sup>2</sup>;

$p_{\text{б}}$  – абсолютное давление в баллонах дыхательного аппарата, Па;

$S_{\text{с.кл}}$  – площадь седла клапана,  $S_{\text{с.кл}} = \frac{\pi D_1^2}{4}$ , м<sup>2</sup>;

$F_{\text{тр}}$  – сила трения подвижных элементов редуктора о направляющие, Н.

Сила, действующая со стороны пружины на клапан:

$$F_{\text{нр}} = c_{\text{нр}} (h_0 + h),$$

где:  $c$  – жёсткость пружины, Н/м;

где  $F_{\text{тр}0}$  – абсолютная величина силы трения в направляющих подвижных элементов редуктора, Н.

Уравнение баланса расходов:

$$G_r - G_{\text{л}} = \frac{W_r}{kRT_B} \frac{dp_p}{dt},$$

где:  $G_r$  – расход воздуха, поступающий в рабочую камеру редуктора из баллонов, кг/с;

$G_{\text{л}}$  – расход воздуха истекающий из камеры редуктора, кг/с;

$W_r$  – объём рабочей камеры редуктора и присоединённого к нему трубопровода, м<sup>3</sup>;

$k$  – показатель адиабаты;

$R$  – газовая постоянная для воздуха  $R = 287 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;

$T_B$  – температура воздуха в баллонах, К;

$t$  – время протекания процесса, с.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше результату.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине *«Гидромеханические процессы в элементах и системах гидроневмоавтоматики»* соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с<br>расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |