# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Динамика и регулирование гидропневмосистем»

### Задания закрытого типа

#### Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Какое уравнение используется для описания расхода через гидравлический дроссель:

А) уравнение неразрывности

Б) уравнение Бернулли

В) уравнение Дарси-Вейсбаха

Г) уравнение сохранения энергии

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Выберите один правильный ответ

Какое уравнение описывает динамику поршня как отдельного элемента:

А) второй закон Ньютона

Б) закон Гука

В) закон Ома

Г) закон Архимеда

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. Выберите один правильный ответ

Что учитывается при моделировании пневмоцилиндра:

А) только изменение давления в цилиндре

Б) только перемещение поршня

В) изменение давления и перемещение поршня

Г) только температура газа в цилиндре

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. Выберите один правильный ответ

Какие параметры трубопровода влияют на инерционность жидкости:

А) только длина

Б) только диаметр

В) длина и диаметр

Г) только материал трубопровода

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Определение целей моделирования | А) | Представление уравнений в виде компьютерной программы |
| 2) | Составление уравнений | Б) | Проверка адекватности модели экспериментальным данным |
| 3) | Реализация модели | В) | Формулировка задач, которые должна решать модель |
| 4) | Валидация модели | Г) | Выражение законов физики, описывающих поведение системы, в математической форме |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | Г | А | Б |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Гидродроссель | А) | Уравнение состояния газа |
| 2) | Пневматическая емкость | Б) | Второй закон Ньютона |
| 3) | Поршень | В) | Уравнение Бернулли |
| 4) | Гидравлическая линия связи | Г) | Уравнение неразрывности, уравнение импульса и уравнение состояния |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | А | Б | Г |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Гидроцилиндр (с учетом сжимаемости жидкости) | А) | Уравнения движения поршня, уравнения неразрывности, уравнение состояния газа |
| 2) | Пневмоцилиндр | Б) | Уравнения движения поршня, уравнения неразрывности, уравнения состояния жидкости |
| 3) | Газогидравлический аккумулятор | В) | Комплекс уравнений, описывающих насосную станцию, гидроцилиндр и трубопроводы |
| 4) | Гидропривод поступательного действия | Г) | Уравнения, описывающие поведение газа и жидкости, разделенных поршнем |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | А | Г | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Аналитический расчет | А) | Замена нелинейной зависимости линейной в окрестности рабочей точки |
| 2) | Численное моделирование | Б) | Использование численных методов для решения уравнений |
| 3) | Линеаризация | В) | Сознательное пренебрежение второстепенными факторами |
| 4) | Упрощающие допущения | Г) | Получение решения в виде аналитической формулы |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Г | Б | А | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

#### Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов для построения конечно-элементной модели гидравлической линии:

А) Определение узлов конечно-элементной сетки

Б) Составление уравнений для каждого элемента

В) Соединение уравнений в общую систему

Г) Решение системы уравнений

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Установите правильную последовательность этапов моделирования гидропривода поступательного действия с учетом всех факторов:

А) Соединение всех моделей в общую систему

Б) Моделирование гидроцилиндра

В) Моделирование трубопроводов

Г) Моделирование насосной станции

Правильный ответ: Г , Б, В, А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. Установите правильную последовательность этапов для определения влияния инерционности жидкости на приведенную массу:

А) определение параметров трубопроводов (длина, диаметр)

Б) расчет инерционности жидкости в трубопроводах

В) суммирование всех масс, приведенных к выходному звену

Г) приведение инерционности жидкости к выходному звену

Правильный ответ: А, Б, Г, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. Установите правильную последовательность шагов при аналитическом расчете математической модели:

А) Запись уравнений, описывающих поведение системы

Б) Решение уравнений аналитическими методами

В) Внесение упрощающих допущений и линеаризация уравнений

Г) Анализ полученного решения

Правильный ответ: А, В, Б, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

### Задания открытого типа

#### Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Динамика поршня описывается \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ законом Ньютона.

Правильный ответ: вторым.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Приведенная масса – это суммарная масса всех движущихся частей, приведенная к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ звену.

Правильный ответ: выходному.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Увеличение приведенной массы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ быстродействие и устойчивость гидропривода.

Правильный ответ: ухудшает.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Расход через гидравлический дроссель описывается уравнением \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: Бернулли.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

#### Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Первым этапом разработки математической модели является определение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: целей моделирования и упрощающих допущений**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Состояние пневматической системы описывается уравнением \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: состояния газа.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. При моделировании гидроцилиндра необходимо учитывать \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: сжимаемость жидкости и инерционность перемещаемых масс.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. При моделировании гидропривода поступательного действия необходимо учитывать характеристики \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: насосной станции, гидроцилиндра, трубопроводов**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

#### Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Пневматическая емкость переменного объема:

Требуется вывести математическую модель пневматической емкости переменного объема, в которую поступает газ с расходом  и из которой газ выходит с расходом . Учитывайте изменение давления p и температуры T внутри емкости, а также изменение объема V. Считайте газ идеальным и процесс адиабатическим .

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Запишем уравнения, описывающие динамику составных частей пневматической емкости:

Уравнение состояния идеального газа:

,

где m - масса газа, R - газовая постоянная.

Уравнение баланса массы:

,

где  и  - плотности входящего и выходящего газа.

Уравнение адиабатического процесса:

.

Дифференцируя по времени:



Выражение для плотности:



Тогда 

Связь между  и :

Дифференцируем уравнение состояния:



Исключение :

Из уравнения адиабаты: , тогда

Итоговая математическая модель (система уравнений):



Ответ: 

Критерии оценивания:

– нахождение математической модели пневматической емкости переменного объема.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

2. Гидравлическая линия связи с распределенными параметрами:

Разработайте конечно-элементную модель (FEM) для гидравлической линии связи с распределенными параметрами (длина L, площадь A), учитывающую сжимаемость жидкости (модуль упругости β), вязкость (динамическая вязкость μ) и инерционность. Разделите линию на два элемента (т.е. три узла). Запишите уравнения для каждого элемента. Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Разделим линию на два элемента длиной L/2. Обозначим узлы: 1 (вход), 2 (середина), 3 (выход).

Для каждого элемента введем:

 и - давление в узлах i и i+1.

 - расход в элементе i.

Учитывая сжимаемость, изменение расхода связано с изменением давления:



где V - объем элемента .

Это уравнение учитывает изменение массы жидкости в элементе из-за сжимаемости.

Падение давления связано с вязким сопротивлением и инерцией жидкости:

,

где ρ - плотность жидкости.

Здесь учтено, что расход через элемент считается постоянным.

Для первого элемента (узлы 1, 2):



Для второго элемента (узлы 2, 3):



Ответ:

Для первого элемента (узлы 1, 2):



Для второго элемента (узлы 2, 3):



Критерии оценивания:

– нахождение уравнений конечно-элементной модели для гидравлической линии связи с распределенными параметрами.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

3. Газогидравлический аккумулятор с поршневым разделителем:

Разработайте математическую модель газогидравлического аккумулятора с поршневым разделителем, учитывая адиабатическое изменение газа, сжимаемость жидкости и трение поршня о стенки.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Введем условные обозначения:

 - давление газа.

- объем газа.

 - давление жидкости.

 - площадь поршня.

m - масса поршня.

x - перемещение поршня (положение разделителя)

β - модуль упругости жидкости.

Q - расход жидкости в аккумулятор.

 - сила трения поршня о стенки.

γ - показатель адиабаты.

Адиабатический процесс в газе:

,

где  и  - начальные значения.

Выразим давление газа:



Объем газа:

,

где x - перемещение поршня, A - площадь поршня.

Сжимаемость жидкости:

,

где  - объем жидкости.

Баланс сил на поршень:

,

где  - сила трения.

Объем жидкости:

Если общая длина = L,  *- изменение объема газа = изменению объема жидкости, таким образом, *.

Уравнение трения:

 – это может быть модель вязкого трения  или модель Кулоновского трения (с учетом знака скорости).

Система уравнений:



Ответ:



Критерии оценивания:

– нахождение системы уравнений математической модели газогидравлического аккумулятора с поршневым разделителем.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3

4. Гидроцилиндр с учетом сжимаемости жидкости и инерционности перемещаемых масс:

Требуется разработать математическую модель гидроцилиндра, учитывая сжимаемость жидкости и инерционность поршня и нагрузки. Входной расход Q управляет движением поршня.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Введем условные обозначения:

Q - входной расход.

p - давление в цилиндре.

A - площадь поршня.

x - перемещение поршня.

m - масса поршня и нагрузки.

β - модуль упругости жидкости.

B - коэффициент вязкого трения.

 - внешняя сила нагрузки.

V₀ - начальный объем цилиндра.

Уравнение расхода:

,

где - текущий объем.

Это уравнение связывает входной расход с перемещением поршня и сжатием жидкости.

Уравнение движения поршня:

.

Второй закон Ньютона для поршня, учитывающий силу давления, вязкое трение и внешнюю нагрузку.

Запишем окончательный вид системы:



Ответ:



Критерии оценивания:

– нахождение системы уравнений математической модели гидроцилиндра.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ОПК-3