# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Нестационарные процессы в гидропневмосистемах»

### Задания закрытого типа

#### Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Что характеризует дроссель с нелинейной характеристикой:

А) линейная зависимость расхода от перепада давления

Б) нелинейная зависимость расхода от перепада давления

В) постоянное гидравлическое сопротивление

Г) отсутствие гидравлического сопротивления

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Выберите один правильный ответ

Какова основная функция емкости в пневмогидравлической системе:

А) увеличение скорости потока

Б) сглаживание пульсаций давления

В) создание гидравлического сопротивления

Г) преобразование энергии

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Выберите один правильный ответ

Какой вид регулирования используется в силовой части гидропривода с объемным регулированием:

А) регулирование давления переливным клапаном

Б) регулирование температуры рабочей жидкости

В) регулирование подачи насоса

Г) регулирование расхода дросселем

Правильный ответ: В4

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Выберите один правильный ответ

Какие параметры учитываются при моделировании переливного клапана:

А) давление и расход

Б) только расход

В) только температура

Г) только давление

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Дроссель с нелинейной характеристикой | А) | Сглаживание пульсаций давления |
| 2) | Дроссель с линеаризованной характеристикой | Б) | Нелинейная зависимость расхода от перепада давления |
| 3) | Емкость | В) | Линейная зависимость расхода от перепада давления в определенном диапазоне |
| 4) | Трубопровод | Г) | Потери давления и инерционность жидкости |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Акустический четырехполюсник | А) | Зависимость амплитуды и фазы выходного сигнала от частоты входного сигнала |
| 2) | Частотная характеристика | Б) | Частота, на которой амплитуда колебаний в системе достигает максимального значения |
| 3) | Импеданс | В) | Математическая модель, описывающая связь между входными и выходными параметрами системы (давлением и расходом) |
| 4) | Резонансная частота | Г) | Комплексное сопротивление элемента системы переменному потоку энергии |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Электромеханический преобразователь | А) | Устройство, увеличивающее мощность гидравлического сигнала |
| 2) | Гидравлический усилитель | Б) | Элемент, распределяющий поток рабочей жидкости в гидроприводе |
| 3) | Золотник | В) | Преобразует электрический сигнал в гидравлический |
| 4) | Силовая часть гидропривода | Г) | Исполнительный механизм, преобразующий гидравлическую энергию в механическую работу |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Переливной клапан | А) | Клапан, управляемый дополнительным элементом |
| 2) | Клапан прямого действия | Б) | Клапан, поддерживающий заданное давление в системе |
| 3) | Клапан непрямого действия | В) | Область параметров, в которой клапан не реагирует на изменения |
| 4) | Зона нечувствительности | Г) | Клапан, управляемый непосредственно давлением жидкости |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

#### Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов моделирования трубопровода методом характеристик:

А) дискретизация трубопровода на участки

Б) запись уравнений характеристик для каждого участка

В) решение системы уравнений характеристик

Г) определение граничных условий

Правильный ответ: А, Г, Б, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Установите правильную последовательность этапов расчета колебательных процессов в трубопроводной системе импедансным методом:

А) определение импедансов отдельных элементов системы

Б) составление схемы замещения системы

В) расчет общей передаточной функции системы

Г) анализ частотных характеристик системы

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Установите правильную последовательность этапов создания математической модели гидропривода с управлением от оператора:

А) составление уравнений, описывающих поведение золотника

Б) определение параметров системы (характеристики золотника, гидроцилиндра, насоса)

В) составление уравнений, описывающих поведение гидроцилиндра

Г) соединение уравнений в общую систему, описывающую поведение привода

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Установите правильную последовательность шагов создания математической модели переливного клапана:

А) определение основных параметров клапана (площадь седла, жесткость пружины)

Б) составление уравнений, описывающих силы, действующие на клапан

В) определение зависимости расхода от давления

Г) соединение уравнений в общую систему, описывающую поведение клапана

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

### Задания открытого типа

#### Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В дросселе с \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ характеристикой расход нелинейно зависит от перепада давления.

Правильный ответ: нелинейной.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Емкость в пневмогидравлической системе служит для сглаживания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: пульсаций давления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Импедансный метод позволяет рассчитать \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ процессы в трубопроводных системах.

Правильный ответ: колебательные.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Модель пневмопривода описывает давление в цилиндре и \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ поршня.

Правильный ответ: перемещение.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

#### Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Трубопровод представляется как \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ для анализа частотных характеристик.

Правильный ответ: акустический четырехполюсник**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Частотные характеристики соединений трубопроводов характеризуют их влияние на передачу \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: колебаний давления и расхода.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. При моделировании электромеханического преобразователя необходимо учитывать \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: ток и перемещение.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. При моделировании переливного клапана учитываются \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: давление и расход**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

#### Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Дроссель с переменным гидравлическим сопротивлением:

Дан дроссель с переменным гидравлическим сопротивлением, где расход Q зависит от перепада давления Δp и управляющего сигнала x (например, перемещения золотника). Считайте жидкость несжимаемой.

Требуется описать линеаризованную математическую модель для небольших отклонений от рабочей точки (x₀, Q₀, Δp₀) дросселя с переменным гидравлическим сопротивлением.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Общая модель: Расход через дроссель можно представить как: .

Часто используется следующая зависимость (для гидродросселя): , где C - коэффициент, зависящий от геометрии дросселя. При x<0, Q=0. Это упрощенная модель.

Разложим функцию  в ряд Тейлора в окрестности рабочей точки (x₀, Δp₀) и ограничимся линейными членами: 

где  и  - частные производные, вычисленные в рабочей точке.

Вычисление частных производных:





Подставляем частные производные в линеаризованную модель:



Обозначим , , ,

тогда: 

Можно переписать как: ,

где  - коэффициент усиления по управляющему сигналу,  - коэффициент усиления по давлению.

Линеаризованная модель представляет собой линейную зависимость расхода от изменений управляющего сигнала и перепада давления. Коэффициенты усиления зависят от рабочей точки и определяют чувствительность расхода к изменениям управляющего сигнала и перепада давления. Такая модель справедлива для небольших отклонений от рабочей точки.

Ответ: , , .

Критерии оценивания:

– нахождение линеаризованной математической модели для небольших отклонений от рабочей точки (x₀, Q₀, Δp₀) дросселя с переменным гидравлическим сопротивлением.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

2. Частотные характеристики трубопровода:

Дан трубопровод длиной L и площадью поперечного сечения A, соединяющий источник давления с потребителем. Источник давления создает гармоническое колебание давления . Предполагая, что трубопровод можно рассматривать как акустический четырехполюсник. Пренебрегите вязкостью.

Определить частотную характеристику передачи давления (отношение амплитуды выходного давления к амплитуде входного давления).

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Уравнения акустического четырехполюсника: Предполагаем, что можем описать систему как:





где A, B, C, D - параметры четырехполюсника, зависящие от частоты и геометрии трубопровода,  и  - давление и расход на входе,  и  - давление и расход на выходе.

Уравнение распространения волн давления: В трубопроводе без вязкости распространяются волны давления, описываемые волновым уравнением: , где c - скорость звука в жидкости.

Решение волнового уравнения: Решение этого уравнения имеет вид: , где  - волновое число, P⁺ и P⁻ - амплитуды волн, распространяющихся в прямом и обратном направлениях.

Граничные условия: На входе . На выходе (x=L): Зададим граничное условие для простоты:  (закрытый конец). Это соответствует случаю, когда потребитель имеет очень высокое гидравлическое сопротивление. Тогда скорость, а значит и расход на выходе равны нулю.

Определение параметров четырехполюсника: Из решения волнового уравнения и граничных условий можно определить параметры A, B, C, D:









Передаточная функция: Нужна передаточная функция по давлению . Из первого уравнения четырехполюсника и граничного условия . Передаточная функция: .

Частотная характеристика передачи давления имеет вид . Амплитуда выходного давления может значительно превышать амплитуду входного давления при частотах, близких к резонансным , где n - целое число). На этих частотах  стремится к нулю, а H(ω) - к бесконечности (в идеальном случае без потерь).

Ответ: .

Критерии оценивания:

– нахождение частотной характеристики передачи давления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

3. Гидропривод с дроссельным регулированием:

Имеется гидропривод с дроссельным регулированием, состоящего из насоса постоянной подачи , дросселя с переменным сопротивлением, и гидроцилиндра. Учесть сжимаемость жидкости в гидроцилиндре и инерционность поршня и нагрузки.

Описать линейную математическую модель гидропривода с дроссельным регулированием.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Введем обозначения:

 - подача насоса.

 - расход через дроссель.

 - расход в гидроцилиндр.

 - давление в гидроцилиндре.

 - объем гидроцилиндра.

 - объемный модуль упругости жидкости.

 - площадь поршня.

m - масса поршня и нагрузки.

x - перемещение поршня.

 - внешняя сила нагрузки.

B - коэффициент вязкого трения.

Уравнение расхода:

 (расход насоса делится между дросселем и цилиндром)

 (расход через дроссель, где  - давление насоса, x - управляющий сигнал)

 (расход в цилиндр идет на перемещение поршня и сжатие жидкости)

Уравнение движения поршня:  (второй закон Ньютона для поршня)

Уравнение для объема гидроцилиндра: , где  - начальный объем.

Получаем систему уравнений:





Эта система уравнений описывает динамику гидропривода с дроссельным регулированием. Она учитывает нелинейность дросселя, сжимаемость жидкости и инерционность поршня. Решение этой системы позволяет исследовать переходные процессы и устойчивость системы.

Ответ:





Критерии оценивания:

– нахождение уравнений линейной математической модели гидропривода с дроссельным регулированием.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Электромеханический преобразователь с гидравлическим усилителем:

Требуется составить математическую модель электромеханического преобразователя (ЭМП) с гидравлическим усилителем (ГУ), где электрический сигнал (ток i) управляет положением золотника (x), который в свою очередь управляет давлением в гидроцилиндре (). Модель включает в себя электрическую цепь ЭМП, механическую систему золотника и гидравлический усилитель.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Запишем уравнения математической модели для составных частей системы:

Электрическая цепь ЭМП:

,

где U - напряжение питания, R - сопротивление катушки, L - индуктивность катушки, E(x) - ЭДС, зависящая от положения золотника (x), i - ток.

Механическая система золотника:

,

где m - масса золотника, B - коэффициент вязкого трения, k - жесткость пружины, - электромагнитная сила, зависящая от тока (i).

Электромагнитная сила и ЭДС:

, ,

где  - коэффициент силы,  - коэффициент ЭДС.

Гидравлический усилитель (упрощенно):

 - расход в гидроцилиндр, зависящий от положения золотника и давления.

Линеаризуем: .

Гидроцилиндр: , где  - площадь поршня, - скорость поршня гидроцилиндра.

Объединенная система:







Ответ:







Критерии оценивания:

–составление математической модели электромеханического преобразователя с гидравлическим усилителем.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3